

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОНИЧЕСКИХ ФОРМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Михнёв Д.А.<sup>1</sup>, Мамонтов Г.Я.<sup>2</sup>, Хмелевский Ю.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет, студент гр. 8ДМ11, e-mail: [dam58@tpu.ru](mailto:dam58@tpu.ru)

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, д-р. физ.- мат. наук., профессор ОАР ИШИТР, e-mail: [mgy@tpu.ru](mailto:mgy@tpu.ru)

<sup>3</sup>Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: [hmelevskiy@tpu.ru](mailto:hmelevskiy@tpu.ru)

### Введение

Проблема восстановления здоровья человека вследствие врожденных заболеваний, травм и операций всегда была крайне актуальной. Сегодня для людей, нуждающихся в реабилитации, разрабатываются специализированное, технологичное реабилитационное оборудование, позволяющее восстанавливать их здоровье. Понимая важность использования вышеупомянутого оборудования, необходимо проводить исследования и находить методы его усовершенствования. В представленной работе будет предложено использование свойств бионических форм в разработке дизайна реабилитационного оборудования [1].

Целью работы является обоснование использования свойств бионических форм в разработке дизайна реабилитационного оборудования.

### Разработка дизайна реабилитационного оборудования на основе свойств бионических форм.

Для разработки нового эффективного реабилитационного оборудования с точки зрения функционального и визуального восприятия совместно с экспертами компании «Техномед», имеющих большой опыт в проектировании и производстве изделий данного типа, были определены основные критерии для дизайн-проектирования данного изделия:

Первый важнейший критерий — это конструкция оборудования должна быть надёжна и устойчива, обеспечивая уверенность и безопасность пациенту, проходящему курс реабилитации, но в тоже время, необходимо обеспечить лёгкость передвижения элементов, позволяющих тренировать имитацию ходьбы. Это особенно важно, так как тренажёр проектируется для ребёнка.

Вторым критерием является эргономичность форм индивидуальных и стандартных элементов оборудования, а также материалов их изготовления.

Третий критерий — это продуманная форма и колористическое решение оборудования, обеспечивающие визуальную информативность, комфорт и стимуляцию к реабилитации.

Четвёртый критерий — это экономичность и технологичность изготовления изделия.

Так как основная функция проектируемого оборудования — это восстановление функций организма человека, была выдвинута гипотеза что, взяв за основу свойства бионических форм, возможно разработать дизайн нового эффективного тренажёра [2].

На следующем этапе исследований были определены бионические формы, наиболее соответствующие по своему строению выдвинутым критериям, а именно: строение дерева, строение тела кенгуру и строение тела птицы. На рисунке 1 представлены изображения выбранных биологических форм и схемы, разработанные на основе их строения.

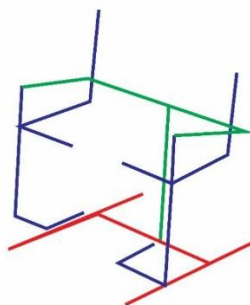


Рис. 1. Изображения выбранных биологических форм и наложенные на них схемы, разработанные на основе их строения

Рассматривая строение дерева, строение тел кенгуру и птицы как схему, представляющую общую конструкцию разрабатываемого тренажера, можно сказать, что корни дерева, нижние лапы кенгуру и хвост, а также ноги птицы и её хвост представляют собой устойчивое основание (красные линии) [3][4]. Так как разрабатываемому оборудованию необходима устойчивость для безопасности размещения в нем человека, это свойство бионических форм можно определить, как необходимое для выбора общей конструкции изделия. Ствол дерева, туловище кенгуру и тело птицы можно рассматривать как стойку (зелёные линии), установленную на основание реабилитационного оборудования, на которую навешиваютсядвигающиеся элементы. Ветви дерева, верхние лапы кенгуру и крылья птицы можно представить, какдвигающиеся элементы тренажера, на которые устанавливаются ноги и руки человека (фиолетовые линии). Стойка идвигающиеся элементы являются важнейшими частями исследуемого объекта, поэтому свойства частей бионических форм, таких как ствол и ветви дерева, туловище и верхние лапы кенгуру, и крылья птицы можно обозначить как необходимые составляющие элементы при разработке общей конструкции изделия.

Дальнейшую разработку реабилитационного оборудования на экспертном совете было предложено продолжать, взяв за основу бионическую форму дерева, так как бионическая форма дерева является наиболее статичной и отвечает свойствам основной функции тренажера — удерживание тела человека в вертикальном положении.

На основе выбранной биологической формы дерева и схемы его строения была разработана схема общей конструкции тренажера, где присутствуют основание (красные линии), вертикальная стойка (зелёные линии),двигающиеся элементы тренажера (фиолетовые линии) и выполнено эскизное решение на основе схемы, представленные на рисунке 2 [5].



*Рис. 2. Схема общей конструкции тренажера*

Следующим этапом исследования было разработка внутреннего строения элементов реабилитационного оборудования. Двигающиеся элементы тренажера должны быть прочны и надежны в эксплуатации, но в тоже время обладать небольшим весом для легкости их передвижения. Кроме того, представленные детали должны доставлять визуальный и тактильный комфорт пациентам, взаимодействующим с оборудованием. Эти задачи предлагается решить с помощью использования строения бионических форм, применяя их как концептуальное решение внутренней конструкции двигающихся элементов.

Так как за основу разработки общей конструкции тренажера была взята биологическая форма дерева, было рассмотрено внутреннее строение ствола. Многослойное внутреннее строение бионической формы вдохновило на создание подобного многослойного внутреннего строения двигающихся элементов оборудования. Однако, свойства слоев древесины не удовлетворяло функциональным особенностям деталей: мягкое ядро, менее мягкая сердцевина, средняя по плотности заболонь, самая твёрдая часть ствола – кора.

Наиболее удачный пример бионической формы, в котором свойства внутренних слоев исследуемых элементов соответствует функциональным особенностям деталей оборудования, стало внутреннее строение бедра человека, представленное на рисунке 3 [6].

Кожа – это внешний, эластичный, тонкий, но прочный слой, обеспечивающий эргономичность и защиту внутренних слоёв бионической формы. Следующим слоем, находящимся под кожей, является слой мышц. Он занимает самый большой объем, этот слой также обеспечивает эргономичность бионической форме и визуальную пластику. Кость – это последний самый прочный слой, расположенный внутри бионической формы, являющийся своеобразным каркасом бедра человека.

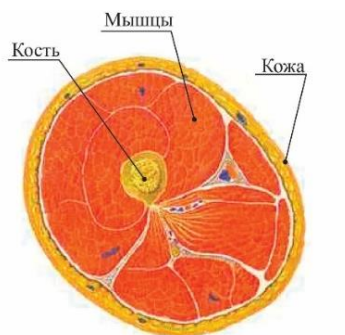


Рис. 3. Внутреннее строение бедра человека

На основе представленной бионической формы было разработано внутреннее строение двигающихся элементов, представленное на рисунке 4.

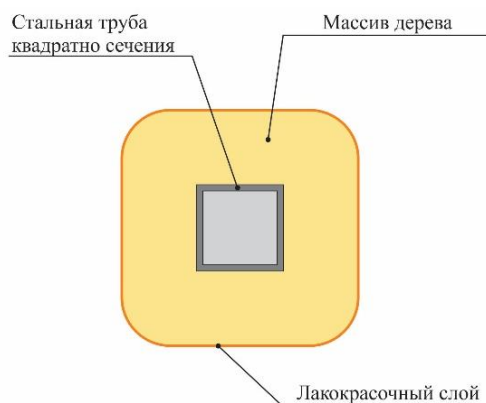


Рис. 4. Внутреннее строение двигающихся элементов

Как и в бионической форме, во внутреннем строении двигающихся элементов внешний слой является тонким, эластичным, но прочным покрытием в виде лака с антисептическими компонентами. Второй слой проектируемых деталей оборудования, как и в бионической форме, занимает самый большой объем, обеспечивая эргономичность и пластичность изделию, используя в качестве материала изготовления элементов тренажера дерево, мы обеспечиваем изделию нужную легкость, визуальный и тактильный комфорт. Третий слой двигающихся элементов, как и в бионической форме, является самым прочным и тяжелым, обеспечивая надежность деталям. В качестве материала для изготовления этих деталей предлагается использовать стальную трубу.

Внутреннее строение бедра человека предлагается использовать в разработке внутренних слоев упор таза, представленного на рисунке 5.

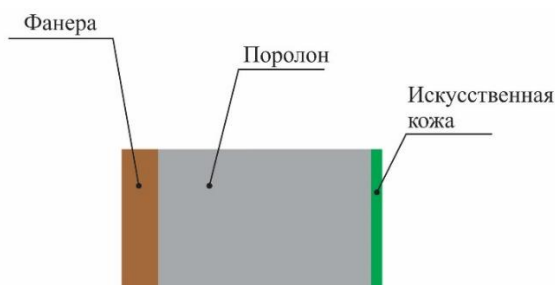


Рис. 5. Внутреннее строение упора таза

Как и предыдущем случаи первый, внешний, тонкий, эластичный, но прочный слой выполняет функцию защиты следующего более мягкого слоя. В качестве материала изготовления предлагается искусственная кожа, создающая визуальный и тактильный комфорт изделию. Второй слой, как и в первом случае, занимает самый большой объем, и в качестве материала для его изготовления

предлагается использовать поролон, обеспечивая тем самым эргономичность, пластичность легкость изделию. Третий слой, как и в первом случае, является самым прочным и тяжелым, обеспечивая надежность детали. В качестве материала для изготовления предлагается использовать лист фанеры.

### **Заключение**

В результате исследований было предложено и обосновано возможность использования свойств бионических форм в разработке дизайна реабилитационного оборудования. Работа предоставила возможность концептуальной разработки общей конструкции и внутренней конструкции элементов изделия на основе анализа бионических форм.

На основе разработанной общей конструкции и строения внутренних слоев элементов реабилитационного оборудования была изготовлена опытная модель изделия, которая была успешно протестирована на человеке с диагнозом ДЦП.

### **Список использованных источников**

1. Хмелевский Ю.П. Исследование формообразования корпуса реабилитационного тренажёра. Технология художественной обработки материалов: сборник статей XX национальной научно-практической конференции Донской государственной технической университет – Ростов-на-Дону: ДГТУ. 2017. – 444 с.
2. Вертикализация пациентов в процессе реабилитации. Клинические рекомендации. Национальная ассоциация по борьбе с инсультом Общероссийская общественная организация содействия развитию медицинской реабилитологии «Союз реабилитологов России» Межрегиональная общественная Организация – Москва, 2014. – 59 с.
3. Уголев Б.Н. У261 Древесиноведение и лесное товароведение: Учебник для сред. проф. образования / Борис Наумович Уголев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.
4. Гуртовой Н. Н., Держинский Ф. Я. Г95 Практическая зоотомия позвоночных. Птицы. Млекопитающие: Учебное пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1992. – 414 с.
5. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн: Учеб. пособие. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006. – 297 с.
6. К 49. Клиническая анатомия нижней конечности: учебное пособие/ Г.И. Сонголов, О.П. Галеева, С.Н. Редков, А.А. Юдин ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 80 с.