

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Редизайн тренажера для разработки плечевого сустава

УДК 004.92:615.47:616.727.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д61	Готина Анна Николаевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В.А.	К.Т.Н.		

Нормконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Кузьминская Е.В.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский В.Ю.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова О.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Вехтер Е.В.	К.П.Н.		
Руководитель ОАР ИШИТР	Филипас А.А.	К.Т.Н.		

Томск — 2020 г.

Запланированные результаты обучения по направлению 54.03.01 Дизайн

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
Р1	Применять глубокие социальные, гуманитарные и экономические знания 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)
Р2	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, скульптуры, 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)

P5	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-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ПК-2; ПК-9, ПК-10, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, УК-7, УК-8)
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)
P9	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, ПК-11, ПК-12, УК-3, УК-4, УК-5, УК-7, УК-8)

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.03.01 Дизайн
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения: осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
Октябрь	Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы. Работа над ВКР – анализ аналогов	10
Ноябрь	Работа над ВКР – Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе выбранного материала – статья	20
Декабрь	Работа над ВКР – сдача первого раздела ВКР, эскизы	40
Февраль	Работа над ВКР – Формообразование (объект), 2 часть.	50
Март	Работа над ВКР – 3D-модель, 3 часть, презентационная часть	60
Апрель	Работа над ВКР – Макетирование	70
Май	Работа над ВКР – Итоговая работа по текстовому материалу, чертежи, БЖД, экономика	85
Июнь	Сдача готовой текстовой и графической части ВКР	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (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
8Д61	Готиной Анне Николаевне

Тема работы:

Редизайн тренажера для разработки плечевого сустава

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.).

Объект проектирования: тренажер для реабилитации плечевого сустава

Продукт должен соответствовать следующим требованиям: функциональность, эстетичность, эргономичность, технологичность

<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>Основная задача проектирования: улучшение эргономических, эстетических, конструктивных параметров тренажера для реабилитации плечевого сустава</p> <p>Содержание процедуры проектирования: обзор материалов; анализ аналогов; эскизирование, формирование вариантов дизайн-решений (форма, эргономика и т.д.); объемное моделирование; макетирование; создание конструкторской документации.</p> <p>Результаты выполненной работы: дизайн-проект тренажера для реабилитации плечевого сустава включает визуализацию спроектированных объектов, конструкторскую документацию, макет.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Эскизы концептуальных решений, чертежи деталей, спецификация, демонстрационный ролик, презентационный материал, два демонстрационных планшета формата А0.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Конотопский Владимир Юрьевич, доцент ОСТН</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Немцова Ольга Александровна, ассистент ООД ШБИП</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков Вадим Александрович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д61	Готина Анна Николаевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Д61	Готина Анна Николаевна

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	54.03.01 Дизайн

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ - выполнить
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - выполнить

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д61	Готина Анна Николаевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Д61	Готиной Анне Николаевне

Школа	Отделение (НОЦ)	Направление/специальность	54.03.01 «Дизайн»
Уровень образования	Бакалавриат		

Тема ВКР:

Редизайн тренажера для разработки плечевого сустава	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Тренажер для разработки плечевого сустава для людей с травмами плечевого сустава. Область применения: медицинское реабилитационное оборудование (в лечебных, школьных учреждениях и домашних условиях).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Изучение специальных правовых норм трудового законодательства относительно производства медицинского оборудования
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные и опасные факторы: - повышенный уровень шума, - отклонение показателей микроклимата; - недостаточная освещенность; - повышенный уровень электромагнитных излучений; - нервно-психические перегрузки. – опасность поражения электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	Выявление влияния на окружающую среду при проектировании, производстве, эксплуатации и утилизации объекта
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Анализ и выявление всех вероятных чрезвычайно опасных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации медицинского оборудования.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д61	Готина Анна Николаевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 131 страницы, 60 рисунка, 10 таблиц, 82 источник, 6 приложения

Ключевые слова: промышленный дизайн, реабилитационный тренажер, плечевой сустав, люди с ограниченными возможностями, эргономичность, эстетичность.

Объектом исследования является реабилитационный тренажер для плечевого сустава

Цель работы – улучшение эргономических, эстетических, конструктивных параметров тренажера для реабилитации плечевого сустава

В процессе исследования проводились теоретические исследования, разработка дизайн - решений тренажера, формирование концепта, трехмерное моделирование и прототипирование.

В результате исследования был спроектирован тренажер для реабилитации плечевого сустава соответствующий эргономическим и эстетическим параметрам, созданы презентационные и графические материалы, 3D модель и макет.

Основные технологические, конструктивные, технико-эксплуатационные характеристики: конструкция и дизайн тренажера разрабатывались с учетом существующих параметров тренажера для реабилитации плечевого сустава.

Область применения: проект разрабатывается для последующего коммерческого использования организацией ООО «Техномед».

Экономическая эффективность/значимость работы: проект экономически выгоден для серийного производства и использования.

Содержание

Введение.....	14
1 Научно-исследовательская часть.....	16
1.1 История развития реабилитационных тренажеров.....	16
1.2 Особенности конструкции и функционала реабилитационных тренажеров	20
1.3 Анализ существующих тренажеров для реабилитации плечевого сустава..	24
1.4 Обзор материалов, используемых для изготовления тренажеров для реабилитации	29
1.5 Цветовые решения тренажеров для реабилитации.....	32
2 Проектно-художественная часть	37
2.1 Методы проектирования в дизайне	37
2.2 Описание тренажера для реабилитации плечевого сустава, требования для разработки тренажера	40
2.2.1 Антропометрические требования.....	42
2.2.2 Эргономические требования.....	43
2.2.3 Функциональные требования.....	44
2.3 Комплекс функциональных условий элементов тренажеров обзор аналогов.....	46
2.4 Эскизирование	60
2.5 Конструкция тренажера.....	65
2.5.1 Конструкционное решение каркаса	65
2.5.2 Крепления	70
2.7 Выбор материалов.....	74
3 Разработка художественно-конструкторского решения.....	76
3.2 Макетирование	79
3.3 Графическое оформление презентационной части	80
3.4 Монтаж видеоролика	82
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	84
4.1 Организация и планирование работ	84

4.1.1 Продолжительность этапов работ	85
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	87
4.2.1 Расчет затрат на материалы	87
4.2.2 Расчет заработной платы.....	88
4.2.3 Расчет затрат на социальный налог.....	88
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	88
4.2.5 Расчет амортизационных расходов	89
4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных).....	91
4.2.7 Расчет прочих расходов.....	91
4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	91
4.2.8 Расчет прибыли	92
4.2.9 Расчет НДС	92
4.2.10 Цена разработки НИР	92
4.3 Оценка экономической эффективности проекта	93
5 Социальная ответственность	94
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
5.2 Производственная безопасность.....	95
5.3 Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке тренажера для разрабатывания плечевого сустава.....	96
5.3.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте	96
5.3.2. Отклонение показателей микроклимата.....	97
5.1.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	98
5.1.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	99
5.1.1.5 Нервно-психические перегрузки	100
5.1.2.1 Опасность поражения электрическим током	101
5.2 Экологическая безопасность.....	101
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	102
5.3.1 Необходимые действия при возникновении пожара в помещении	103

5.4 Выводы по 5 главе.....	103
Заключение	104
Conclusion	106
Список используемых источников.....	107
Приложение А (справочное).....	115
Приложение Б (справочное).....	117
Приложение В (обязательное)	118
Приложение Г (справочное).....	128
Приложение Д (справочное)	130
Приложение Е (справочное).....	131

Введение

В настоящее время в мире существует большое количество факторов, которые угрожают человеческой жизни. Вследствие несчастных случаев или врожденных травм появилась необходимость реабилитации людей. Поэтому с каждым днем возрастает **актуальность** проектирования тренажеров необходимых для реабилитации для людей с ограниченными возможностями. Следовательно, возникает потребность улучшения технических, эргономических, а также эстетических характеристик тренажеров для инвалидов. Существует огромное количество реабилитационных устройств, в которых заложен функционал для адаптации человеческого организма после травм, но их большая часть не соответствует требованиям эргономики и технической эстетики.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, количество людей с физическими недостатками в мире достигает 1 млрд человек, то есть примерно 15 %. Также с каждым годом возрастает численность инвалидов, поэтому открываются центры реабилитации [1]. В г. Томске есть реабилитационный центр «Техномед», который занимается разработкой тренажеров для реабилитации. Тренажеры данной компании отличаются технологичностью, расширенным функционалом, но нуждаются в доработке эргономических и эстетических аспектов. В качестве объекта проектирования был взят тренажер для реабилитации плечевого сустава.

Объектом исследования является тренажер для реабилитации плечевого сустава. **Предмет исследования** – дизайн – проектирование тренажера для реабилитации плечевого сустава.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в улучшении технических и эстетических параметров тренажера для реабилитации плечевого сустава.

В ходе работы были сформированы следующие задачи:

- Изучение теоретических документов, необходимых для проектирования тренажера для реабилитации;
- Изучение требований к реабилитационным тренажерам;
- Анализ существующих на рынке тренажеров и выявление положительных и отрицательных аспектов;
- Анализ тренажера для реабилитации плечевого сустава;
- Эргономический анализ тренажера;
- Выбор цветового и колористического решения;
- Выбор материалов и технологий изготовления;
- Создание 3D модели;
- Создание макета тренажера;
- Оформление графической части;
- Анализ финансовой оценки проекта
- Оценка безопасности проекта.

1 Научно-исследовательская часть

1.1 История развития реабилитационных тренажеров

Восстановление наружных функций частей тела человека еще сформировалось в древние времена. Еще в Древнем Египте врачи использовали приемы трудовой терапии для ускорения процесса восстановления. В Древней Греции и Риме также использовали в лечебных методиках физическую активацию и трудотерапию. В данных странах активно применяли массаж для повышения работоспособности [2].

В 1741 году появилось понятие «ортопедия», введенное профессором Парижского университета, французского физиолога Николя Анри. Он занимался наблюдением за детьми, которые имеют дефекты строения тела. Он сформировал свои наблюдения в двух томах под названием: «Ортопедия или искусство предупреждать и исправлять деформации тела у детей средствами, доступными отцам, матерям и всем тем лицам, которым приходится воспитывать детей».

После публикации Николя Анри, Френсис Лаундсе был создан первый тренажер, под названием «гимнастикон», который похож на современный велотренажер (рисунок 1).

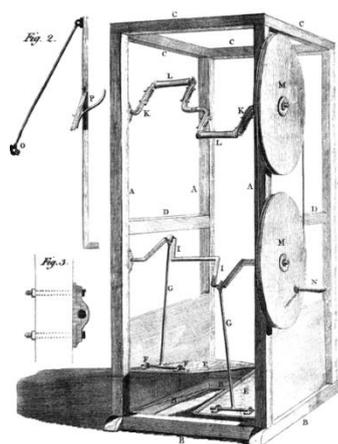


Рисунок 1 – Тренажер «Gymnasticon»

Это устройство помогало пациентам справляться с такими заболеваниями как подагра, ревматизм и паралич. Затем врачи создали комплекс физических упражнений с применением силовой техники. Вследствие

этого тренажеры стали выпускать в 140 странах мира, но они имели высокую стоимость.

В 19 веке Ханрих Клингерт создал тренажер другой конструкции, похожий на стул.

Шведский изобретатель Густав Цандер разработал способы реабилитации, которые состояли из чередования активной и пассивной гимнастики. Его тренажеры были направлены на различные группы мышц. Он первым предложил использовать свои тренажеры для вытяжения и коррекции позвоночника.

Таким образом, с 1865 по 1898 года институт врачебной гимнастики в Стокгольме и основанный Густавом Цандером, помог вылечиться более 20 000 пациентов. Со временем Аппараты Густава Цандера внедряли во всем мире. Особенно они пользовались популярностью на американских и европейских оздоровительных курортах. Подобная механотерапия являлась основным способом реабилитации во многих организациях. За всю жизнь Г. Цандер разработал более 70 аппаратов для реабилитации. Его идеи стали основой для создания других реабилитационных тренажеров.

По всему миру стали внедряться оздоровительные технологии. К середине 19 века Петр Хенрики Линг основал шведскую стенку и создал свою систему гимнастики.

В начале 20 века в России стали открываться институты Цандера, где изучали его методики и технологии. Открывались лечебницы, где устанавливались тренажеры разработанные Г. Цандером (рисунок 2).



Рисунок 2 – Зал механотерапии в г. Ессентуки

Впервые определение «реабилитация» было дано Францем Йозефом Раттер фон Бусом в 1903 году в книге «Система общего попечительства над бедными». Термин обозначал «восстановление прав и способностей» [3].

Во время Первой мировой войны стала активно развиваться реабилитация людей с повреждениями, развивалась физиотерапия, трудотерапия, ЛФК.

В 1917 году в США была основана «Ассоциация восстановительной терапии».

Вторая мировая война также способствовала развитию медицинской, психологической, социальной реабилитации людей. Поэтому в 1945 году в США было 26 учебных заведений по подготовке специалистов - реабилитологов. В 1944 в Англии создан Британский совет реабилитации инвалидов. В 1951 году в ООН возник отдел, который передавал новые технологии реабилитации в разные страны. В 1958 создана международная система организации реабилитации. И в 1960 году создано международное общество по реабилитации инвалидов [4].

В 1952 году в Вашингтоне доктор Роберт Брюс и профессор Уэйн Квинтон изобрели беговую дорожку, которая тренировала сердечно-сосудистую систему пациентов.

Тренажер «Степпер» был разработан в 1983 году Лэнни Поттс, он представлял собой лестницу, которая вращается. Далее в 1995 инженер из США

создал эллиптический тренажер, который имитировал движения суставов и помогал пациенту быстрее восстановиться (рисунок 3).



Рисунок 4 – Эллиптический тренажер

В начале 1970-х годов появляются виброплатформы, которые использовали для восстановления космонавтов после полетов. Такие тренажеры приводили в работу почти все группы мышц человека [5].

Изобретение первых силовых тренажеров принадлежит Артуру Джонсу. В 1970 году он создал тренажер «Blue Monster» для роста мышечной массы (рисунок 5).



Рисунок 5 – тренажер «Blue Monster»

Позднее он создал компанию «Nautilus». Тренажеры этой фирмы помогают поддерживать мышцы пациента в тонусе при минимальных усилиях.

Джозев Эдвин Уайдер адаптировал реабилитационные тренажеры для домашнего пользования. Затем он основал компанию «Weider», которая рекламировала тренажеры для масс.

На сегодняшний день технологии по созданию тренажеров для реабилитации активно развиваются. Известны такие технологии как: 3D-печать, машинные интерфейсы, роботизация, бионическое протезирование. Данные технологии помогают большому количеству людей возвратиться к полноценной двигательной жизни в короткие сроки. В настоящее время Программа реабилитации на базе общины работает в 90 странах мира и обеспечивает людей медицинской реабилитационной помощью, оказывает поддержку инвалидов при восстановлении [6].

1.2 Особенности конструкции и функционала реабилитационных тренажеров

Технические средства реабилитации – устройства, с помощью которых достигается улучшение двигательных функций людей с ограниченными возможностями. Назначаются ТСР лечащими врачами и реабилитологами.

Реабилитационный период является важным при восстановлении подвижности конечностей и опорно-двигательного аппарата, укрепления мышц и суставов. Современные производители медицинских тренажеров для реабилитации постоянно преобразовывают свою продукцию с целью улучшить и ускорить процесс восстановления пациента [7].

В восстановлении способности полноценно передвигаться нуждаются следующие категории людей:

- Спортсмены в связи с полученными травмами.
- Люди преклонного возраста или с ослабленным здоровьем.
- Лица со слабым тонусом мышц.
- Страдающие заболеваниями суставов и болезнями костно-мышечной ткани.
- Пациенты, перенесшие инфаркт миокарда, инсульт.

- Люди с заболеваниями сердечно - сосудистой системы, осложнениями в работе дыхательных органов.
- Ведущие обездвиженный или малоподвижный образ жизни.

Выполнение активных либо пассивных упражнений на тренажерах для реабилитации инсульта, травм, перенесенных операций и заболеваний оказывают положительное влияние на организм человека, возвращают ему частичную или полную подвижность [8] .

Спортивные тренажеры

Иногда занятия по восстановлению можно проводить на обычных спортивных тренажерах. При этом их адаптируют для использования людьми с ограниченными возможностями. Оборудование позволяет нормализовать нагрузку, снизить диапазон движений, обеспечивает доступ тем, кто передвигается на колясках и самостоятельную пересадку с кресла на тренажер выполнить не могут.

Модели тренажеров активной реабилитации имеют функции регулировки по высоте для комфортного использования, датчики контроля состояния пациента во время занятий. Наличие кнопки немедленной остановки делает тренировку безопасной. Тренажеры оснащены рычагами и поручнями для максимального комфорта, реабилитируемого пациента.

Принцип работы реабилитационного тренажера

Принцип работы определенной модели тренажера определяется в основном его конструкцией, однако любой реабилитационный тренажер повторяет естественную траекторию движения сустава, не создает опасных нагрузок на позвоночник, имеет точную систему настройки интенсивности и уровня нагрузки.

При пассивных тренировках на тренажере, то есть без усилий пациента, организм все равно вынужден включать в работу мышечный корсет и связки. В результате улучшает кровообращение и питание тканей, повышается тонус мышц, которые, в свою очередь лучше держат костную систему [9].

Типы реабилитационных тренажеров

По Государственному стандарту РФ реабилитационные тренажеры делятся на 4 группы.

1. Тренажеры и виброкресла для реабилитации функций позвоночника и укрепления организма в целом с применением массажа, вытяжки, размеренной нагрузки на организм и термотерапии. Применяются при заболеваниях межпозвоночных дисков, контрактурах и других деформациях суставов, также для сеансов пассивного стояния для улучшения работы всех систем организма.

К реабилитационным тренажерам данного типа относятся вибромассажные кресла, вертикализаторы и параподиумы всех типов, шведские стенки.

2. Тренажеры для реабилитации функций верхних конечностей.

Тренируют мышцы рук, грудные мышцы, мышцы плеча и предплечья, кисти и пальцы, способствуют восстановлению координации движений и мелкой моторики.

К этой группе реабилитационных тренажеров также относятся тренажеры для восстановления и развития основных бытовых навыков (открывание замка, застегивание молнии, включение света и т.д.). Применяются в основном в период восстановления после инфаркта миокарда, а также для поддержания тонуса мышц верхних конечностей в том случае, если человек прикован к инвалидному креслу.

3. Тренажеры для реабилитации функций нижних конечностей.

Тренируют (пассивно или активно) мышцы ног, помогают «разрабатывать» ноги после травм и заболеваний, способствуют восстановлению функций опорно-двигательного аппарата, позволяют поддерживать тонус мышц при частичной утрате двигательной функции, улучшают кровообращение [10].

Применяются в период восстановления после серьезной травмы нижних конечностей, а также в профилактических целях после спинно - мозговых травм, когда человек прикован к инвалидному креслу и восстановление двигательной функции невозможно.

К реабилитационным тренажерам для ног относятся всевозможные велотренажеры, «бегущие дорожки» и тренажеры на сгибание и разгибание колена. Работают они как от физического усилия пациента (если он в состоянии прилагать усилия), так и от электропривода.

В последнем случае человек остается пассивным, а тренажеры приводятся в движение электромотором - происходит имитация тренировки, во время которой мышцы и суставы получают нагрузку, необходимую для поддержания тонуса и улучшения кровообращения.

4. Универсальные реабилитационные тренажеры для верхних и нижних конечностей.

Помогают пассивно и активно тренировать и «разрабатывать» как руки, так и ноги в период восстановления после травм и заболеваний, а также после спинно - мозговых травм, когда человек прикован к инвалидному креслу и восстановление двигательной функции невозможно [11].

По принципу действия реабилитационные тренажеры и для взрослых, и для детей делятся на:

- электромеханические (сочетание электромотора);
- механические (только усилия человека);
- автоматические (только электромотор без участия человека, пассивная тренировка);
- полуавтоматические (частичное участие человека);
- гидравлические (гидравлический привод для облегчения движений);
- пневматические (газовая пружина для облегчения движений);
- инерционные (нагрузочные упругие элементы - пружины, жгуты).

1.3 Анализ существующих тренажеров для реабилитации плечевого сустава

Для дальнейшей работы с данным тренажером были рассмотрены аналогичные варианты тренажеров, выявлены положительные и отрицательные аспекты, которые в дальнейшем планируется использовать в преобразовании конструкции данного тренажера.

1. Реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов Centura» «Kinetec Реабилитационный тренажер Kinetec Centura (рисунок 6) - тренажер для разработки верхней конечности, который позволяет проводить целенаправленную пассивную разработку плечевого и локтевого суставов [12].



Рисунок 6 – Реабилитационный тренажер Kinetec Centura

Положительные характеристики:

Привлекательный внешний вид, сидение имеет массажные элементы, лаконичная и привлекательная цветовая гамма, рука закрепляется на липучках, тактильные элементы оформлены тканевыми и резиновыми элементами. Есть автоматизированное электроуправление.

Отрицательные характеристики:

Нет фиксатора для ног и коленей, возможность совершать только пассивную работу плечевого сустава.

2. Тренажер для активной разработки плечевого сустава HC-WL-660C - предназначен для улучшения гибкости конечностей и увеличения мышечной силы (рисунок 7). Применяется для активного восстановления подвижности плечевого сустава, для предотвращения осложнений, связанных с длительной неподвижностью [13].

Положительные характеристики:

Компактный, занимает минимальное количество места, простая конструкция, лаконичная цветовая гамма, контрастный акцент на двигательном элементе и основе создает дополнительную динамику образу, есть эргономически повторяющие форму руки элементы на рукоятке дополненные прорезиненным материалом, который предотвращает скольжение руки. Есть ограничители амплитуды движения руки, прост в использовании.



Рисунок 7 – Тренажер плечевого сустава HC для разработки -WL-660C

Положительные характеристики:

Компактный, занимает минимальное количество места, простая конструкция, лаконичная цветовая гамма, контрастный акцент на двигательном элементе и основе создает дополнительную динамику образу, есть эргономически повторяющие форму руки элементы на рукоятке дополненные прорезиненным материалом, который предотвращает скольжение руки. Есть ограничители амплитуды движения руки, прост в использовании.

Отрицательные характеристики:

Применение в положении стоя, либо в положении сидя на стуле. Нет фиксаторов руки и тела в целом, возможно, разрабатывать руку в состоянии средней поврежденности, нет места для сидения, фиксаторов для ног и коленей.

3. Аппарат для разработки плечевого сустава Artromot S3 (рисунок 8)- используется для раннего восстановления подвижности плечевого сустава, а также для профилактики осложнений, связанных с длительной неподвижностью [14].



Рисунок 8 – Аппарат для разработки плечевого сустава Artromot S3

Положительные характеристики:

Подлокотники для рук, пульт для управления, фиксаторы руки в разных местах, возможность сгибать руку, эстетически приятный внешний вид, лаконичная цветовая гамма.

Отрицательные характеристики:

Нет фиксаторов ног и колен, возможность совершать только пассивную работу плечевого сустава

4. Fisiotek HP2 - тренажер для пассивной разработки локтевых, плечевых и кистевых суставов (рисунок 9) [15].



Рисунок 9 – Fisiotek HP2

Положительные характеристики:

Возможность применения в разных положениях тела, мобильная установка, регулируемая конструкция.

Отрицательные характеристики:

Отсутствует эстетически привлекательный внешний вид и оригинальное цветовое решение, возможность только пассивной разработки руки, в комплект не входит место расположения для тела.

5. Kinetec sentura Lite - реабилитационный тренажер для пассивной разработки плечевого и локтевого суставов (рисунок 10) [16].



Рисунок 10- Kinetec Centura Lite реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов

Положительные характеристики: Разборная конструкция тренажера, что способствует упрощению транспортировки, лаконичная цветовая гамма,

фиксация руки с помощью липучек из ткани, автоматизированное электроуправление.

Отрицательные характеристики: Нет тактильно оформленных элементов, подлокотник выполнен из пластмассы, не сочетаются элементы тренажера, противоречие пластичных и геометричных форм, возможность только пассивной разработки суставов, нет фиксаторов для ног.

5. Ормед FLEX 03- реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов (рисунок 11) [17].



Рисунок 11 – Ормед FLEX 03 реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов

Положительные характеристики: Автоматизированное управление с помощью пульта, мягкий подлокотник, оформленные тактильные элементы, фиксация руки на липучки, универсальный для различных травм, выступающие элементы конструкции, лаконичная цветовая гамма.

Отрицательные характеристики: выступающие элементы конструкции, отсутствуют фиксаторы для ног, элементы тренажера не сочетаются между собой.

Вывод по аналогам:

Таким образом, в ходе рассмотрения аналогов было решено использовать в преобразовании тренажера следующие положительные аспекты: Эстетически привлекательный внешний вид с применением акцентов на элементах взаимодействия с человеком, оснащение эргономическими

элементами с тактильно комфортным материалом рукояток, фиксация ног на тренажере, создание многофункциональной конструкции, для разных этапов разработки руки.

1.4 Обзор материалов, используемых для изготовления тренажеров для реабилитации

Материалы - одна из важнейших вещей в любых конструкторских проектах. От материала зависят не только механические и химические свойства будущего изделия, но и его эстетическая ценность. Материалы конструкции должны обладать следующими свойствами:

- малая стоимость;
- простота обработки;
- небольшая масса;
- достаточная прочность и жесткость материала;
- сохранять свои физико-химические свойства в процессе эксплуатации;
- удовлетворять требованиям технической эстетики [18].

1.Материалы для каркаса

Основа тренажера может быть выполнена из стали или алюминия. Сталь – это сплав железа с углеродом (2%). Часто применяется изготовления различных металлических изделий, в мебельном производстве [19].

Нержавеющие стали, которые можно также отнести к более широкому классу коррозионностойких сталей - материалы, обладающие высокой стойкостью к коррозии во влажной атмосфере и слабоагрессивных водных растворах [20]

Алюминий-это легкий металл, обладает небольшой плотностью и массой. Имеет низкая температура плавления. В то же время он обладает высокой пластичностью и показывает хорошие тепло- и электропроводные характеристики[21].

2. Материалы для сидения спинки

Искусственная кожа (Винилискожа)- это аналог натурального материала, который отличается высокими эксплуатационными характеристиками. Имеет максимальное сходство с натуральной кожей и ее превосходство по множеству показателей. Мягкий, приятный на ощупь ПВХ-материал отличается долговечностью, прочностью, удивительной износостойкостью [22]. Свойства винилискожи - это устойчивость к разрывам, стиранию, ультрафиолету, чистящими и моющими средствами, гниению, поражению плесенью и другим воздействиям. Параметры искусственной кожи схожи с параметрами натуральной кожи. Плюсы искусственной кожи: экономический аспект, винилискожа дешевле и обладает идентичным внешним видом и схожими функциями с натуральной кожей

Она лучше переносит растягивание и деформацию. Разнообразие выбора искусственной кожи больше, чем натуральной кожи.

Медицинская кожа

Отличительная черта искусственной кожи заключается в ее прочности, высокой степени защиты от механических повреждений и повышенной износостойкости.

Главные отличительные особенности медицинской кожи:

Искусственная кожа данной серии очень прочная, хорошо моется и пропускает воздух, имеет высокую степень защиты от механических и физических повреждений, противостоит воздействию химикатов и химических растворов, допускается ежедневная влажная уборка с хлоркой, материал гипоаллергичен, не токсичен и безопасен для людей [23].

Сфера применения медицинской кожи:

Медицинская мебель и оборудование, профессиональный, высококачественный спортивный инвентарь, в массажных кабинетах, в детских учреждениях.

3. Материалы для наполнения сидения и спинки

Поролон (Пенополиуретан) – данный материал является эластичным, упругим, воздухопроницаемым, облегчает вибрации, может удерживать нагрузки, не проминаясь. В основном поролон используется при изготовлении мягкой мебели, спортивных матов и сидений тренажеров, водительских кресел.

Струттофайбер – искусственный наполнитель с добавками натурального материала. Схожий с поролоном, но более демократичный по цене. Преимуществом является то, что он пропускает воздух, долговечный, надежный, не гниет, не впитывает влагу и является гипоаллергенным.

Периотек – состоит из полиэфирных волокон, к которым иногда добавляют натуральные волокна для придания прочности. Материал является безопасным для здоровья, долговечным и воздухопроницаемым [24].

4. Материалы для рукоятки

Неопрен – мягкий и пористый материал, основа которого синтетический каучук. Материал не впитывает влагу, помогает избежать мозолей на руках, устойчив к химикатам, экологичный и гипоаллергенный. Используется для изготовления ручек на брусках, турниках, водолазных костюмов [25].

Полиуретан (пена с памятью)- материал содержащий каучук. Является прочным, эластичным, износостойким, снижает шум при работе. Используется в изготовлении протезов, элементов покрытия для костылей, кроватей, колясок [26].

Резина – материал состоит из смеси разных компонентов, основной продукт каучук. Свойства: высокая эластичность, вибростойкость, износостойкость, химическая стойкость [27].

5. Материалы для ремней

Полипропилен – данный материал получают переплетением тонких нитей на специальных ткацких станках. Особенность в том, что у волокон малая плотность. Преимущества: невысокая стоимость, прочность, экологичность, устойчивость к температурам, химическая стойкость. Для

повышения водонепроницаемости материал можно ламинировать [28].
Используется при изготовлении рюкзаков, тентов, термобелья, упаковки.

Нейлон – синтетический материал, изготовленный из полиамидных волокон. Свойства: легкость, прочность при растяжении, износостойкость, устойчивость к химическим веществам. Используется при изготовлении спортивного снаряжения, одежды [29].

Вывод по материалам:

Для изготовления тренажера для плечевого сустава была применена сталь, поскольку является пластичным металлом, экономически выгодным и поддающимся сварке. Для обивки кресла – кровати используют искусственную кожу. Для оформления тактильных поверхностей был применен полиуретан. Наполнитель для сидения струттофайбер и материал для удерживающих ремней полипропилен.

1.5 Цветовые решения тренажеров для реабилитации

Цвет вызывает у человека разнообразные эмоции, ассоциации, воспоминания, влияет на психологическое состояние. С течением времени у людей сформировался спектр цветов, которые ассоциируются с медициной. Как правило, это зеленые, синие, голубые и нейтральные цвета, вроде белого, серого. Основная причина их использования в том, что данные цвета действуют на человека успокаивающе, что необходимо в период лечения [30]. При проектировании медицинских устройств необходимо использовать фоновый нейтральный цвет и выборочно использовать цветовые акценты.

В современных медицинских учреждениях используется более широкий спектр цветов для оформления интерьера и оборудования. Поэтому необходимо проанализировать интерьеры некоторых реабилитационных центров [31].

1. Интерьер реабилитационной клиники Klinik im Alpenpark выполнен в теплых бежево-коричневых цветах (рисунок 12). Бежевый цвет является успокаивающим, вселяет уверенность и спокойствие. Коричневый цвет

является природным, это кора дерева, земля, вызывает эмоции стабильности, спокойствия, теплоты. На фоне белого - бежевого цвета использованы контрастные коричневые акценты, что смотрится гармонично [32].



Рисунок 12 – реабилитационная клиника Klinik im Alpenpark, Германия

2. Реабилитационный центр «Техномед» имеет в основе зеленый цвет интерьера (рисунок 13). Зеленый цвет – это природа, зарождение новой жизни, гармония, спокойствие. В интерьере зеленый цвет расслабляет, настраивает на единение с природой, что дает человеку энергию. На фоне зеленого можно увидеть белые, бежевые и коричневые акценты интерьера.



Рисунок 13 – реабилитационный центр «Техномед» г.Томск

3. Медицинский центр «Дэма» выполнен в серых, белых и голубых тонах (рисунок 14). Белый цвет часто используется в оформлении медицинских учреждений, он символизирует чистоту, безмятежность, спокойствие. Также белый цвет расширяет пространство. Нейтральный серый цвет навевает стабильность и спокойствие. Голубой в данном интерьере используется как акцент. Холодный оттенок голубого умиротворяет, помогает справиться с негативными эмоциями. На фоне данного интерьера контрастными смотрятся

тренажеры с оттенками серого, черного и красного. Поскольку тренажеры это главное, на что должен обратить внимание посетитель.

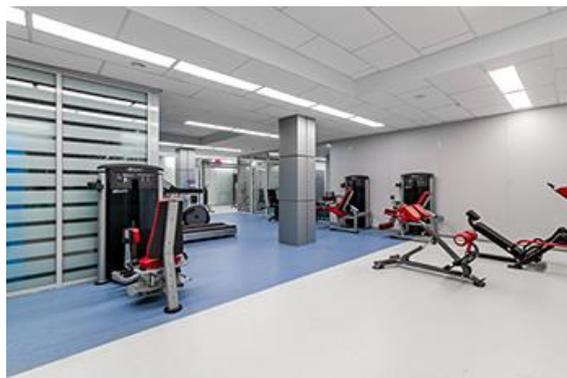


Рисунок 14 – медицинский центр «Дэма», г. Москва

Междисциплинарный центр реабилитации имеет в основе ярко бирюзовый цвет в сочетании с серым и белым (рисунок 15). Данный интерьер яркий пример применения цветового акцента. Бирюзовые стены настраивают на динамические упражнения. Яркие цвета вызывают эмоции и побуждают к действию. Бирюзовый цвет приносит творческое вдохновение, решительность. Оттенки бирюзового благоприятно действуют на психику человека, снимают раздражительность и усталость [33]. В данном интерьере также основной акцент на тренажерах, выполненных в серых, черных, коричневых цветах.



Рисунок 15 – междисциплинарный центр реабилитации, г. Москва

Таким образом, в ходе анализа существующих интерьеров было выявлено, что большинство центров имеют в основе интерьера холодную цветовую гамму, которая временами разбавлена теплыми элементами. Часто используются цветовые акценты на фоне нейтральных цветов, это выглядит интересно и необычно. Интерьер является фоновой подложкой, которая

настраивает пациента на определенную волну. На волну динамики и в то же время спокойствия и уверенности.

Цветовая гамма для реабилитационных тренажеров выбирается исходя из функционала. Во-первых, тренажер разделяется на функциональные зоны и контрастными цветами выделяются элементы, с которыми взаимодействует человек. Во-вторых, цветовая гамма тренажера должна сочетаться с интерьером реабилитационного центра. В-третьих, на тренажерах предназначенных для выполнения динамических, активных упражнений, используются яркие теплые контрастные цвета (рисунок 16).



Рисунок 16 – выделенные цветовые элементы активной разработки

На тренажерах, предназначенных для размеренных, спокойных упражнений, больше используются холодные и спокойные цвета (рисунок 17).



Рисунок 17 – выделенные цветовые элементы пассивной разработки

Таким образом, можно сделать вывод, что цвета оказывают большое влияние на эмоциональное состояние человека. Теплые цвета настраивают человека на активную работу, в то же время холодные производят успокаивающий эффект и настраивают на размеренные действия. Необходимо

выделять цветом элементы, которые участвуют в выполнении упражнения. А основная конструкция может иметь нейтральный цвет.

2 Проектно-художественная часть

2.1 Методы проектирования в дизайне

Дизайн - (от англ. design — проектировать) вид деятельности по проектированию предметов [34].

Метод (от греч. methodos - путь исследования) – комплекс приемов практического или теоретического изучения реальности, подчиненных действительности.

Проектирование — это план действий для достижения поставленных целей [35].

Формообразование и его составляющие. Форма в искусстве дизайна – выражение внешнего вида изделия. Чаще всего она связана с его внутренним содержанием и предназначением. Большие и малые формы подчиняются общим закономерностям. Виды форм составляющие основу дизайна: функциональная, конструктивная, эстетическая.

1. Функциональная или утилитарная – определяется функцией предмета и потребностями человека;

2. Конструктивная – необходимы знания физических, механических, химических, электрических и других свойств материала;

3. Эстетическая – соответствие художественному вкусу дизайна [36].

Основные методы формообразования – это художественные, инженерные и научные методы [37]. Каждый метод имеет свои особенности и специфику.

Художественное формообразование придает продукту уникальность, за счет эстетической выразительности. Художественное формообразование является этапом дизайн – проектирования и включает образное решение, формирование частей изделия. Основа подобных методов формообразования – это самостоятельные творческие процессы и художественные принципы проектирования.

Также важна связь художественных методов с художественными средствами, которыми обладает сам дизайнер. Они влияют на процесс дизайнерского формообразования. Продукт художественного формообразования имеет самоценность, которая не зависит от целей проектирования [38]. Важно заметить, что художественные методы не имеют четких рамок, поэтому трудно поддаются анализу и структурированию.

На данный момент существуют различные методы проектирования в дизайне, каждый из которых имеет ряд своих особенностей.

1. Метод «Инверсии»

По сути это перестановка элементов. Метод основан на развитии мышления, позволяет увидеть новые решения, которых не было ранее. Он помогает найти выход в трудных ситуациях проектирования, за счет смены точки зрения на объект проектирования [39].

2. Бионический метод

Основа данного метода – это анализ объектов живой природы. Анализ включает в себя исследование формы, движения, развития. Далее проектируются вещи, которые имеют черты какого-либо животного или растения. Метод помогает получить уникальные и интересные решения [40].

3. Метод агрегатирования

Данный метод является художественным конструированием, в котором изделие представляется как конструкция, разделенная на отдельные элементы. Каждый элемент выполняет определенную функцию и при перестановке меняет функции. При подобном подходе трансформируется форма, видоизменяется объемно-пространственная структура изделия. Элементы не изменяются, но меняется их положение относительно пространства. Основная концентрация внимания дизайнера должна быть направлена на проработку отдельных элементов объекта. Например, корпус изделия это функционирующая форма, внешняя форма объекта и его внутренняя структура рассматривается как одно целое [41].

4. Аналогия эвристическая

Основан на методе познания и творчества через поиск и использование подобий. Главным аналогии эвристической является соотношение объективных связей и настоящей действительности. Выделяют такие виды аналогии как тривиальные, то есть общеизвестные, а также эвристические, отличающиеся своей необычностью и используемые при поиске вариантов решения. С помощью эвристической аналогии можно устранить противоречия, которые содержатся в проектной ситуации. Так же возможно применять различные аналогии таких типов, как прямые, субъективные, символические и фантастические [42].

5. Метод «Вживания в роль»

Подобное проектирование основано на ожиданиях потребителя. Дизайнер проектирует модель объекта как двухстороннюю коммуникацию изделия или среды. Существует два основных направления взаимодействия потребителя с окружением и объектом дизайна, которые формируются в процессе активного восприятия, выбора и оценки вещи. Первое направление сохраняет авторский стиль проекта. Второе направление характеризуется изменением стилистики деятельности автора, а также формирует новые типы эмоционального и эстетического отношения к создаваемому проекту. При данных направлениях происходит два процесса: преобразование окружающей среды дизайнером и изменение мира посредством потребителя.

6. Метод комбинаторики

Комбинаторика означает нахождение различных комбинаций из заданных элементов по определенным принципам: путем трансформаций, перестановок, сочетаний, группировок, переворота, организации ритма. В данном методе есть формообразование разных уровней: комбинирование стандартных элементов из простых геометрических форм, комбинирование различных видов декора на основе базовой формы, комбинирование стандартных готовых объектов [43].

Таким образом, метод агрегатирования применим к проектированию данного тренажера, поскольку в основе проектирования лежит разделение тренажера на отдельные элементы. Каждый элемент тренажера проходит через трансформацию, видоизменяется, в ходе чего меняется объемно-пространственная композиция проектируемого объекта. Корпус изделия рассматривается как функционирующая форма. Функциональный и композиционный аспекты объединяются в единый функционально-композиционный подход. В конкретных случаях существуют нормы к проектированию оборудованию данного типа, благодаря которым осуществляется сохранение правильной физиологической позы пациента, находящегося на тренажере, а также существуют определенные требования к материалам изготовления, используемых в производстве изделия. В следствии этого, необходимо учитывать данные нормы и требования, но в то же время использовать современные технологии и творческие приемы. Также был применен метод «Вживания в роль». Проектирование тренажера изначально происходило с позиции пользователя - человека, который будет пользоваться данным тренажером. Учитываются потребности потребителя, особенности, психология. Представляя себя на месте человека с ограниченными возможностями можно выявить недостатки проектирования тренажера и устранить их в улучшении тренажера.

2.2 Описание тренажера для реабилитации плечевого сустава, требования для разработки тренажера

Состоит из комплектующих:

Каркас металлической рамы, подвижные консоли для рук, гильзы-колелопоры, стопопоры неподвижные, кресло с фиксацией (рисунок 18).

Компанией «Техномед» представлен механический тренажер для плечевого сустава. Механическая работа плечевого сустава происходит за счет эластичных веревок, которые крепятся на разных уровнях на выступающих

сзади натяжителях, в следствии чего меняется натяжение и нагрузка на руку пациента. Длина натяжителей регулируется с помощью элементов фиксирующих положение в виде «Барашков», также регулируется высота крепления, на котором расположены консоли для рук. Также в тренажере присутствуют фиксаторы для коленей, которые откручиваются от общей конструкции. Работа плечевого сустава происходит за счет сопротивление, которое создают веревки прикрепленные на натяжители. Движение происходит в хаотичном порядке. На сидении располагаются фиксирующие брюшной отдел и регулирующие ремни.



Рисунок 18 – тренажер для плечевого сустава

Перед началом работы с заказчиком были заявлены отрицательные аспекты данной модели, которые требуют преобразований, либо изменений.

Отрицательные аспекты тренажера для разработки плечевого сустава:

1. В качестве фиксаторов положения использованы фиксаторы типа «Барашки», на закручивание и раскручивание которых уходит большое количество времени.
2. Фиксатором брюшного отдела является ремень с пластмассовой бляшкой, который может распусться и является ненадежным фиксатором.
3. Выступающие фиксаторы для коленок, откручиваются и есть необходимость их куда-либо убирать, вследствие чего данные детали могут потеряться.

4. В качестве основы используются квадратные трубы, которые придают конструкции угловатый и непривлекательный вид.

5. В качестве сидения на тренажере использовано обычное сидение с поролоновым наполнителем и кожаной обивкой, простой формы в виде квадратного параллелепипеда.

6. Места, где соприкасается рука не имеют тактильно комфортного материала, фиксаторов для руки и эргономических по форме элементов.

7. Тренажер не имеет эстетически приятного вида, элементы тренажера не создают гармоничную композицию.

2.2.1 Антропометрические требования

Сиденье тренажера должно обеспечивать поддержку тела в позе, которая физически соответствует действиям, которые должны выполняться и остается комфортной в период выполнения упражнений.

Спинка должна обеспечивать надежную опору для спины, особенно нижней части спины, во всех позах. Спинка не должна ограничивать необходимые свободные движения рук [44].

Соответствие размеров формы и конструкции изделия связаны с размером и формой человеческого тела, и характеризуются в соответствии с антропометрическими свойствами[45].

Габаритные размеры тренажера должны обеспечивать удобство пользования и рациональное расходование энергии человека.

Средний рост пользователя тренажера составляет 160-176 см, но также им могут пользоваться люди выше или ниже этого роста, поскольку антропометрические параметры проектируемого тренажера универсальны, так как рамы для руки регулируются по длине и высоте, что позволяет настроить параметры тренажера под различные габариты людей.

Рукоятки, держатели ног в доступной зоне досягаемости для их более комфортного использования. Расположение элементов тренажера в доступной

зоне досягаемости обеспечивает точные движения и размещение наиболее важных используемых органов управления.

2.2.2 Эргономические требования

Все проектируемые элементы продукта приводят в соответствие с характеристиками пользователей. Это достигается с помощью формирования целевой аудитории, постановки задач и цели, учитывание функционала среды, в которой будет работать продукт [46].

Тренажер для разработки и тренировки руки имеет регулируемые элементы взаимодействия с человеком, что позволяет осуществлять пользование тренажером широкому спектру пользователей.

Диапазон нагрузок на руку рассчитан в соответствии с диапазоном угла движения руки. Нагрузка на руку пациента рассчитана в соответствии с его состоянием [47].

Форма и размер рукояток соответствует анатомии руки пациента, рукоятки удобны для захвата руки

Тренажеры должны быть безопасными для пользователя, обслуживающего персонала, а также для окружающих лиц и предметов при эксплуатации и техническом обслуживании [48].

- При проектировании сидения необходимо учитывать следующие требования:
 - Сидение должно быть безопасным, то есть надежно закреплено на каркасе тренажера.
 - Передний край сидения должен иметь скругление, чтобы предотвратить травмы.
 - Необходимо использовать кресло с мягкой обивкой из влагоотталкивающего материала.
 - Спинка сидения должна иметь выступ на высоте 180-220 мм от плоскости сидения и обеспечивать опору пояснице.

- Оптимальная высота сидения 390-450 мм. Ширина не менее 360 мм. Глубина 360-450 мм. Высота поясничной опоры 165-600 мм от сидушки. Высота спинки 320-420 мм. Ширина спинки 300-400 мм. Угол между сидением и спинкой 90-113°. Наклон спинки 0-15°.
- Сидение должно соответствовать форме человеческого бедра. Это можно достичь профилировкой сидушки [49].

2.2.3 Функциональные требования

Тренажер для плечевого сустава имеет регулируемые элементы. На тренажере можно отрегулировать длину рамы для руки индивидуально под пациента и силу натяжения эластичной резинки. Сила натяжения подбирается индивидуально под состояние и возможности пациента. Движения на тренажере осуществляются следующим образом:

1. Человек садится на тренажер, сам или с помощью врача (исходная позиция) (рисунок 19).

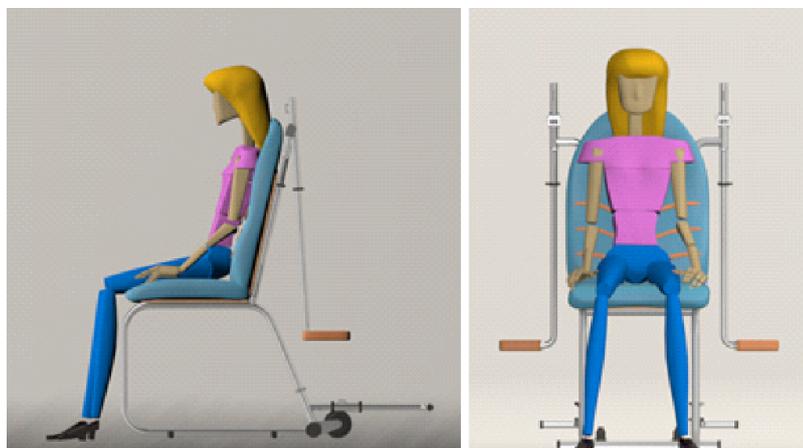


Рисунок 19- Исходная позиция

2. Если есть необходимость, пациенту закрепляют ноги, с помощью липучек и пристегивают ремнем к сидению.
3. Выполнение упражнений: на тренажере можно выполнять маховые движения перед собой, в профильной плоскости, движение руки вверх и вниз перед собой, выполнять можно двумя руками одновременно и одной рукой по очереди (рисунок 20).

4. Допустимая амплитуда вращения прямой руки в плечевом суставе: вращение плеча наружу – предельная амплитуда 80° , вращение плеча внутрь - амплитуда этого движения составляет $100-110^\circ$.

5. Отведение прямой руки вниз и вверх: отведение-движение конечности, направленное от средней линии тела в плечевом суставе амплитуда движения составляет 180° .

6. Сгибание, разгибание руки от себя к себе (вправо влево) (рис.4)

Сгибание – движение в суставе вокруг его фронтальной оси, приводящее к уменьшению угла между сочленяющимися костями и сегментами конечностей.

- в плечевом суставе амплитуда движения составляет 180° ;
- в локтевом при активном сгибании (мышцами сгибающими локоть) $140-145^\circ$, а при пассивном (за счёт внешней силы) 160° ;
- в лучезапястном при активном сгибании 95° , а при пассивном 85° .

Разгибание – движение в суставе вокруг его фронтальной оси, приводящее к увеличению угла между сочлененными сегментами.

- в отличие от сгибания, амплитуда разгибания в плече (без включения лопатки) не превышает $45-50^\circ$. Для обеспечения максимального разгибания, достигающего 60° , необходимо внутреннее вращение плечевой кости [50].

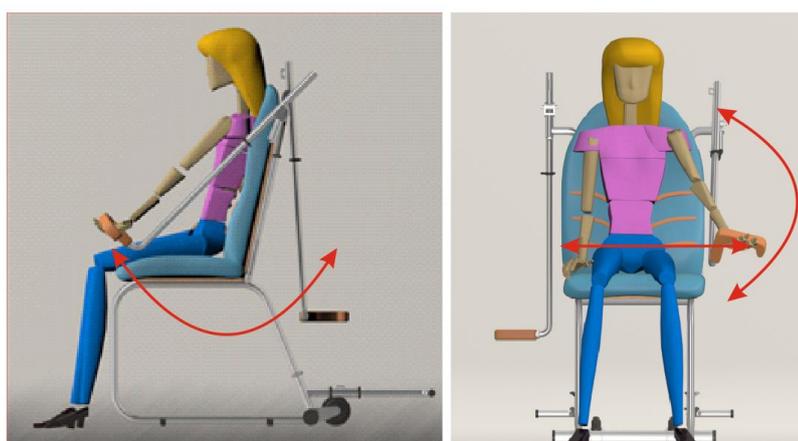


Рисунок 20 – выполнение упражнений

2.3 Комплекс функциональных условий элементов тренажеров

обзор аналогов

Критерии для сидения и спинки

Прежде чем проводить анализ элементов тренажера были сформированы критерии для характеристики отдельных элементов тренажеров [51].

В первую очередь были рассмотрены сидение и спинка, поскольку это первое с чем контактирует человек при занятии на тренажере (Рисунок 21).



Рисунок 21 – сидение и спинка исходного объекта

В исходном тренажере есть сидение со спинкой, которое имеет основу из фанеры, наполнителем является поролон и обивка искусственная кожа. Сидение крепится к стальному каркасу болтами. Сидение имеет квадратную форму, спинка прямоугольная, имеет ширину меньше, чем у сидения. Сидение и спинка имеют выступающие углы, которые могут травмировать пациента, либо окружающих.

На основе тех проблем, которые были выявлены в исходном тренажере, сформированы критерии для сидения и спинки [52].

Критерии для сидения спинки:

1. Материалы: основа сидения, спинки, наполнитель, обивка;
2. Наличие угла наклона спинки;
3. Анализ и спинки сидения, эргономичность и удобство формы;
4. Дополнительные особенности;
5. Крепление к каркасу;

6. Безопасность формы;

7. Соответствие спинки и сидения требованиям эргономики (угол наклона спинки, размер, ширина, длина, высота стула) [53];

8. Соответствие требованиям к выполняемым упражнениям.

Критерии для каркаса

Затем был рассмотрен каркас и сформированы критерии, которые необходимо отразить в каркасе тренажера. Каркас является несущим элементом всей конструкции. Он удерживает пациента на тренажере и обеспечивает выполнение упражнения. Рассмотрим каркас исходного тренажера (рисунок 22).



Рисунок 22 – каркас исходного объекта

Каркас исходного тренажера имеет две стойки: в передней части и в задней, таким образом, устойчивость конструкции обеспечивается спереди и сзади, боковые части частично контролирует задний прямоугольный профиль, но он не предотвращает падение пациента вбок. Каркас выполнен из квадратных профилей 20 x 20 x 3 мм, с элементами из профилей 15 x 15 x 2 мм и 25 x 25 x 3 мм и прямоугольного профиля 40 x 20 x 4 мм. Каркас не является надежным, так как размер профилей небольшой, следовательно, не может быть использован группами людей с большим весом.

На основе выявленных проблем сформированы критерии:

1. Устойчивая форма каркаса для тренажера
2. Должна обеспечивать устойчивое положение на сидении
3. Соответствие формы каркаса общей форме сидения

4. Оптимальная и безопасная форма профиля
5. Наличие заглушек на концах профиля
6. Соответствие каркаса требованиям эргономики
7. Соответствие требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере
8. Соответствие безопасности пациента и тренера при взаимодействии с конструкцией тренажера
9. Крепление колес к каркасу

Критерии для рукоятки

Последний элемент это ручки тренажера, также важный элемент, так как непосредственно влияет на качество выполнения упражнения, комфорт пациента. Рассмотрим ручки на исходном объекте (рисунок 23).



Рисунок 23 – ручки исходного объекта

Исходный объект имеет металлические ручки из квадратных профилей, на трубе.

Таким образом, были выявлены критерии для анализа ручек:

1. Удобная эргономичная ручка, соответствующая размеру человеческой руки [54].
2. Определенная высота от пола.
3. Удобное расстояние от пола.
4. Тактильно приятный материал, предотвращающий проскальзывание руки во время выполнения упражнения.
5. Соответствие ручки требованиям эргономики.

6. Соответствие требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере.

Анализ сидения и спинки по сформированным критериям

1) Kinetec Centura реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов

1. Основа сидения и спинки выполнена из фанеры, наполнитель поролон и обивка винилискожа.

2. Присутствует угол наклона у спинки сидения.

3. Сидение в основании имеет квадрат, спинка прямоугольник. Также сидение имеет углубление под сидалищные выступы человека, что делает сидение удобным и фиксирует пациента на сидении. Сидение и спинка имеет округлые края, что предотвращает травмы пациента и окружающих.

4. Спинка имеет декоративные элементы волнообразной формы, что придает эстетику общему образу.

5. Сидение крепится к металлическому каркасу.

6. Форма сидения является квадратной и площадь сидения небольшая

7. Спинка и сидение частично соответствуют требованиям эргономики - (площадь сидения небольшая и некоторые пациенты не смогут использовать тренажер).

8. Сидение и спинка соответствуют требованиям к выполняемым упражнениям.

2) Kinetec centura Lite - реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов.

1. Основа сидения и спинки выполнена из фанеры, наполнитель поролон и обивка винилискожа.

2. Присутствует угол наклона у спинки сидения.

3. Сидение и спинка в основании имеют прямоугольник, равномерные поверхности. Сидение и спинка имеют округлые края, которые исключают травмы пациента и окружающих.

4. Дополнительные особенности - скругленные края сидения и спинки.

5. Сидение крепится к металлическому каркасу.

6. Форма сидения имеет достаточно большую площадь, так как в основе прямоугольник.

7. Спинка и сидение соответствуют требованиям эргономики. Сидение имеет равномерную поверхность без эргономических элементов, но имеет достаточную площадь, для посадки различных пациентов.

8. Сидение и спинка соответствуют требованиям к выполняемым упражнениям.

3) ARTROMOT S3 реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов.

1. Основа сидения и спинки выполнена из фанеры, наполнитель поролон и обивка медицинская кожа.

2. Присутствует угол наклона у спинки сидения.

3. Сидение и спинка имеет в основе форму прямоугольника. Края сидения и спинки немного имеют скругление, что исключает травмы пациента и окружающих.

4. Спинка имеет изгиб, для поддержания правильной осанки, Сидение имеет также изгиб посередине под сидалищные выступы и фиксации человека на сидении. Скругленные края сидения и спинки.

5. Сидение крепится к металлическому каркасу.

6. Форма сидения и спинки имеет достаточно большую площадь, так как в основе прямоугольник. Это способствует тому, что данным тренажером могут пользоваться люди с различной массой и объемами.

7. Спинка и сидение соответствуют требованиям эргономики. Сидение имеет равномерную поверхность без эргономических элементов, но имеет достаточную площадь, для посадки различных пациентов.

8. Сидение и спинка соответствуют требованиям к выполняемым упражнениям.

4) Ормед FLEX 03- реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов

1. Основа сидения и спинки выполнена из фанеры, наполнитель поролон и обивка медицинская кожа.

2. Присутствует угол наклона у спинки сидения.

3. Сидение в основе имеет квадрат, спинка прямоугольник, края сидения и спинки немного имеют скругление, что исключает травмы пациента и окружающих.

4. Скругленные края сидения и спинки.

5. Сидение крепится к металлическому каркасу.

6. Форма сидения является небольшой, есть вероятность, что воспользоваться тренажером смогут ограниченное количество людей, поскольку люди, которые имеют большую массу, не влезут на сидение. Также спинка имеет небольшую площадь для прилегания спины, это может привести к усталости спины пациента.

7. Спинка и сидение частично соответствуют требованиям эргономики. Площадь сидения небольшая и некоторые пациенты не смогут использовать тренажер. Также спинка имеет небольшую площадь прилегания спины.

8. Сидение и спинка соответствуют требованиям к выполняемым упражнениям.

Таким образом, в ходе анализа сидения и спинки существующих тренажеров были выявлены пункты, которые необходимо отразить в проектируемом тренажере:

- Сидение должно иметь основу из твердого и износостойкого материала. Наполнитель не должен продавливаться со временем. Материал для обивки также должен быть износостойким, легко моющимся, экологически чистым.

- У спинки должен быть уклон, для правильного выполнения упражнений.

- Необходимо, чтобы сидение имело достаточное количество места для посадки разных групп людей. Спинка должна фиксировать максимальную часть спины.

- Нужно предусмотреть скругленные края сидения и спинки
- Сидение должно плотно крепиться к каркасу
- Форма сидения и спинки должна быть безопасна для пациента и окружающих

Анализ каркаса по сформированным критериям

1) Kinetec Centura

1. В каркасе данного тренажера, устойчивым элементом является основание тренажера, оно имеет большую площадь, и создает устойчивость, баланс передней и задней части, таким образом, исключается переворот тренажера вперед или назад.

2. К основанию крепится стойка и к ней крепится само сидение тренажера. Стойка - это единственное крепление сидения к каркасу. Несмотря на большой диаметр стойки, конструкция не выглядит устойчивой, поскольку сидение крепится только в одном месте, посередине. Таким образом, сидеть на данной конструкции не безопасно, так как можно сесть на край, наклониться и перевернуться.

3. Сидение со скругленными углами, с волнообразными элементами на спинке и массивный каркас не создают гармоничное сочетание, так как сидение навевает легкость, а массивный каркас из круглого профиля смотрится громоздко и нарушает общую композицию.

4. Форма профиля является безопасной и оптимальной для реабилитационного тренажера.

5. Также следует заметить, что каркас имеет заглушки на концах профиля, это является важным аспектом для безопасности тренажера для пациента и тренера.

6. Соответствие каркаса требованиям эргономики - частично соответствует.

7. Каркас соответствует требованиям к выполняемым упражнениям.

8. Соответствует безопасности пациента и тренера при взаимодействии с конструкцией тренажера.

9. Колеса крепятся к каркасу с помощью приваренных металлических пластин и винтового соединения, к пластинам (рисунок 24).



Рисунок 24 – крепление колес к тренажеру Kinetec Centura

2) KINETEC CENTURA LITE

1. Каркас данного тренажера имеет две стойки в форме трапеции, выполненные из круглого профиля, профиль основания имеет выступы за ножки, что придает устойчивость конструкции каркаса.

2. Данная конструкция исключает падение пациента вперед, назад и в бок. Поскольку в передней части нет элементов, которые создают опору конструкции, есть вероятность падения пациента вперед либо назад.

3. Сидение имеет скругленные края, сам каркас имеет четкую геометрию, ножки имеют в основе трапецию с выступающими профилями в передней и задней части. Целостность образа нарушена, так как в основе сочетание плавного сидения и геометричных ножек с выступающими профилями.

4. Форма профиля является безопасной и оптимальной для реабилитационного тренажера.

5. Есть заглушки на концах профилей тренажера.

6. Соответствие каркаса требованиям эргономики - частично соответствует (выступающие элементы в передней и задней части могут

мешать пациенту выполнять упражнения, и тренеру контролировать процесс, об них можно запнуться).

7. Соответствие требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере – соответствует.

8. Соответствует безопасности пациента и тренера при взаимодействии с конструкцией тренажера.

9. Колеса крепятся к каркасу с помощью профильной шайбы и винта (рисунок 25).



Рисунок 25 – крепление колес к тренажеру Kinetec Centura Lite

3) ARTROMOT S3

1. Данный каркас имеет две ножки, в основе которых прямоугольник со скругленными краями в верхней части. Основание имеет профиль с выступающими элементами, которые придают конструкции устойчивость. Основание имеет прорезиненные ножки с 2 сторон, что предотвращает падение пациента в бок, назад и вперед. Каркас выполнен из круглого профиля, основание имеет профиль большего диаметра, для надежности конструкции.

2. Каркас обеспечивает устойчивое положение пациента на сидении.

3. Сидение и спинка имеют пластичную форму, ножки также имеют скругление в верхней части, что создает целостный образ.

4. Круглая форма профиля является безопасной, поскольку у нее отсутствуют углы, об которые можно травмироваться, она часто используется в медицине, так как важно, чтобы пациенты были в безопасности.

5. Есть заглушки на концах профилей тренажера.

6. Соответствие каркаса требованиям эргономики – соответствует.

7. Соответствие требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере – соответствует.

8. Соответствие безопасности пациента и тренера при взаимодействии с конструкцией тренажера - частично соответствует (есть вероятность повредиться об выступающие элементы).

9. Колеса крепятся к каркасу с помощью профильной шайбы и винта (рисунок 26).



Рисунок 26 – крепление колес к тренажеру ARTROMOT S3

4) Ормед FLEX 03

1. Каркас состоит из 2 прямоугольных стоек в передней и задней части. Задняя стойка шире передней, потому что основная нагрузка в задней части сидения. Основание в виде трапеции, располагается между 2 стойками и создает дополнительную устойчивость конструкции, также основание имеет в передней и задней части круглые профили.

2. Устойчивое положение на сидении частично, так как надежно закреплено сидение спереди и сзади, под вопросом остаются боковые части, так как пациент может перевернуться вбок.

3. Сидение и спинка имеют скругления по форме. Сидение имеет опору спереди и сзади. Стойки - это два прямоугольника соединенных у основания, круглые профили основания выступают с 2 сторон. В центре композиции само сидение, которое смотрится громоздко, за счет того, что спинка имеет небольшую ширину. Элементы тренажера смотрятся разрозненно.

4. В каркасе сочетание прямоугольных стоек, трапециевидного основания и круглых профилей. Круглые профили являются безопасными, прямоугольные стойки и основание имеют углы, которые могут быть травмоопасны.

5. Есть заглушки на концах профилей тренажера.

6. Соответствие каркаса требованиям эргономики – соответствует.

7. Соответствие требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере – соответствует.

8. Соответствие безопасности пациента и тренера при взаимодействии с конструкцией тренажера - частично соответствует (есть вероятность повредиться об выступающие элементы).

Колеса крепятся к каркасу с помощью приваренных металлических пластин и винтового соединения, к пластинам (рисунок 27).



Рисунок 27 – крепление колес к тренажеру Ормед FLEX 03

Таким образом, в ходе анализа каркаса существующих тренажеров были выявлены пункты, которые необходимо отразить в проектируемом тренажере:

- Каркас тренажера должен иметь устойчивую форму с равномерным распределением нагрузки.
- Пациент должен благодаря каркасу надежно находиться в положении сидя.
- Форма каркаса соответствует форме сидения и спинки и другим элементам.
- Безопасная и оптимальная круглая форма профиля.
- На концах профиля должны быть обязательно заглушки из упругого материала.

- Каркас должен соответствовать требованиям эргономики и выполняемым упражнениям и быть безопасным.
- Крепление колес к каркасу также должно быть надежным.
- Окрашивание каркаса порошковой краской в заданный цвет, согласно цветовой палитре RAL

Данные аналоги предназначены для пассивной разработки плечевого сустава, проектируемый тренажер предназначен для механической разработки плечевого сустава, то есть половину работы пациент выполняет рукой самостоятельно, следовательно, ручки, которые используются в этих аналогах, не могут быть применены в данной разработке. Из аналогов можно взять закрепление запястного сустава ремнями это увеличит фиксацию руки на тренажере и предотвратит провисание и проскальзывание.

Анализ ручек по сформированным критериям

1) Тренажер для плеча и локтя ЗМ-660С (рисунок 28). Боковые круговые движения локтем и плечом.



Рисунок 28 – тренажер для плеча и локтя ЗМ-660С

1. Эргономичная ручка, на которой рука фиксируется с 2 сторон, так как ручка имеет ограничения с двух сторон, в виде выпуклых участков.
2. Возможно, диаметр ручки велик, поскольку на изображении для мужской руки, ручка выглядит объемной.
3. Ручка выполнена из поролона, следовательно, является мягкой и не скользкой.
4. Ручка соответствует требованиям эргономики.

5. Ручка соответствует к выполняемым упражнениям на тренажере.

2) ЗМ-664С — Тренажер для активной разработки верхнего плечевого пояса (рисунок 29) [55]. Круговые движения перед собой, разработка плеча и локтя.



Рисунок 29 – ЗМ-664С

1. Эргономичная ручка, на которой рука фиксируется с 2 сторон, имеет ограничения у основания виде плоского элемента и на конце овальный наконечник, чтобы рука не соскочила.

2. Размер ручки соответствует размеру человеческой руки.

3. Ручка выполнена из резины, следовательно, является не скользкой и прочной.

5. Ручка соответствует требованиям эргономики.

6. Ручка соответствует требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере.

3) Nur 5120 (рисунок 30) [56]. На тренажере выполняются жимы руками вверх и тяги вниз. Ручки у тренажера разнозахватные. Изменяя положение хвата можно слегка менять направление вектор нагрузки и варьировать тренировочный эффект.



Рисунок 30 – Nur 5120

1. Эргономичная ручка, на которой рука фиксируется с одной стороны. Фиксация с помощью изгиба на внешней части ручки.

2. Размер ручки соответствует размеру человеческой руки

3. Ручка выполнена из неопрена, материала, который предотвращает скольжение руки по рукоятке.

5. Ручка соответствует требованиям эргономики.

6. Ручка соответствует требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере.

4) MB Barbell Тренажер для рук и плеч MB 3.19 (рисунок 31) [57]. На тренажере выполняются упражнения жим вверх.



Рисунок 31 – MB Barbell Тренажер для рук и плеч MB 3.19

1. Эргономичная ручка, на которой рука фиксируется с двух стороны. Фиксация с помощью пластины в начале и выпуклого элемента в конце. На ручке есть эргономичные элементы в виде выпуклых элементов на поверхности ручки.

2. Размер ручки соответствует размеру человеческой руки.

3. Ручка выполнена из неопрена, материала, который предотвращает скольжение руки по рукоятке.

5. Ручка соответствует требованиям эргономики.

6. Ручка соответствует требованиям к выполняемым упражнениям на тренажере.

Таким образом, в ходе анализа каркаса существующих тренажеров были выявлены пункты, которые необходимо отразить в проектируемом тренажере:

Ручка должна быть удобна, эргономична и соответствовать размеру человеческой руки и выполняемым упражнениям, иметь на концах фиксирующие элементы, выпуклые на концах и поверхность для пальцевповторяющая их форму.

Материал должен быть тактильно приятным и предотвращающим проскальзывание руки во время выполнения упражнения.

2.4 Эскизирование

За основу образа для разработки дизайна для тренажера для плечевого сустава были взяты динамичные образы, поскольку на нем совершаются активные движения [58].

Первый эскизный вариант тренажера имеет образ птицы, поскольку движения руками на тренажере напоминают порхание крыльями птицы (рисунок 32). Образ отражен на обивке сидения тренажера. В данном варианте добавлены тактильные элементы, ортопедическое кресло и подголовник.

Положительные характеристики:

Наличие яркого и динамического образа, с присутствием контрастных элементов, которые добавляют данному варианту индивидуальные особенности. Ортопедическое сидение и подголовник. Оформление тактильных элементов прорезиненным материалом.

Отрицательные характеристики:

Несколько активное цветовое сочетание, которое придает образу некоторую агрессию. Также необходимо большее количество конструктивных преобразований.



Рисунок 32 – первый эскизный вариант тренажера

Второй вариант эскиза имеет образ волны, поскольку сама по себе волна пластичная, изогнутая, приобретает необычные формы, которые изображают на различных картинах и фотографиях (рисунок 33). Образ отражен в обивке сидения, цветовой гамме и элементах конструкции.

Положительные характеристики:

Данный эскизный вариант имеет динамический образ, который повторяется в элементах конструкции. Сидение имеет ортопедическую основу и подголовник, который плавно вытекает из общей структуры. Также есть прорезиненные и оформленные цветом тактильные элементы.

Отрицательные характеристики:

Изогнутый элемент конструкции под сидением не несет функционального значения, поэтому его наличие неоправданно. Цветовая гамма является темной, в итоговом решении планируется применение более светлых оттенков, поскольку темная цветовая гамма создает отрицательное настроение пациента.



Рисунок 33 – второй вариант эскиза тренажера

Третий эскизный вариант имеет бионический образ наполненный плавными формами напоминающими листья деревьев их контуры и очертания (рисунок 34). Тренажер используется для восстановления людей с тяжелыми заболеваниями, поэтому образ объекта природы, гармонично подходит для тренажера, так как природа постоянно обновляется, восстанавливается с течением времени.



Рисунок 34 – третий эскизный вариант тренажера

Положительные характеристики:

Эскизный вариант имеет лаконичную цветовую гамму из оттенков зеленого, зеленый цвет символизирует зарождение жизни и благоприятно влияет на психику людей. Элементы конструкции имеют плавные изгибы, которые являются дополнением заданного образа. Также оформлены тактильные поверхности прорезиненными элементами. Сидение

ортопедическое и имеет подголовник. Есть закрепители руки на поверхности тренажера.

Отрицательные характеристики:

Конструкция на эскизе не является устойчивой и надежной, что является небезопасным при применении.

Четвертый эскизный вариант также имеет плавный и динамический образ стихии ветра (рисунок 35). Самая главная сила ветра в его скорости, можно провести параллель со скоростью реабилитации пациента. Сам эскиз имеет пластичные элементы, которые заключены в обивке сидения и в элементах конструкции.



Рисунок 35 – четвертый эскизный вариант тренажера

Положительные характеристики:

Лаконичное и светлое цветовое сочетание, которое не вызывает раздражения и выглядит гармонично. Оформлены тактильные поверхности. Сидение ортопедическое с подголовником. Элементы конструкции повторяют общую динамику образа.

Отрицательные характеристики:

Изогнутые передние ножки тренажера заполняют место под сидением, которое можно использовать более практично. Также задние изогнутые элементы сложны в изготовлении и могут нарушить главные функции тренажера.

Пятый эскизный вариант имеет доработки в конструкции тренажера (рисунок 36). В нем сочетаются плавные формы каркаса и сидения. Применяется спокойная холодная цветовая гамма.

Положительные характеристики:

Лаконичное и гармоничное колористическое решение. Оформление тактильных элементов и держателей рук на поверхности рамы. Сидение с выступами для удобства посадки и с подголовником. Элементы сидения и каркаса имеют динамические и изогнутые части.

Отрицательные характеристики: Конструкция занимает много места. Выступающие передние ножки мешают посадке пациента на тренажере. Фиксация руки на раме выглядит жесткой, из-за чего пациент может повредиться.



Рисунок 36 - пятый вариант эскиза тренажера

В следующем эскизном варианте были произведены доработки конструкции (рисунок 37). Передние ножки было решено продлить. Данное решение выглядит более лаконично и устойчиво. Под сидением и на спинке есть ребра жесткости, которые поддерживают общую конструкцию. Для того, чтобы сделать тренажер более мобильным были добавлены в задней части колесики. В качестве держателя для ног было решено использовать тканевые фиксаторы (рисунок 37).



Рисунок 37 – шестой вариант эскиза тренажера

Таким образом, шестой эскизный вариант был выбран для дальнейшей проработки тренажера, поскольку является самым технологичным, мобильным решением.

2.5 Конструкция тренажера

2.5.1 Конструкционное решение каркаса

Следующим этапом проектирования является проработка отдельных узлов конструкции тренажера. В первую очередь был рассмотрен каркас для тренажера. Для того, чтобы учитывать габариты элементов каркаса была создана условная 3D модель на основе эскизного решения. На рисунке 38 представлен каркас тренажера, созданный на основе образца тренажера для реабилитации плечевого сустава и преобразования конструкции в эскизном решении.



Рисунок 38 – каркас тренажера 1

Данное решение имеет ряд проблем. Каркас спинки является ненадежным, поскольку крепится непосредственно к самой спинке и не имеет крепления к общему каркасу (рисунок 39).



Рисунок 39 – крепление каркаса спинки

Затем ножка в задней части создает треугольник, который не сочетается с плавными передними ножками (рисунок 40).



Рисунок 40 – крепление каркаса спинки

В задней части располагается основная нагрузка и одна ножка является ненадежным креплением конструкции. Функциональные элементы выступают из общей конструкции каркаса и также выбиваются из общей композиции каркаса тренажера (рисунок 41).



Рисунок 41 – функциональные узлы

С учетом данных проблем было произведено преобразование конструкции каркаса тренажера (рисунок 42). Конструкция имеет плавные

переходы между частями. Общая композиция каркаса выглядит более гармонично, элементы сочетаются.



Рисунок 42 – конструкция тренажера 2

Во-первых, была доработана спинка и совмещена с нижней частью каркаса (рисунок 43). При совмещении было применено скругление нижней части, в следствии чего возникло соединение, которое будет проблематично создать с помощью сварки.



Рисунок 43 – крепление спинки к каркасу

Поэтому было решено сделать прямое соединение нижней части спинки с каркасом (рисунок 44). Данное соединение будет возможно выполнить сваркой, также уменьшатся затраты на гибку труб.



Рисунок 44 – крепление спинки к каркасу

Во-вторых, были доработаны угловатые функциональные узлы, было решено также применить к ним скругление (рисунок 45). Скругление данных элементов поддерживает основную часть конструкции тренажера, создавая гармоничный плавный образ каркаса тренажера.



Рисунок 45 – скругленные функциональные узлы

Далее функциональные элементы в задней части каркаса были заменены на ножки, это значительно облегчило конструкцию всего тренажера (рисунок 46).



Рисунок 46 – доработанный каркас тренажера

Следующим этапом работы над каркасом была детальная проработка отдельных узлов тренажера. Были созданы рукоятки для захвата рамы для руки (рисунок 47). Рукоятки имеют непонятное крепление, поэтому нуждаются в преобразовании. Затем убран каркас спинки из общего каркаса, так как утяжеляет каркас. Таким образом, вместо каркаса спинки остается ребро жесткости, которое перемещается на функциональные элементы для крепления к нему спинки (рисунок 47).



Рисунок 47 – рукоятка и каркас без спинки

Поскольку рукоятки нуждались в преобразовании, было решено их доработать. Была добавлена гибкая труба около рукоятки, на цилиндрический профиль будет одеваться неопределенная форменная ручка и закрепляться кольцом (рисунок 48). С одним ребром жесткости каркас не является надежным, поэтому было решено добавить еще ребро жесткости к спинке, каркас стал надежным и жестким (рисунок 48).



Рисунок 48 – доработанный каркас тренажера и рукоятка

Таким образом, был создан каркас с рукоятками, следующим этапом была проработка креплений и детализация каркаса.

2.5.2 Крепления

Для создания конструкции тренажера для реабилитации плечевого сустава были использованы крепежные элементы, которые являются надежными и могут использоваться несколько раз, поскольку тренажер является регулируемым и многие элементы подвергаются постоянной эксплуатации. Крепежные элементы при необходимости можно заменить, что позволяет значительно увеличить продолжительность срока эксплуатации устройства. В качестве основных крепежных элементов были выбраны шестигранные гайки, винты, шайбы, хомуты, саморезы. Данные крепежи используются для сборки регулируемых элементов и функциональных элементов, их регулировка, закрепление колес. Размер крепежных элементов подбирался исходя из размеров деталей тренажера. Таким образом, были выбраны гайки и винты М10. Для крепления колес к держателям используются гайки, винты и шайбы. Далее для крепления сидения к каркасу используются саморезы и хомуты. Данный способ крепления деталей является наиболее простым и достаточно эффективным. Крепление на саморезах предполагает, что соединение будет разбираться не более 10 раз за все время эксплуатации устройства [59]. Для крепления функциональных элементов также

используются винты и гайки. Для всех выбранных крепежных элементов в корпусе создаются посадочные места.

2.6 Технологии изготовления конструкции

Основные стадии технологического процесса изготовления тренажера для реабилитации плечевого сустава:

- 1) Резка труб по размеру;
- 2) Снятие фаски с торцов труб;
- 3) Сверление отверстий;
- 4) Гибка труб на гибочном станке;
- 5) Сварочный процесс;
- 6) Зачистка сварных швов;
- 7) Порошковое окрашивание;
- 8) Сборка тренажера.

Резка труб в размер можно производить различными способами. Существуют термические способы: плазменное, лазерное, газовое оборудование. Механические способы: болгарка, ножовочный станок, роликовый труборез [60]. В данном случае оптимальным будет использовать лазерный станок, поскольку данное оборудование может одновременно выполнить несколько этапов работы. Это резка труб в размер, обработка кромок, сверление отверстий. Снятие фаски с торцов труб производится механическим способом снятия фаски, поскольку такой способ позволяет сохранить металл [61].

Каркас тренажера имеет большое количество труб, которые имеют гнутую форму. Существуют разные способы гибки труб. Выбор способа гибки труб зависит от следующих факторов:

- Толщина стенок труб;
- Диаметр трубы;
- Материал трубы;

- Качество сгиба;
- Радиус сгиба требуемой точности;
- Необходимое количество изогнутых деталей;
- Повторяемость элементов.

Для создания каркаса используются трубы размером 21x1,5 мм, 25x2 мм, 28x2 мм. Перед гибкой были рассмотрены минимальные радиусыгиба труб [62]. Самый минимальный радиусгиба трубы 25x2 можно осуществлять на специальных гибочных станках 33 мм согласно руководящему документу «Радиусы и углыгиба труб» (рисунок 49). Для создания конструкции тренажера используются сгибы труб радиусами 78 мм, 44 мм.

Радиусыгиба труб

Номинальный размер трубы DxS	Минимальный радиусгиба R в зависимости от способагибки								На специальных трубогибочных станках
	В холодном состоянии без наполнителя	В холодном состоянии с наполнителем	В горячем состоянии с наполнителем		В холодном состоянии на трубогибочных станках с дорном при S/D >= 0,04-0,05		В горячем состоянии с наполнителем в ручных приспособлениях		
			при R=D	при R=1,5D	при R=2D	при R=2,5D	при толщине стенки до 2,8 мм и S/D >= 0,04-0,05	при толщине стенки не больше 3 мм и S/D >= 0,04-0,05	
Стальные трубы									
25x1,5-2,0	90	63	25	38	50	63	50	-	33

Рисунок 49 –таблица радиусагиба труб

На рисунке 50 представлена технологиягибки трубы и обозначения необходимых значений, таких как радиусгиба R, толщина стенок трубы S, диаметр трубы D. Обозначен минимальный радиусгиба трубы размером 25x2 мм на специальных трубогибочных станках.

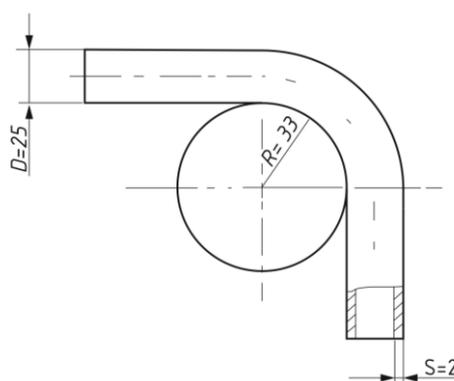


Рисунок 50 – радиусгиба труб

В качестве станка для гибки труб тренажера был выбран станок, работающий способом наматывания. Трубогибочные станки, работающие способом наматывания, из-за высокой производительности, чаще применяется при массовом, крупносерийном и серийном производствах, однако и при штучном и при экспериментальном производствах этот метод гибки труб позволяет получить превосходные результаты [63].

Следующий этап работы – это сварочный процесс. Для создания сварных соединений была выбрана лазерная сварка, поскольку имеет ряд преимуществ на фоне других способов сварки. Данный способ имеет высокую производительность, широкий спектр сталей для сварки, высокое качество сварных швов, минимальный нагрев и, следовательно, деформация деталей, возможность выполнения сварки в труднодоступных местах, возможность быстрой смены настроек аппарата, экономия электроэнергии и материалов. Также есть более экономичный метод – это газовая сварка. Для нее не требуется дорогостоящее оборудование, можно менять мощность пламени, использование в труднодоступных местах, прочные швы.

Далее идет зачистка сварных швов, она проходит в три этапа:

- Очистка зоны вокруг шва от окалины, шлаков и разводов. Шлаки удаляют молотком с заостренным концом, затем удаляют осколки металлической щеткой;
- Грубая зачистка – выравнивание почти до удаления сварного шва, можно выполнять на станках или специальными ножницами для зачистки швов, шлифовальными машинами с шлифовальным камнем;
- Полировка сварного шва – для этого используется фибровый круг шлифовальной машины. Полировка завершает сварочный процесс и подготавливает изделие к покраске.

Готовые детали ополаскиваются и высушиваются. Сушатся детали в отдельной печи. Просушенные детали охлаждаются при температуре воздуха. После они помещаются в камеру напыления, где они покрываются порошковой

краской. Камера предназначена для улавливания порошковых частиц, не осевших на изделия, утилизации краски и предотвращении ее попадания в помещение. Она оснащена фильтрами и встроенными средствами очистки, и системами отсоса. В автоматических камерах напыления, с помощью пистолетов - манипуляторов наносится краска. На заключительной стадии окрашивания происходит плавление и полимеризация нанесенной на изделие порошковой краски в камере полимеризации [64].

Следующий этап создания тренажера – сборка готовых деталей. Сборка каркаса производится с нижней части. На трубу 51x2 мм надеваются держатели для колес, привариваются, далее привариваются гнутые ножки. Затем к ножкам привариваются функциональные рамы, они же держатели спинки, к ним привариваются кольца для ремней и к верхней части консоль, к которому приваривается рама для руки. Рама для руки сгибается, на конец одевается неопреновая рукоятка и закрепляется кольцом на раме. Надевается труба и закрепляется хомутами. На ножки и нижние функциональные рамы одеваются трубы и закрепляются хомутами. На концы труб крепятся пластиковые заглушки. Затем надеваются пластиковые накладки на раму для ног. Прикручиваются колеса и сидение. Прикрепляются ремни и держатели для ног. Таким образом, конструкция тренажера для реабилитации плечевого сустава изготовлена, собрана и готова к эксплуатации. Стоимость материалов и услуг по сборке конструкции представлено в приложении А. Общая стоимость материалов и услуг составляет 35065 рублей.

2.7 Выбор материалов

Поскольку тренажер представляет собой сварную конструкцию из стальных труб, окрашенной атмосферостойкой полимерной порошковой краской в качестве материала для каркаса была выбрана сталь, поскольку это долговечный, надежный и прочный материал, который наиболее подходит для

изготовления сварного каркаса тренажера. В отличие от профильных труб, круглые стальные трубы являются наименее опасными при эксплуатации.

Материал для основы сидения – это фанера. Она также является прочным материалом, который часто используют в изготовлении основ для сидения. Наполнитель сидения – струттофайбер, экономичный, воздухопроницаемый, легкий и долговечный материал. В качестве обивки сидения используется медицинская кожа, поскольку она устойчива к химическим веществам, прочна, долговечна, также устойчива к механическим повреждениям. Также медицинская кожа имеет разнообразную палитру цветов. Холодные цвета успокаивают, а теплые побуждают к деятельности. Поэтому на сидении есть массажные теплые элементы и рукоятки также имеют теплый оттенок. Для тактильных элементов на ручках используется неопрен, пенисто-резинный материал, который предотвращает скольжение руки по поверхности рукоятки. Для заглушек и ножек используется прорезиненный пластик, который предотвращает травмы и царапины от тренажера на полу.

Фиксирующие ремни выполнены из полипропилена, так как это прочный, экологичный и устойчивый к механическим и химическим воздействиям материал.

3 Разработка художественно-конструкторского решения

3.1 3D Моделирование

Моделирование тренажера производилось в программе Autodesk Fusion 360. Данная программа имеет большое количество инструментов, которые необходимы для создания промышленных объектов. В этой программе можно создавать различные формы и экспериментировать. Autodesk Fusion 360 поддерживает все виды моделирования. Также из данной программы можно делать экспорт в различные форматы, что дает возможность работать с моделью в других программах. Для визуализации тренажера также использовался Fusion 360, поскольку содержит объемную библиотеку материалов, пресетов освещения, также есть возможность добавлять новые hdri карты, и выстраивать любую среду для объекта [65]. Преимуществом данной программы является возможность сетевого рендера, это снимает лишнюю нагрузку с компьютера.

Следующим этапом работы над проектом стало непосредственно моделирование тренажера для разрабатывания плечевого сустава. Перед моделированием модель была разделена на части: нижняя часть, спинка, функциональные части, сидение. Сначала моделировалась нижняя часть каркаса (рисунок 51).

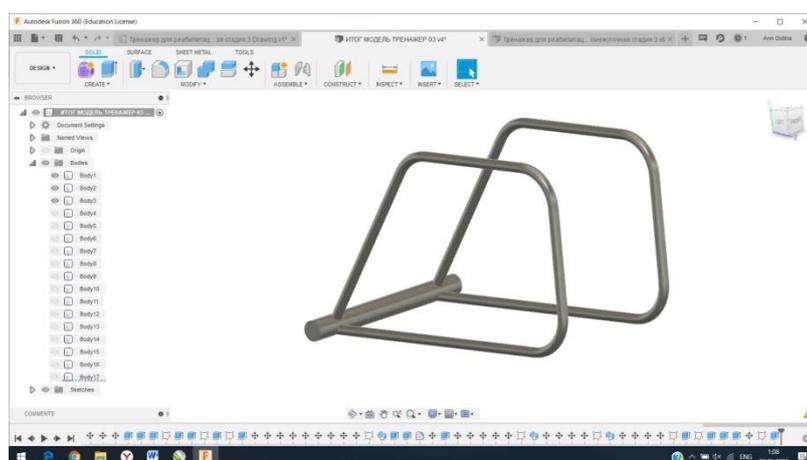


Рисунок 51 – моделирование каркаса

Затем к нижней части прикрепляется спинка каркаса. Для моделирования скругленных труб были использованы команды «Sweep» и «Extrude». У труб были заданы допустимые радиусыгиба (рисунок 52).



Рисунок 52 – моделирование каркаса

Следующим этапом моделирования было создание основных функциональных элементов (рисунок 53). Данные элементы располагаются под углом, поэтому это необходимо было учитывать сразу перед моделированием. Моделирование функциональных элементов осуществлялось на основе исходной модели.



Рисунок 53 – моделирование крепежей

Далее создавались детали, крепежные элементы, регулируемые элементы, которые держат конструкцию каркаса тренажера (рисунок 54).

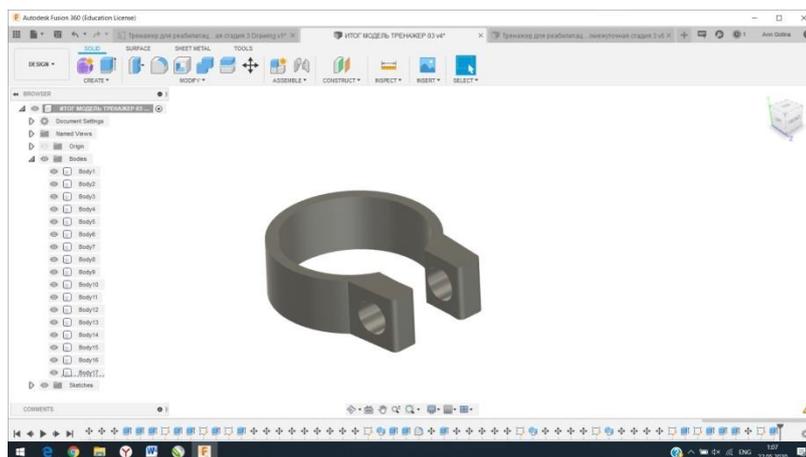


Рисунок 54 – моделирование крепежей

Заключительным этапом моделирования было создание эргономичных рукояток и сидения со спинкой (рисунок 55). На ручках были созданы эргономические формы, соответствующие особенностям человеческой руки. На сидении были созданы массажные, выпуклые, плавные элементы, которые будут массажировать пациента во время упражнений. В ходе моделирования производилось большое количество преобразований конструкции тренажера, что позволило значительно облегчить и упростить всю конструкцию.



Рисунок 55 – итоговая модель

Autodesk Fusion 360 имеет функцию автоматизированного создания чертежей, чертежи выводятся также в данной программе. Таким образом, для создания сборки тренажера и изготовления деталей, были созданы чертежи некоторых деталей, сборочных единиц и сборочный чертеж со спецификациями (приложение В).

3.2 Макетирование

Макет тренажера представляет собой прототип, который имеет форму будущего объекта, используется в целях проверки проектно-дизайнерской идеи, плюсов и минусов конструкции, правильность определенных решений, необходимости преобразования деталей. Макет является уменьшенной копией объекта, отражает основные внешние особенности [66]. Основная цель макета тренажера – это отражение эргономических и функциональных особенностей.

Выбор материала является важным этапом в изготовлении макета.

Таким образом, было решено печатать каркас тренажера на 3D принтере. 3D печать имеет большое количество положительных аспектов. Например, высокая скорость печати, модель просто загружается в систему и запускается принтер. Это возможность напечатать деталь любой сложности. Изделия из 3D принтера становятся все более доступными по цене и по возможности приобрести принтер. На сегодняшний день многие отрасли используют 3D печать в своей деятельности. Таким образом, изучив преимущества данного способа создания макета модели, было решено выбрать именно его.

Для того, чтобы получить части лучшего качества, модель делится на части согласно технической документации (рисунок 56).



Рисунок 56 – элементы, напечатанные на 3D принтере

Элементы, изготовленные на 3D принтере были обработаны с помощью пилочки и ножниц. Сидение для тренажера было решено изготовить из пеноплекса. Форма сидения вырезалась из куска пеноплекса и с помощью

наждачной бумаги со средней и мелкой зернистостью. Финальным этапом создания макета являлась склейка созданных деталей.

3.3 Графическое оформление презентационной части

На этапе разработки графического оформления презентационного материала для проекта основными задачами являются: создание планшета, видеоролика и презентации.

Планшет для выпускной квалификационной работы состоит из двух планшетов формата А0, размером 841x1189 мм с вертикальной ориентацией. Планшет это рекламный плакат разработанного объекта, который отражает все особенности и преимущества объекта. На планшете располагается следующая информация:

- 3D модель, с ракурсами;
- Чертежи;
- Эргономика;
- Описание.

При создании планшета в первую очередь необходимо разработать общий фирменный стиль. В фирменный стиль входит разработка цветового решения, логотипа, уникальных графических элементов, которые подчеркивают особенности тренажера.

Цветовое решение планшета выбиралось исходя из цветового решения объекта. Тренажер имеет в основе сочетание теплого оранжевого цвета и холодного голубого. Поэтому было решено рассматривать данную палитру.

Первым этапом разработки планшета было создание документа в Adobe Photoshop. Это программа позволяет создавать различные графические изображения. Необходимо настроить размер изображения, разрешение, цветовой режим. Затем производилась расстановка направляющих на листе (рисунок 57).

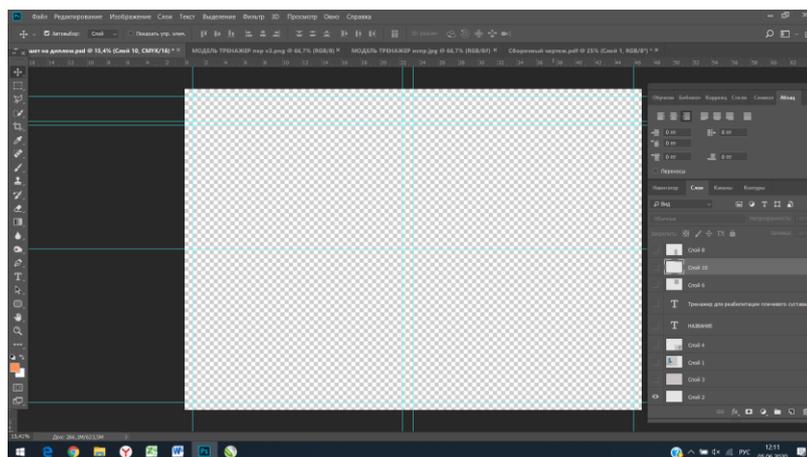


Рисунок 57 – создание направляющих

Сетка направляющих помогает четко располагать изображения, чертежи и текстовые блоки на листе, также помогает упорядочить интервалы и размер вставляемых объектов. Направляющие можно перемещать, закреплять. Далее в документ были вставлены изображения и отстроены по размеру в порядке значимости визуальной информации (рисунок 58).

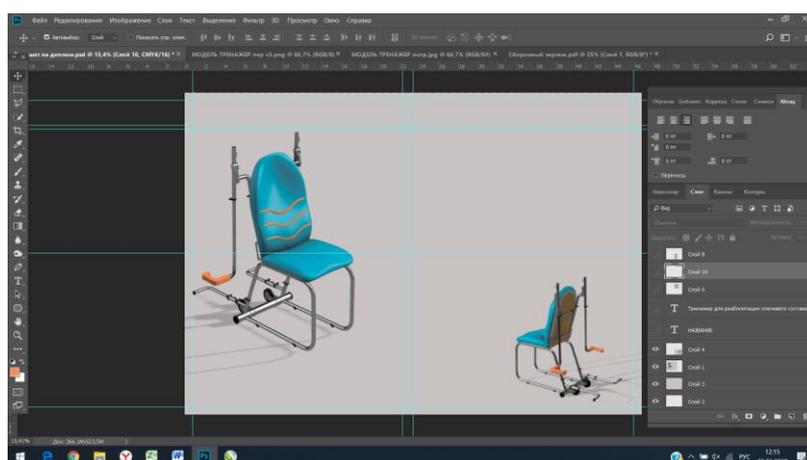


Рисунок 58 – размещение изображений

Следующим этапом было размещение чертежей, текстовых блоков и примерных информационных блоков на планшете (рисунок 59). Для текста был выбран читаемый гротескный шрифт Century Gothic. За счет регулировки размера и начертания шрифта текст был разбит по значимости.

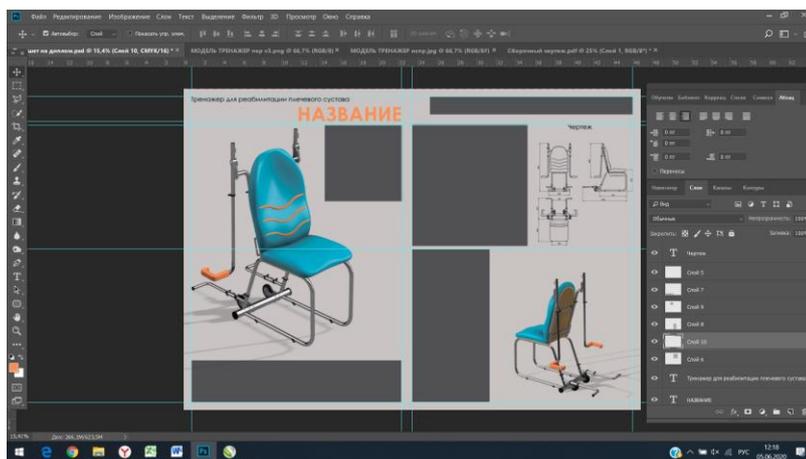


Рисунок 59 – размещение информационных блоков на листе планшета

Таким образом, было создано графическое оформление для планшета с разметкой под все элементы. По разметке был создан итоговый планшет, представленный в приложении Г.

3.4 Монтаж видеоролика

Для того, чтобы наглядно представить проект тренажера, был создан видеоролик. Чтобы создать анимацию модель была экспортирована в Autodesk 3ds max. Заранее были созданы персонажи, для взаимодействия с тренажером (рисунок 60).



Рисунок 60 – варианты персонажей

С помощью покадровой анимации был создан видеоролик, также были созданы обзоры взаимодействия с разных точек. Для монтирования видеоролика была использована программа Adobe Premiere Pro CC. При

создании видеоролика были использованы основные принципы анимации, которые помогают создать выразительную анимацию. Основные законы анимации – это сценичность, сжатие растяжение, гипербализация движения, движение по дугам, дополнительное действие, расчет времени, привлекательность.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела – комплексное описание проектируемого тренажера для реабилитации плечевого сустава и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы.

Задачи:

- оценка потенциала и перспективности разработки;
- определение затрат на реализацию дизайн-проекта;
- оценка экономической целесообразности осуществления работы.

4.1 Организация и планирование работ

Таблица 4.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 30% И – 100%
Выбор структурной схемы устройства	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 100% ИП – 70%
Выбор принципиальной схемы устройства	Готина А.Н.-И Серяков В.А.-НР	НР – 100% И – 80%

Продолжение таблицы 4.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Расчет принципиальной схемы устройства	Готина А.Н.-И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	Готина А.Н.-И	И – 100%
Оформление графического материала	Готина А.Н.-И	И – 100%
Подведение итогов	Готина А.Н.-И	НР – 60%
	Серяков В.А.-НР	И – 100%

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов рассчитывается с помощью опытно-статистического метода, экспертным способом в днях [67].

Для того, чтобы определить ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5},$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Чтобы построить график, нужно рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д},$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} * T_{\text{К}},$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

В таблице 4.2 (приложение Д) приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный [68]. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{\text{д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} * K_{\text{д}}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_{\text{К}}$ (здесь оно равно 1,212). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта. Линейный график работ представлен в таблице 4.3 (приложение Е).

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

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

4.2.1 Расчет затрат на материалы

Таблица 4.4 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	190	1 уп.	150
Бумага для чертежей А3	20	1 уп.	200
Маркеры	100	5 шт.	500
Ручка	100	3 шт.	300
Карандаш	50	2 шт.	100
Итого:			1250

ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 1250 * 1,05 = 1312,5$ руб.

4.2.2 Расчет заработной платы

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

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25,083;$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе) [69].

Пример расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 664	1342,09	41	1,699	93 488,65
И	9489	378,3	75,08	1,699	12335,70
Итого:					105 824,3

4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$. Таким образом, получается $C_{\text{соц.}} = 105\ 824,35 * 0,3 = 31747,305$ руб.

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

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

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}},$$

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

ЦЭ – тариф на 1 кВт·час;

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

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 4.2 для инженера ($T_{\text{РД}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов [70].

$$t_{\text{об}} = T_{\text{РД}} * K_t,$$

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

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОБ}} = P_{\text{НОМ.}} * K_C$$

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

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

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Затраты на электроэнергию технологическую

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

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

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

Используется формула

$$C_{AM} = \frac{N_A * C_{OB} * t_{pф} * n}{F_D},$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

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

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

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

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

Необходимо задать конкретное значение CA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная CA , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

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

4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – **100 руб./день**.

4.2.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1;$$

Для данной работы $C_{\text{проч.}} = (1250 + 105\,824,35 + 31747,305 + 726,54 + 2871,03 + 17\,810) \cdot 0,1 = 16022,92$ руб.

4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

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

Таблица 4.7 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1312,5 руб.
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	105 824,35
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	31 747,305

Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	726,54

Продолжение таблицы 4.7– Смета затрат на разработку проекта

Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	2 871,03
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{нр}$	17 810
Прочие расходы	$C_{проч}$	16 022,92
Итого:		176 314,64

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 176\,314,64$ руб.

4.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20$ % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 50 726,73 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта [71].

4.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(176\,314,64 + 50\,726,73) * 0,2 = 228\,216,73 * 0,2 = 45\,643,34$ руб. [72].

4.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{НИР(кр)} = 176\,314,64 + 50\,726,73 + 45\,643,34 = 272\,684,71$ руб.

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

Разрабатываемый объект обладает научной новизной и имеет аналогичные варианты на рынке, которые во многом уступают данной разработке. Данный объект является более технологичным, эргономичным. Следовательно, возможно проведение оценки экономической эффективности только в теоретическом формате.

Эффективность результата ВКР обосновывается рядом аспектов. Основным аспектом является социальный эффект, поскольку проект направлен на общее повышение качества реабилитационного оборудования и повышение качества жизни пациентов, которые пользуются тренажером. Экономический эффект может быть определен только после анализа результатов коммерциализации объекта.

5 Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены вопросы экологической и производственной безопасности при работе с разрабатываемым объектом. Темой данной выпускной квалифицированной работы является редизайн тренажера для разработки плечевого сустава для домашнего и медицинского использования.

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

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее время не должно превышать 40 часов в неделю, а для людей, работающих с вредными условиями для жизни – не больше 36 часов в неделю.

При компоновке рабочего места следует оставлять свободный доступ к оборудованию, аптечке и огнетушителю, путь для эвакуации, доступ к осмотру оборудования. При выполнении работ в положении сидя рабочее место должно обеспечивать оптимальное положение человека. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [73].

Предприятие по производству корпусной мебели должно находиться на первом этаже, должно иметь все необходимые коммуникации. В помещениях должна отсутствовать сырость и влажность. Обязательно наличие

промышленной системы вентиляции. Для обогрева помещений мебельного производства рекомендуется использовать стационарное водяное отопление. Для среднего мебельного производства необходимо помещение площадью не менее 300 м², с высотой потолков около 4,5 м. Рабочая зона должна освещаться комбинированным или общим освещением, с соблюдением регламента яркости.

5.2 Производственная безопасность

В процессе выполнения исследования был осуществлен анализ проектируемого решения с учетом его безопасности и выявлен перечень основных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке тренажера для разрабатывания плечевого сустава. В таблице 1 приведены опасные и вредные факторы при разработке проектируемого объекта.

Таблица 1 – Опасные и вредные факторы при разработке тренажера

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Вредные	Опасные	Документы
1. Работа за компьютером при проектировании тренажера для разрабатывания плечевого сустава; 2. Эксплуатация оборудования.	1. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 2. Отклонение параметров микроклимата; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 5. Нервно-психические перегрузки.	1. Опасность поражения электрическим током.	1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [65]; 2. СанПиН 2.2.4.548-96 [68]; 3. СП 52.13330.2011 [69]; 4. СанПиН 2.2.4.3359-16 [70]; 5. ГОСТ 12.1.038-82 [71]; 6. ГОСТ 12.1.004-91 [72]; 7. ГОСТ 12.2.032-78 [73];

5.3 Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке тренажера для разработки плечевого сустава

5.3.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте

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

- 1) различного рода вентиляторы на процессорах и видеокартах; 2) жесткие диски;
- 3) вентиляторы блоков питания;
- 4) офисная техника;
- 5) шум вне помещения.

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

- 1) снижение слуха;
- 2) повышение кровяного давления;
- 3) снижение внимания.

Гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровня звука на рабочих местах приводятся в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [74].

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

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

Особо шумное оборудование должно выноситься в звукоизолированное помещение или заменяться на более тихое [75].

5.3.2. Отклонение показателей микроклимата

По многочисленным исследованиям можно выявить, что высокая температура в сочетании с высокой влажностью воздуха оказывают большое влияние на работоспособность оператора. Происходит увеличение времени реакции оператора ЭВМ, нарушение координации движений, резкое увеличение числа ошибочных действий, ухудшение состояния кожного покрова. Также, высокая температура влияет на психологические функции: происходит снижение внимания, уменьшение объема оперативной памяти, снижение способности к ассоциациям.

Помещения, в которых установлены ЭВМ, должны поддерживать оптимальные микроклиматические условия в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [76]. В таблице 2 приведены требования к воздуху рабочей зоны.

Таблица 2 – Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая – 1а	22-24	60-40%	0,1
	Легкая-1б	20-24	60-40%	0,1
Теплый	Легкая – 1а	23-25	60-40%	0,1
	Легкая – 1б	22-24	60-40%	0,1

При превышении нормы необходимо сокращать рабочий день сотрудников или иметь кондиционеры с системой охлаждения и вентиляции. Для поддержания микроклимата в холодное время года необходимо использовать систему центрального отопления [77].

5.1.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

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

Величина естественного освещения должна соответствовать нормам по СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение (Таблица 3) [78]. В соответствии с установленными нормами освещенность рабочей поверхности должна быть 300-500 лк. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Свет на рабочее место должен падать слева, но в некоторых случаях допускается и правостороннее освещение [79].

Таблица 3 – Нормы КЕО

Разряд помещений по зрительным условиям работы	Характер работ, выполняемых в помещении		Коэффициент естественной освещенности, %	
	Вид работ по степени точности	Размеры предметов или их деталей, требующих различия, в мм	При верхнем и комбинированном освещении в среднем	При боковом освещении
III	Точные работы	(0,3-1,0)	5	1,5
IV	Работы малой точности	(1-10)	3	1,0
VI	Работы, требующие общего наблюдения	-	1	0,25

При работе за компьютером не должно возникать лишних бликов на мониторе, клавиатуре или рабочей поверхности, поэтому его необходимо организовывать должным образом. Также, на рабочем месте необходимо располагать искусственный источник освещения, чтобы регулировать уровень

освещенности. Для того, чтобы избежать напряжения зрения, уровни яркости освещения должны быть примерно одинаковыми.

5.1.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитным излучением называют излучение, которое прямым или косвенным способом может вызвать ионизацию среды. Излучение влияет не только на пользователя, но и оказывает воздействие на окружающих.

Дисплеи, в особенности дисплеи с электронно-лучевой трубкой, являются основным источником проблем, которые связаны с охраной здоровья людей, использующих информационные системы на основе персональных компьютеров [80].

Уровни напряженности электростатических полей должны составлять не более 20 кВ/м. На расстоянии 5-10 см от экрана и корпуса монитора уровни напряженности могут достигать 140 В/м, что значительно превышает допустимые значения СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах (Таблица 4) [81].

Таблица 4 – ПДУ электромагнитных полей на рабочих местах пользователей ПК и другими средствами ИКТ

Нормируемые параметры		ПДУ
Напряженность электрического поля	5 Гц<2кГц	25 В/м
	2кГц<400гГц	2,5 В/м
Напряженность магнитного поля	5 Гц<2кГц	250 нТл
	2кГц<400гГц	25 нТл
Плотность потока энергии	300 МГц-300 ГГц	10 мкВт/см ²
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Влияние электростатического поля с пониженной влажностью воздуха вызывают заболевания кожного покрова лица и кистей рук. К примеру, сыпь, покраснения, зуд и шелушение. Работникам необходимо сокращать время

работы за компьютером, делать пятнадцатиминутные перерывы в течение полуторных часов работы, а также применять защитные экраны. В противном случае, не соблюдение этих советов может привести к повышенному уровню напряженности. По мере возможности для работы необходимо использовать жидкокристаллический монитор, так как в нем полностью отсутствуют электромагнитное излучение и мерцание [82].

5.1.1.5 Нервно-психические перегрузки

- Нервно-психические перегрузки подразделяют на:
- умственное перенапряжение. При значительном нервно-эмоциональном напряжении, возможны значительные изменения кровяного давления, пульса, что может привести к сердечно-сосудистым и некоторым другим заболеваниям;
- перенапряжение анализаторов. Перенапряжение органов зрения может возникнуть из-за применения дисплеев, не отрегулированных по яркости и контрастности, с низким разрешением экрана, а также неправильной установкой мониторов относительно осветительных приборов или окон;
- эмоциональные перегрузки. При нервно-психических нагрузках возможно ухудшение самочувствия при работе в стрессовых ситуациях.
- Для того, чтобы снизить уровень умственного и физического напряжений необходимо предпринимать следующие меры:
 - устанавливать регламентированные перерывы;
 - для снижения уровня утомления глаз и нервно-эмоционального напряжения, необходимо во время перерывов выполнять комплексы упражнений;
 - следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ за компьютером, также необходимо корректировать длительность перерывов или проводить смену деятельности, не связанную с работой за компьютером.

5.1.2.1 Опасность поражения электрическим током

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

Основные причины поражения электрическим током на рабочем месте:

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

Предлагается обеспечить нормальный режим электроустановки, в котором напряжение прикосновения не должно превышать 2 В; значение тока, протекающего через тело человека - 0.3 мА согласно требованиям ГОСТ 12.1.038-82* «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» .

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

5.2 Экологическая безопасность

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

В качестве основной конструкции выбрана сталь. Сталь имеет повышенную износостойкость. Первоначальное производство стали происходит с большими энергозатратами и имеет негативные последствия в виде сильного загрязнения окружающей среды.

Вторичная переработка, позволяет снизить вредоносное воздействие на экологию, то есть сократить расходы энергии, необходимой для производства стали и выбросы углекислого газа в атмосферу. Сталь не обладает риском изнашивания. Её переработка происходит без такого побочного эффекта, как деградация, что означает полную сохранность всех изначальных характеристик.

В качестве материала обивки выбрана медицинская кожа. Она является очень прочным материалом, имеет высокую степень защиты от механических и физических повреждений. Противостоит воздействию химикатов. Материал гипоаллергичен, не токсичен и безопасен для людей. Также, уход за таким материалом не составит труда.

Эксплуатация тренажера не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду: материал не является токсичным и не выделяет вредных веществ. Утилизация происходит следующим способом: тренажер разбирается на составные детали, которые проходят сортировку и утилизируются. Необходимо, чтобы фабрика была оснащена необходимыми очистными сооружениями, так как утилизация подразумевает собой выбросы в атмосферу вредных соединений.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайной ситуацией (ЧС) можно назвать такую ситуацию на какой-либо определенной территории, которая образовалась в результате аварии, природного явления, стихийного бедствия или катастрофы, которые в свою очередь могут повлечь за собой большое количество человеческих жертв или ущерба здоровью людей, а также материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей .

Чрезвычайная ситуация, которая возникает наиболее часто – возникновение пожара. Пожар может быть вызван следующими факторами: 1) короткое замыкание в электропроводке; 2) возгорание мебели и электрического оборудования; 3) возгорание систем освещения.

Основы противопожарной защиты предприятий определены ГОСТ 12.1.004-91.

5.3.1 Необходимые действия при возникновении пожара в помещении

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

5.4 Выводы по 5 главе

В ходе выявления и анализа вредных и опасных факторов при проектировании тренажера для разработки плечевого сустава, были выявлены возможные опасные и вредные производственные факторы характеризующие производственные условия, которые могут оказывать негативное влияние на работников. В данной работе был проведен анализ опасных и вредных производственных факторов. В результате удалось выяснить, оптимальные показатели при проектировании устройства и ознакомиться с общими требованиями при чрезвычайных ситуациях.

Заключение

Таким образом, в результате работы над ВКР была выполнена поставленная цель – преобразован тренажер для реабилитации плечевого сустава.

На первом этапе работы с проектом были изучены теоретические аспекты, проведен обзор и анализ существующих тренажеров, выполнены эскизные зарисовки.

Затем с помощью программы Autodesk Fusion 360 была создана 3D-модель тренажера, разработана конструкторская документация и эргономические схемы. В качестве графического оформления проекта были созданы два планшета формата А0, презентация и видеоролик. Разработанный дизайн-проект может быть запущен в серийное производство. В процессе работы над дизайн-проектом были решены все поставленные задачи:

Изучение теоретических документов, необходимых для проектирования тренажера для реабилитации

Изучение требований к реабилитационным тренажерам

Анализ существующих на рынке тренажеров и выявление положительных и отрицательных аспектов.

Анализ тренажера для реабилитации плечевого сустава

Эргономический анализ тренажера

Выбор цветового и колористического решения

Выбор материалов и технологий изготовления

Создание 3D модели

Создание макета тренажера

Оформление графической части

Анализ финансовой оценки проекта

Оценка безопасности проекта

Спроектированный дизайн-проект тренажера для реабилитации плечевого сустава соответствует эргономическим, функциональным

требованиям, имеет эстетически привлекательный внешний вид и безопасен при эксплуатации.

Conclusion

Thus, as a result of work on the final qualifying work, the goal was achieved - the simulator for the rehabilitation of the shoulder joint was transformed.

At the first stage of work with the project, theoretical aspects were studied, a review and analysis of existing simulators was carried out, sketch drawings were made.

Then, using the Autodesk Fusion 360 program, a 3D model of the simulator was created, design documentation and ergonomic schemes were developed. As a graphic design of the project, two A0 format tablets, a presentation and a video were created. The developed design project can be launched into mass production. In the process of working on the design project, all the tasks were solved:

The study of theoretical documents necessary for the design of a simulator for rehabilitation

Studying the requirements for rehabilitation simulators

Analysis of existing simulators on the market and identification of positive and negative aspects.

- Shoulder rehabilitation simulator analysis
- Ergonomic analysis of the simulator
- The choice of color and color scheme
- The choice of materials and manufacturing techniques
- 3D model creation
- Creating a simulator layout
- Graphic Design
- Analysis of the financial evaluation of the project
- Project Safety Assessment

The designed design project of the simulator for the rehabilitation of the shoulder joint meets ergonomic, functional requirements, has an aesthetically attractive appearance and is safe to use.

Список используемых источников

1. Демьянова А.В. Социальная политика в сфере защиты прав инвалидов в России. «Высшая школа экономики». (Серия WP3 «Проблемы рынка труда»). М.: Изд. Дом Высшей школы экономики; 2015.
2. История развития медицинской реабилитации // [Электронный ресурс] medbe.ru/materials URL: <https://medbe.ru/materials/sportivnaya-reabilitatsiya/istoriya-razvitiya-meditsinskoj-reabilitatsii/> (дата обращения: 16.05.20).
3. Нечаев В.С., Магомедова З.А. Медицинская реабилитация: история вопроса и дефиниции // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2017. №25.
4. Балахонов М.Н. Внедрение медицинской реабилитации в России. Бюллетень НИИ социальной гигиены, экономики и управления здравоохранением им. Н.А. Семашко. 2002. 165.
5. Алексей Яковлев, Нейрореабилитация. Часть 1. г. Екатеринбург: Издательские решения, 2019 . 590 с.
6. Руководство по реабилитации на уровне общины. Введение. Community based rehabilitation. Introductory booklet. Женева: ВОЗ; 2010.
7. Качесов В. А. Качесов К. В Основы интенсивной реабилитации. Интенсивная реабилитация инвалидов с применением спецтренажеров. г. Москва: Издательские решения, 2016. 150 с.
8. Реабилитационные тренажеры: от комплексных сооружений до эластичных петель 4DPro [Электронный ресурс]// onfit.ru URL: https://onfit.ru/school/reabilitacionnye_trenazhery_4dpro (дата обращения: 10.04.20).
9. Тренажеры для реабилитации: виды реабилитации, классификация тренажеров, специальные упражнения, комплекс занятий и рекомендации врачей [Электронный ресурс] // <https://autogear.ru> URL: <https://autogear.ru/article/421/105/trenajeryi-dlya-reabilitatsii-vidyi-reabilitatsii->

klassifikatsiya-trenajerov-spetsialnyie-uprajneniya-kompleks-zanyatij-i-rekomendatsii-vrachej/ (дата обращения: 10.04.20).

10. Реабилитационные тренажеры для взрослых [Электронный ресурс]// www.dobrota.ru URL: <https://www.dobrota.ru/posts/reabilitacionnye-trenazery-dla-vzroslyh/> (дата обращения: 10.04.20).

11. Реабилитационный тренажер для плечевого и локтевого суставов [Электронный ресурс] // <http://www.beka.ru> URL:<http://www.beka.ru/ru/katalog/domashnyaya-reabilitatsiya/kinetec-centura-shoulder-cpm/> (дата обращения:10.04.20).

12. Kinetec Centura // [Электронный ресурс] www.beka.ru/ru/katalog/ URL: <http://www.beka.ru/ru/katalog/domashnyaya-reabilitatsiya/kinetec-centura-shoulder-cpm/> (дата обращения: 13.04.20).

13. Тренажер для активной разработки плечевого сустава HC-WL-660C [Электронный ресурс] // <http://zabotamag.ru> URL:<http://zabotamag.ru/catalogue/internet-magazin/reabilitacionnaja-tehnika/trenazhery-dlja-reabilitacii/trenazher-dlja-aktivnoj-razrabotki-plechevogo> (дата обращения: 08.07.19).

14. Реабилитационный тренажер ARTROMOT S3 [Электронный ресурс] // mcr-clinic.ru URL: <https://mcr-clinic.ru/oborudovanie/apparaty-artromot-s3/> (дата обращения: 22.12.19).

15. Fisiotek HP2 — тренажер для пассивной разработки суставов верхних конечностей (плечо, локоть, кисть) [Электронный ресурс]// octomed.ru URL: <https://octomed.ru/details/Fisiotek-hp2-rimec/> (дата обращения: 22.12.19).

16. Артромотор для плеч Kinetec centura lite - DUAL MOTOR // [Электронный ресурс] www.medicalexpro.ru URL:<https://www.medicalexpro.ru/product/kinetec/product-103834-824828.html> (дата обращения: 13.04.20).

17. ОРМЕД FLEX 03 – аппарат для разработки локтевого сустава // [Электронный ресурс] www.ormed.ru URL:<https://www.ormed.ru/katalog/passivnaya-reabilitatsiya/ormed-flex-03-dlya-loktevogo-sustava/> (дата обращения: 13.04.20).

18. Выбор материалов конструкции [Электронный ресурс] // studfiles.net URL: <https://studfiles.net/preview/5558297/page:17/> (дата обращения: 17.03.20).
19. Мельникова О. Металлические материалы. Потребительские свойства и применение в медицине // Главная медицинская сестра. 2013. №9. С. 47-55.
20. Нержавеющая сталь [Электронный ресурс] // www.metotech.ru URL: <https://www.metotech.ru/nergstal-opisanie.htm> (дата обращения 22.02.20).
21. Что такое алюминий [Электронный ресурс] // aluminiumleader.ru URL: https://aluminiumleader.ru/about_aluminium/what_is_aluminum/ (дата обращения: 22.02.20).
22. Винилискожа (Искусственная кожа) [Электронный ресурс]// <http://kozhinform.ru/> URL: <http://kozhinform.ru/statya/poleznoe-ob-iskusstvennoi-kozhe/viniliskozha-iskusstvennaya-kozha> (дата обращения: 22.02.20).
23. В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, В.И. Килькинов, Н.В. Базарова, Материалы для современной медицины. Оренбург: «Оренбургский государственный университет», 2004 .
24. Что такое струтофайбер и периотек //[Электронный ресурс] tomsk.spim.ru URL: https://tomsk.spim.ru/info/matrasyy/Chto-takoe-strutofayber-i-periotek_994_6_article.html (дата обращения: 19.05.20).
25. Неопрен: описание материала, состав, свойства, достоинства и недостатки //[Электронный ресурс] textile.life URL:[https://textile.life/fabrics/types/neopren-opisanie-materiala-sostav-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html/](https://textile.life/fabrics/types/neopren-opisanie-materiala-sostav-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html) (дата обращения: 19.05.20).
26. Полиуретан //[Электронный ресурс] radaspb.ru URL:<http://radaspb.ru/articles/poliuretan/> (дата обращения: 19.05.20).
27. Резиновые материалы //[Электронный ресурс] delta-grup.ru URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/3k/10-13.htm> (дата обращения: 19.05.20).

28. Полипропиленовая ткань // [Электронный ресурс] protkani.com URL: <https://protkani.com/tkani/polipropilenovaya-tkan.html> (дата обращения: 19.05.20).
29. Нейлон: что за ткань, фото, свойства, характеристика // [Электронный ресурс] xtkani.ru URL: <https://xtkani.ru/nejlon/> (дата обращения: 19.05.20).
30. Sherman H. The green operating room at St. Luke's Hospital. Cal State J Med. 1914;21:181–83.
31. ДЕРЕБИРЕ М. Цвет в деятельности человека. - М.: Наука, 1999.-177с
32. А. С. Мурзина Цвет в интерьере. Золотые правила дизайна. г. Минск: Харвест, 2006. 160 с.
33. Гёте И.-В. Учение о цветах.- М.: Наука, 1994.- 240с.
34. Дизайн. Иллюстрированный словарь – справочник. – М., 2004
35. Нестеренко О.И. Краткая энциклопедия дизайна. - М.,1998.-315 с
36. Справочное пособие для дизайнера. - М., 2006.- 336 с.: ил.
37. Кухта М.С. Промышленный дизайн: учебник. – Томск: Изд-во ТПУ,2013. – 312 с.
38. Прокопьева И. А., Проблема выбора методов формообразования в дизайне // Архитектон. 2012. №38. С. 150-156.
39. Джонс Дж. К. Методы проектирования. М.: Мир. Редакция литературы по новой технике и космическим исследованиям, 1986. 326 с.
40. Глазычев В.Г. О дизайне. М.: Искусство, 1970. 191 с.
41. Промышленный дизайн: учебное пособие/ под ред. Б.Е. Кочегаров. – ДВГТУ, 2006. – 153 С.
42. Федоткина А. И., Давыдова Е.М., Радченко В.Ю Анализ методов дизайн - проектирования // Молодежь и современные информационные технологии сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск: ТПУ, 2016. С. 184-185.

43. Серикова А.Н., Антонов И.В. Комбинаторные методы формообразования // Дизайн и технологии. 2014. №44. С. 25-32.
44. ГОСТ Р ИСО 14738-2007 Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин // <http://docs.cntd.ru/document/1200060933> URL: docs.cntd.ru/ (дата обращения: 26.05.20).
45. ГОСТ Р 58268-2018 Ортезы и другие средства наружной поддержки тела. Термины и определения. Классификация // <http://docs.cntd.ru/document/1200161176> URL: docs.cntd.ru (дата обращения: 26.05.20).
46. ГОСТ Р ИСО 26800-2013 Эргономика. Общие принципы и понятия // <http://docs.cntd.ru/document/1200108148> URL: docs.cntd.ru (дата обращения: 26.05.20).
47. ГОСТ Р ИСО 9999-2019 Вспомогательные средства для людей с ограничениями жизнедеятельности. Классификация и терминология // <http://docs.cntd.ru/> URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200167701> (дата обращения: 12.02.20).
48. Джулиус Панеро, Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер : справ. по проектным нормам / Джулиус Панеро, Мартин Зелник. - Москва : АСТ : Астрель, 2006 (Смоленск : Смоленский полиграфкомбинат). – 319.
49. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования (с Изменением N 1) // <http://docs.cntd.ru/document/1200012832> URL: docs.cntd.ru (дата обращения: 26.05.20).
50. Часть 3. Анализ движения верхних конечностей [Электронный ресурс] // <http://wildyogi.info/> URL: <https://dhttp://wildyogi.info/ru/asany-dla-ruk-issledovanie-cast-3-analiz-dvizenia-verhnih-konecnostei> (дата обращения: 22.02.20).

51. Сомов Ю.С. Художественное конструирование промышленных изделий. Москва 1967: "Машиностроение", 1967.
52. Покатаев В.П., Конструирование оборудование интерьера. учебное пособие, Ростов-на-Дону, издательство Феникс 2003 г.
53. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. Москва: "Логос", 2001.
54. Рунге В. Ф., Манусевич Ю.П. Эргономика в дизайне среды. Учебное пособие Подробнее: <https://www.labirint.ru/books/530465/>. М: Архитектура-С, 2016. 328 с.
55. Тренажер для плеча и локтя портативный ЗМ-661С // [Электронный ресурс] supportshop.ru URL: <https://supportshop.ru/trenazhery-reabilitacionnyye/apparati-dlya-aktivnoy-razrabotki-sustavov/trenazher-dlya-plecha-i-loktya-portativnuu-zm-661s> (дата обращения: 13.04.20).
56. Hur 5120 // [Электронный ресурс] hur1.su URL: <http://hur1.su/5120elderly> (дата обращения: 13.04.20).
57. MB Barbell Тренажер для рук и плеч (жим вверх) MB 3.19 // wildsportprof.ru URL: <https://wildsportprof.ru/mb-barbell-zhim-vverh-mb-319> (дата обращения: 13.04.20).
58. Эскиз [Электронный ресурс] // dic.academic.ru URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/293079> (дата обращения: 21.03.20).
59. Крепление саморезами древесины, металла, ДСП, ДВП, пластика, кирпича, бетона, оргалита. Шурупы. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://hw4.ru/tighten-screw-process> (Дата обращения: 23.05.20)
60. Резка стальных и пластиковых труб: что для этого нужно // [Электронный ресурс] <http://trubamaster.ru/> URL: <http://trubamaster.ru/rezka/rezka-trub.html> (дата обращения: 01.06.20).
61. Способы и виды снятия фаски с труб и металла // [Электронный ресурс] proteh.pro/ URL: <https://proteh.pro/a102789-sposoby-vidy-snyatiya.html> (дата обращения: 01.06.20).

62. РД 24.203.03-90 Радиусы и углыгиба труб // standartgost.ru URL: https://standartgost.ru/g/%D0%A0%D0%94_24.203.03-90 (дата обращения: 01.06.20).

63. Мошнин, Е. Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. М: Машиностроение, 1967. 272 с.

64. Технология порошкового окрашивания. Нанесение порошково [Электронный ресурс] // pokras.ru/ URL: <https://pokras.ru/useful/technology/3-painting.htm> (дата обращения: 06.03.20).

65. Александр Отт Курс промышленного дизайна. Мюнхен: Stiebner Verlag GmbH, 2003. 160 с.

66. Калмыкова Н.В, Максимова И.А. Макетирование. М:Архитектура-С, 2004. 96 с.

67. Кнышова Е. Н. Экономика организации: учебник / Е. Н. Кнышова, Е. Е. Панфилова. – Москва: Форум Инфра-М, 2012. – 334 с.: ил. – Профессиональное образование.

68. Бочаров В. В. Инвестиции : учебник для вузов / В. В. Бочаров. – 2-е изд. – СПб: Питер, 2009. – 381 с. – Учебник для вузов.

69. Староверова Г. С. Экономическая оценка инвестиций : учебное пособие / Г. С. Староверова, А. Ю. Медведев, И. В. Сорокина. – 2-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2009. – 312 с

70. Несветаев Ю. А. Экономическая оценка инвестиций: учебное пособие / Ю. А. Несветаев; Московский Государственный индустриальный университет; Институт дистанционного образования. – 3-е изд., стер. – Москва: Изд-во МГИУ, 2006. – 162 с.

71. Шульмин В. А. Экономическое обоснование в дипломных проектах: учебное пособие для вузов / В. А. Шульмин, Т. С. Усынина. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 192 с.

72. Голосовский С. И. Эффективность научных исследований в промышленности / С. И. Голосовский. – Москва: Экономика, 1986. – 159 с.

73. Мигуренко Р. А. Научно-исследовательская работа: учебно-методическое пособие / Р. А. Мигуренко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). – 2-е изд., стер. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 184 с.

74. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы

75. Безопасность и экологичность проекта // [Электронный ресурс] // Файловый архив студентов StudFiles. – 2018. – URL: <https://studfiles.net/preview/4127569/> (дата обращения: 22.04.2018).

76. СанПиНом 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

77. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение

78. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах

79. Риск возникновения пожара // [Электронный ресурс] // О пожарной безопасности Pozhproekt.ru. – 2018. – URL <http://pzhproekt.ru/enciklopediya/risk-vozniknoveniya-pozhara> (дата обращения: 24.04.2018).

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

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

82. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»

Приложение А

(справочное)

Расчеты стоимости материалов

Наименование		Размер	Количество	Стоимость
Стальная	труба	51	6000 мм	38 руб./метр
электросварная		х2 мм	(надо 500 мм)	Всего 456 рублей
Стальная	труба	25	6000 мм	38 руб./метр
электросварная		х2 мм	(надо 7814 мм)	Всего 228 рублей
Стальная	труба	21	6000 мм	38 руб./метр
электросварная		х1,5 мм	(надо 1397 мм)	Всего 228 рублей
Стальная	труба	28	6000 мм	38 руб./метр
электросварная		х2 мм	(надо 440 мм)	Всего 228 рублей
Хомут регулируемый 25 ГОСТ 28191-89			10 шт.	336 руб. 1 шт. Всего 3360 рублей
Хомут 25 ГОСТ 24137-80			6 шт.	60 руб. 1 шт. Всего 360 рублей
Накладка			6 шт.	6 руб. 1 шт. Всего 36 рублей
Держатель колеса			4 шт.	900 рублей 1 шт. Всего 3600 рублей
Винт М10х55 ГОСТ 7798-80			4 шт.	6 рублей 1 шт. Всего 24 рублей
Гайка М10 ГОСТ 5915-70			4 шт.	21 рублей 1 шт. Всего 84 рублей
Саморез х30.01 ГОСТ 11650-80			24 шт.	4 рублей 1 шт. Всего 96 рублей
Шайба 10.03.019 ГОСТ 11371-78			4 шт.	14 рублей 1 шт. Всего 56

			рублей
Колеса		2 шт.	760 рублей 1 шт. Всего 1520 рублей
Сидение		1 шт.	Всего 7000 рублей
Ремни для фиксации		2 шт.	Всего 1234 рубля
Фиксатор для ног		1 шт.	Всего 6230 рубля
Итоговая стоимость материалов: 24740 рубля			

Приложение Б

(справочное)

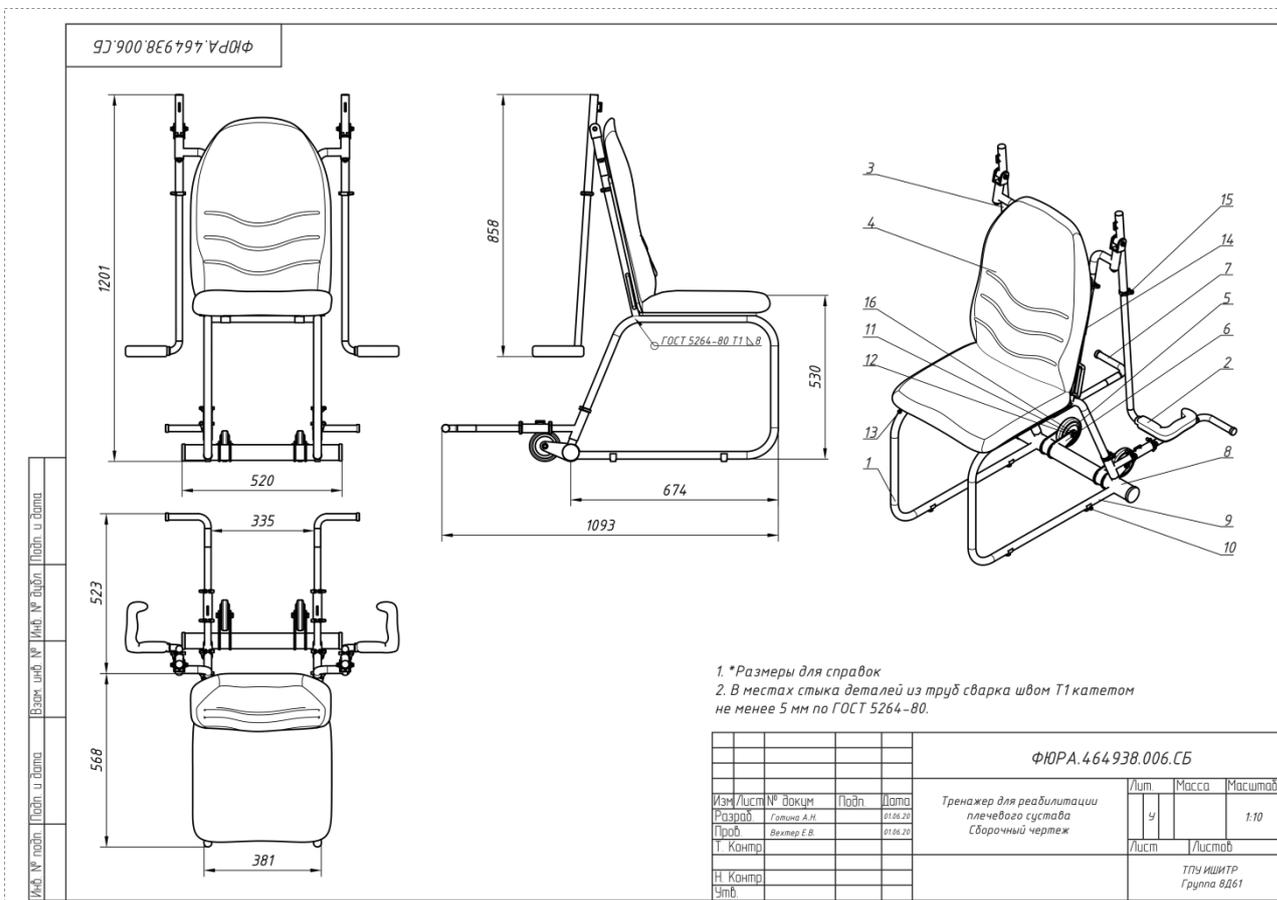
Расчеты стоимости работ

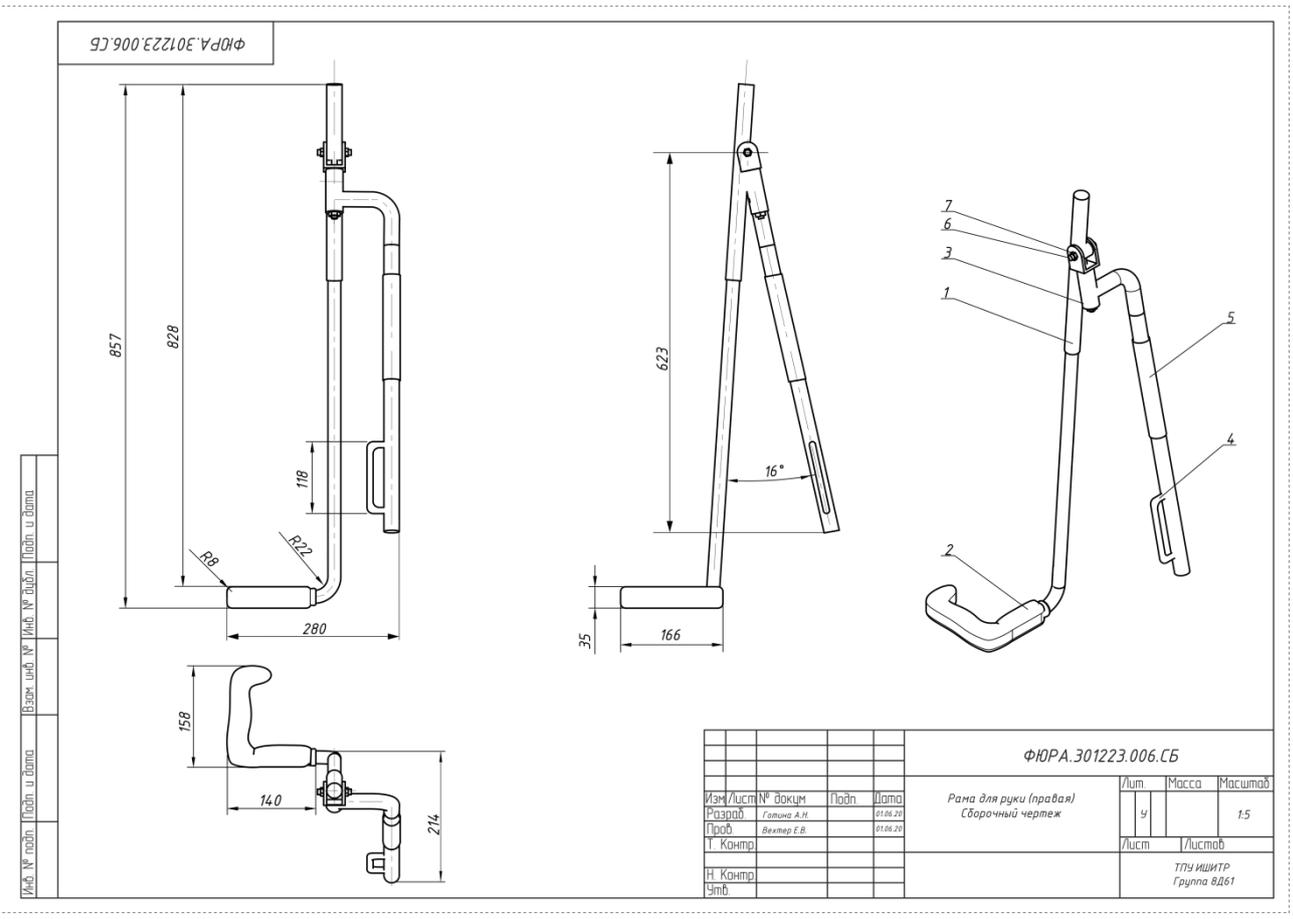
Вид услуги	Количество работ	Стоимость
Резка труб по размеру	150 рублей за рез	Всего 1650 рублей
Снятие фаски с торцов труб	80 рублей за фаску	Всего 1400 рублей
Сверление отверстий	10 руб. за отверстие	Всего 300 рублей
Сварка стальных профилей	стык стоит 150 рублей	Всего 1200 рублей
Покраска каркаса	14,5-100 м ² ·255 руб.	Всего 255 рублей
Гибка стальной трубы	210 руб./гиб	Всего 2520 рублей
Сборка тренажера		3000 рублей
Итоговая стоимость услуг: 10325 рублей		

Приложение В

(обязательное)

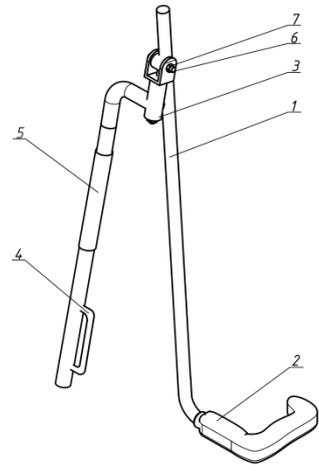
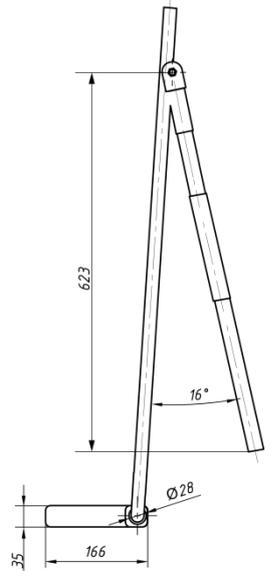
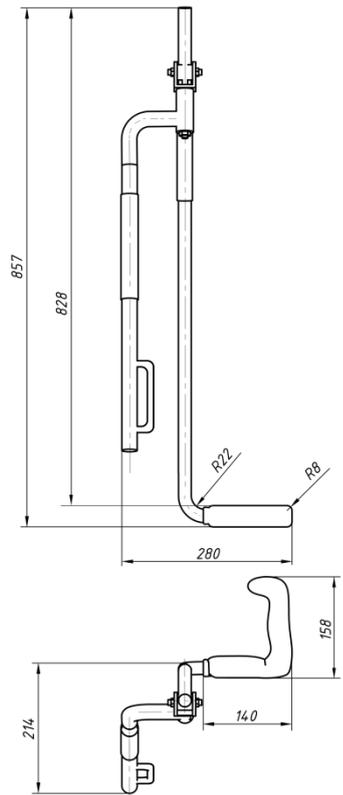
Конструкторская документация





Изм. № разд. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата

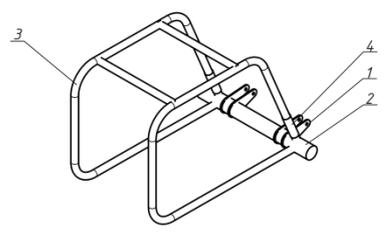
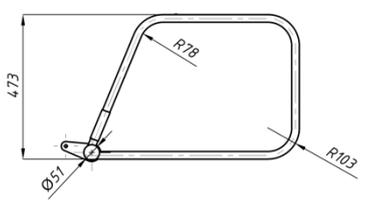
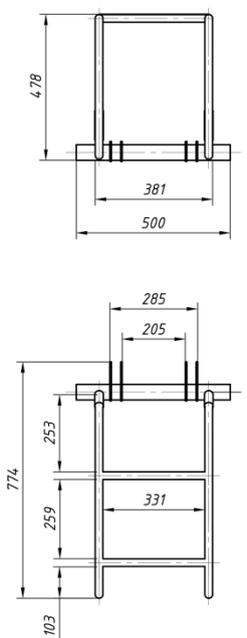
ФЮРА.301223.006.СБ



ФЮРА.301223.006.СБ					Лист	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Рама для руки (левая) Сборочный чертеж	4		1:5
Разработ	Голышко А.М.		01.06.20		Лист	Листов	
Проб.	Вектер Е.В.		01.06.20		ТПУ ИСИТР Группа ВДБ1		
Т. Контрол.							
Н. Контрол.							
Умб.							

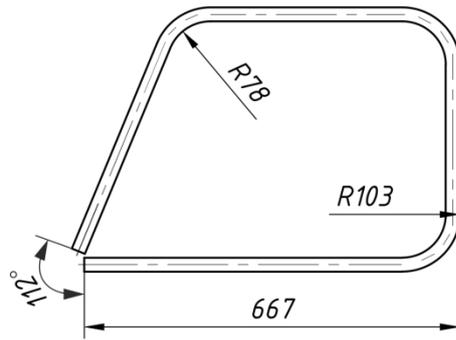
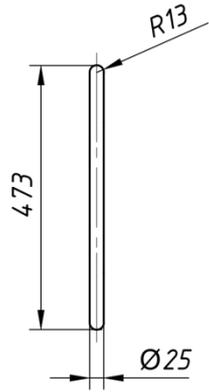
Изм. № разд. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата

ФЮРА.301223.006.СБ



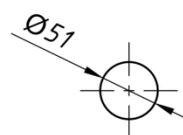
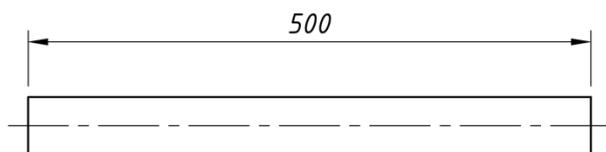
ФЮРА.301223.006.СБ					Лист	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Нижняя рама Сборочный чертеж	4		1:10
Разработ	Голышко А.М.		01.06.20		Лист	Листов	
Проб.	Вектер Е.В.		01.06.20		ТПУ ИСИТР Группа ВДБ1		
Т. Контрол.							
Н. Контрол.							
Умб.							

ФЮРА.724500.006.СБ



Инв. № подл.	Подп.	и	дата	Инв. № докл.	Инв. № дцкл.	Подп.	и	дата	ФЮРА.724500.006			
	Изм.	Лист	№ докум.						Подп.	Дата	Лит.	Масса
Инв. № подл.	Разраб.	Готина А.Н.		01.06.20	Ножка			У		1:10		
	Проб.	Вехтер Е.В.		01.06.20				Лист	Листов			
	Т. Контр.							Сталь 45 ГОСТ 5582-75		ТПУ ИШИТР Группа 8Д61		
Инв. № подл.	Н. Контр.											
Инв. № подл.	Утв.											

ФЮРА.302100.006.СБ



Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата	ФЮРА.302100.006							
					Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Труба нижняя	Лит.	Масса
					Разраб.	Готина А.Н.		01.06.20			у	
					Проб.	Вехтер Е.В.		01.06.20				
					Т. Контр.					Лист	Листов	
					Н. Контр.				Сталь 45 ГОСТ 5582-75	ТПУ ИШИТР Группа 8Д61		
					Утв.							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			ФЮРА.464938.006.СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
А3	1		ФЮРА.301223.006.СБ	Нижняя рама	1	
А3	2		ФЮРА.301223.006.СБ	Рама для руки (левая)	1	
А3	3		ФЮРА.301223.006.СБ	Рама для руки (правая)	1	
Б4	4		ФЮРА.325311.006	Сидение	1	
				<u>Детали</u>		
Б4	5		ФЮРА.701524.006	Держатель колеса	4	
А4	6		ФЮРА.702200.006	Нижняя функциональная рама	2	
А4	7		ФЮРА.711000.006	Колесо	2	
А4	8		ФЮРА.721000.006	Труба нижняя	1	
А4	9		ФЮРА.724500.006	Ножка	2	
Б4	10		ФЮРА.753780.006	Накладка	6	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Винт М10х55 ГОСТ 7798-80	4	
		12		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	4	
		13		Саморез 5х30.01 ГОСТ 11650-80	24	
		14		Хомут 25 ГОСТ 24137-80	6	
		15		Хомут регулируемый 25	10	
				ГОСТ 28191-89		
		16		Шайба 10.03.019 ГОСТ 11371-78	4	
ФЮРА.464938.006.СБ						
	Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
Инв. № подл	Разраб.		Готина А.Н.		01.06.20	Тренажер для реабилитации плечевого сустава
	Пров.		Вехтер Е.В.		01.06.20	
	Нач.отд.					
	Н.контр					
	Утв.					
	Литера	Лист	Листов			
			1	ТПУ ИК Группа 8Д61		

Копировал

Формат А4

Приложение Г

(справочное)

Планшет



Описание

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1 Крепление для натяжителей | 12 Регулируемый хомут |
| 2 Функциональная рама | 13 Место для ремней |
| 3 Спинка | 14 Регулируемая рама |
| 4 Массажные элементы спинки | 15 Рукоятка |
| 5 Сидение | 16 Колеса |
| 6 Основная рама | 17 Крюк для натяжителя |
| 7 Держатель колеса | 18 Нижняя рама |
| 8 Заглушки | |
| 9 Накладки | |
| 10 Подвижные консоли | |
| 11 Регуляторы | |

Материалы

1. Корпус выполнен из стали
2. Основа сидения из фанеры
3. Наполнитель сидения струттофайбер
4. Обивка сидения медицинская кожа
5. Рукоятки из неопрена

Чертеж



- Тренажер для разработки плечевого сустава необходим для восстановления верхних конечностей

Крепления и функциональные элементы

- Функциональная рама регулируется по длине и помогает подбирать в индивидуальном порядке нагрузку на плечо
- Регулировка хомутом-эксцентриком может сэкономить время настройки уровня натяжения
- Благодаря колесам тренажер можно перемещать. Колеса крепятся на держатели, которые приварены к нижней функциональной раме
- Закрепляющий хомут крепится на саморезы к фанерной основе сидения и спинки с помощью шуруповерта



Готина Анна Николаевна

54 | 03 | 01

8Д61

Редизайн тренажера для разработки плечевого сустава
Серяков Вадим Александрович

ПРОМЫШЛЕННЫЙ
ДИЗАЙН
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХ



РЕДИЗАЙН ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА



- Данный тренажер для разработки плечевого сустава предназначен для людей с различными возможностями, поэтому были разработаны удерживающие элементы
- Для закрепления средней части тела были использованы ремни на велкроточке
- Для закрепления ног используется тканый закрепитель выполненный из полипропилена

- 1 Основа для спинки
- 2 Закрепляющий хомут
- 3 Ребро жесткости
- 4 Ремень
- 5 Липучки (велкроточч)



- Удерживающий элемент для ног крепится к тренажеру с помощью ремней с велкроточчем
- Удерживающий элемент для ног крепится на ноги помощью ремня с велкроточчем



- На стальной профиль ручки крепится неопреновая ручка, которая закрепляется с помощью кольца
- Для тренажера специально разработана эргономичная ручка, которая повторяет форму человеческой руки



- На тренажере выполняются маховые движения перед собой и сбоку, с регулируемой нагрузкой

Приложение Д

(справочное)

Трудозатраты на выполнение проекта

Таблица 4.1 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоёмкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		Т _{мин}	Т _{max}	Т _{ср}	Т _{рд}		Т _{кд}	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Постановка задачи	НР-100%	1	4	2,2	2,64	–	3,18	–
2. Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР-80% И-20%	2	4	2,8	3,37	0,33	4,04	0,4
3. Подбор и изучение материалов по тематике	НР-30% И-100%	13	18	15	4,75	18	5,75	21,69
4. Разработка календарного плана	НР-80% И -20%	2	4	2,8	3,36	0,33	4,07	0,39
5. Обсуждение литературы	НР-30% И-100%	4	7	5,2	1,51	6,24	1,83	7,52
6. Выбор структурной схемы устройства	НР-30% И-50%	7	14	9,8	11,76	8,23	14,25	9,9
7. Выбор принципиальной схемы устройства	НР-30% И-50%	6	9	7,2	8,64	6,91	10,47	8,36
8. Расчет принципиальной схемы устройства	И-100%	8	14	10,4	–	12,48	–	15,1
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	И-100%	6	9	7,2	–	8,64	–	10,45
10. Оформление графического материала	И-100%	5	6	5,4	–	6,48	–	7,84
11. Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,4	9
Итого:				74,2	40,49	75,08	48,99	90,65

1- Научный руководитель

2- Инженер

Приложение Е

(справочное)

Линейный график работ

Таблица 4.3 – Линейный график работ

Этап	Р		Март			Апрель			Май			Июнь		
			0	0	0	0	0	0	0	0	00	10	1	
	3,19	–												
	4,04	0,4												
	5,75	21,69												
	4,07	0,39												
	1,83	7,52												
	14,25	9,9												
	10,47	8,36												
	–	15,1												
		0,45												
0	–	7,84												
1	5,4	9												