

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В ПРОТЕЗИРОВАНИИ КОНЕЧНОСТЕЙ Вересовский С.А. Email: Veresovsky638@scientifictext.ru

*Вересовский Сергей Александрович - руководитель испытательного центра,
Испытательный Центр ООО «Экспертный центр по объектам повышенной опасности», г. Якутск*

Аннотация: в данной статье рассматривается вопрос применения 3D-печати в протезировании конечностей. Протезирование конечностей является очень сложным и дорогостоящим процессом. Изготовить активный протез кисти руки, который сможет обеспечить достаточный хват, при этом имеющий анатомически правильную форму, крайне сложно. Исследование, проведенное мною, позволяет прийти к выводу о том, каким образом 3D-печать может сделать протезирование более простым в применении и доступным для населения среднего класса.

Ключевые слова: 3D, 3D-печать, 3D-принтинг, протезирование, конечностей.

APPLICATION 3D-PRINTING IN PROSTHETICS OF EXTREMITIES Veresovsky S.A.

*Veresovsky Sergey Aleksandrovich - Head of the test center,
TEST CENTER LLC EXPERT CENTRE ON OBJECTS OF THE INCREASED DANGER, YAKUTSK*

Abstract: in this article the question of use 3D - printing in a prosthetic repair of extremities is considered. A prosthetic repair of extremities is very difficult and expensive process. To make an active prosthesis of a hand which will be able to provide the sufficient hold at the same time having anatomically regular shape, extremely difficult. The research conducted by me allows to come to a conclusion about how 3D - printing can make a prosthetic repair simpler in use, and available to the population of the middle class.

Keywords: 3D, 3D - print, 3D-printing, a prosthetic repair, extremities.

УДК 621.8.024.6

Актуальность изучения применения 3D-печати в протезировании конечностей обусловлена тем, что на сегодняшний день, протезирование является труднодоступным для среднего слоя населения ввиду его дороговизны. Высокая стоимость одного протеза является особой проблемой в протезировании конечностей у детей. Детский организм растет и развивается, из-за этого протез требуется изготавливать заново по мере роста ребенка, не говоря уже о том, что дети чаще ломают протезы, чем взрослые. Применение 3D-печати в протезировании подразумевает значительное снижение стоимости протеза, что делает протезирование более доступным в финансовом плане.

Целью данной работы является исследование применения 3D-печати в протезировании конечностей.

Протезирование конечностей является очень сложным процессом в практике врача и техника-протезиста. К наиболее сложным можно отнести протезирование кистей и пальцев. Изготовить активный протез кисти руки, который сможет обеспечить достаточный хват, при этом имеющий анатомически правильную форму, крайне сложно. Не менее легким процессом является и изготовление протезов пальца, исключая утрату имеющейся функциональной способности кисти пациента.

Изучая мировой опыт протезирования кистей рук, стоит отметить комплектующие для изготовления протеза кисти фирмы «Touch Bionics» и «Vincsystems». Эти комплектующие выпускаются серийно и имеют внешний источник энергии. Протез «I-digits Touch Bionics» создан для пациентов с частичным усечением кисти руки. Его строение основывается на применении отдельных модулей фалангизированных электрических пальцев. Сигналы управления снимаются миографическими датчиками с мышц кисти. Данный браслет получился очень громоздким из-за систем питания и управления. Также, данный протез не позволяет использовать косметическую оболочку. Плюс ко всему, нельзя не отметить его высокую стоимость, достигшую 18 тысяч фунтов стерлингов в 2015 году [3, с. 369].

Необходимость разработки протезов нового поколения становится все более острой. Особый интерес могут вызывать такие активные протезы кисти руки, которые имеют непрерывно-реверсивное управление механизмом, осуществляющееся с помощью остаточного сегмента кисти – пястью и сохранными элементами пальцев. При таком устройстве обратная связь обеспечивается по положению, а также по усилию с отражением действия нагрузки на управляющем органе.

В настоящее время в решении вопросов изготовления и мелкосерийного выпуска протезных комплектующих могут активно применяться технологии 3D-печати.

3D-печать считается революционной трехмерной технологией и вызывает огромный интерес, потому как позволяет производить изделия с высокой точностью, при этом обладая относительной дешевизной изготовления. Трехмерные технологии печати охватывают многие сферы, в которых они могут приме-

няться. И сфера медицины не исключение. На 3D-принтерах есть возможность печатать протезы, импланты, части органов и даже уже существуют случаи печати целых органов [1].

Выбор материалов для протезирования достаточно большой, начиная от пластиков и заканчивая металлами. 3D-печать пластиковых деталей может использоваться для изготовления корпусов протезов, а печать металлических – для различных имплантов. С помощью 3D-принтинга можно воссоздавать изделия, смоделированные индивидуально. При этом изготовление деталей с помощью 3D-печати осуществляется с максимальной точностью, что играет крайне важную роль как в протезировании, так и в медицине в целом [2].

Для того чтобы убедиться в том, что протезы, изготовленные с применением 3D-печати, действительно могут стать достойной, более бюджетной заменой существующим дорогим аналогам, мною было проведено исследование, целью которого были разработка и изготовление протеза с применением технологии трехмерной печати.

Данная работа была разделена на несколько этапов, в которые входило: разработка 3D, разработка алгоритмов управления, разработка и реализация программного обеспечения для управления многодвигательными сервомеханизмами, симуляция управления многодвигательными сервомеханизмами, сборка первой полноценно работающей модели, испытания прототипа модульной механической конечности в лабораторных и реальных условиях, внесение доработок в конструкцию и программное обеспечение и в конечном итоге – сборка конечного продукта (протеза кисти руки).

В ходе научно-исследовательской работы была разработана модель модульной механической кисти руки, которая представляет собой максимально имитированную конечность.

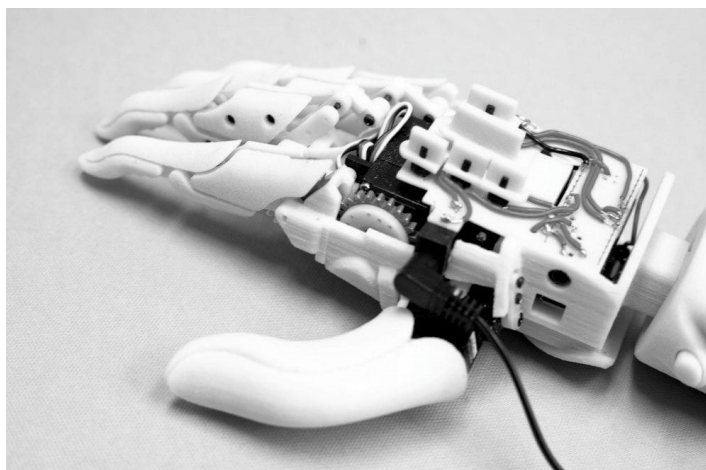


Рис. 1. Образец модульной механической конечности

Корпусные детали были произведены из материала Nylon 645. Выбор этого материала обусловлен его характеристиками. Ожидаемый предел прочности данного материала равен 16,533 фунта на квадратный дюйм (114 мПа), устойчивость на разрыв – 120%. Он совершенно не подвержен изменениям свойств при перепадах температур, а также при воздействии ультрафиолета и попадании агрессивных химических веществ.

Управление конечностью осуществляется двумя различными способами, выбираемыми в процессе работы с человеком. Первый способ - использование нейроинтерфейса, второй - использование ЭЭГ электродов для регистрации мышечной активности. Через каждый палец механической конечности пропускается нейлоновая нить, которая при натяжении позволяет сжать или разжать палец. Все нити протягиваются в предплечье, в котором расположены 5 сервоприводов приводящие в движение пальцы. В кистевом и локтевом суставах располагаются сервоприводы, позволяющие производить движения полностью имитирующее движения искусственной конечности. Все 6 сервоприводов подключены к контроллеру, находящемуся также в предплечье. Локтевой сервопривод, а также при необходимости и 2 плечевых подключаются к другому контроллеру, находящемуся в плече. Контроллеры соединены между собой и представляют массив. При регистрации активности мозга (нейроинтерфейс) или мышечной активности (ЭЭГ датчики) контроллеры приводят в движения тот или иной сервопривод.

Испытания производились в реальных условиях. Доброволец, предоставленный ООИ «Феникс» по заранее запланированной программе эксперимента, использовал модульную механическую конечность под наблюдением. В ходе эксперимента оценивались возможности выполнять повседневные дела, такие как взять кружку, застегнуть молнию, завязать шнурки и поднять мелкий предмет. Эксперимент проводился в течение 4 дней, в результате которого были выявлены некоторые требуемые доработки, после осуществления которых был собран конечный образец.

Таким образом, применение 3D-печати в протезировании действительно позволит изготавливать протезы конечностей с гораздо меньшими финансовыми затратами, при этом, сохраняя качество и оптимальную работоспособность. Существующие дорогостоящие аналоги имеют диапазон цен от 5 тысяч до 50 тысяч долларов, что может себе позволить далеко не каждый. Протез, изготовленный с применением технологий 3D-печати, может стоить 50-100 долларов, что является сравнительно недорогим изделием. Удешевление протезирования позволит обеспечить доступность среднему слою населения, а также детям, которым ввиду растущего организма, требуется регулярная замена протезов.

Список литературы / References

1. *Агейкин А.В.* 3D-моделирование и 3D-принтинг как новый этап в развитии сосудистого протезирования // Огарёв-Online, 2017. № 7 (96). С. 3.
2. *Голуб И.В., Лебедев А.В.* Использование 3D-принтинга в протезировании // Биомедицинская инженерия и электроника, 2017. № 4 (18). С. 6.
3. *Круглов А.В., Шведовченко И.В.* Современное состояние вопроса функционального протезирования инвалидов с культями кисти и пальцев (обзор литературы) // Гений ортопедии, 2017. № 3. С. 368-373.