

В методах имитации и моделирования отбора решения пользуются математические выражения, определяющие взаимосвязь одного параметра от других[4].

Конечная оценка принимаемых решений на конкретном объекте производится с помощью использования всех данных методов оценки. В данном случае практическая комбинация методов рассмотренных выше устанавливается конкретным характером принимаемых решений.

Для того чтобы эффективно реализовать и выбрать варианты необходимо и достаточно создание специализированной (экспертной) системы, которая основана на человеко-машинных методах решения задач подбора, в таком случае решение получается с участием человека на соответствующих этапах итеративного процесса, реализуемого вычислительной машиной. Решение принимают группа специалистов-экспертов в диалоговом режиме «человек-машина».

#### Список литературы

1. Дрогобыцкий, И.Н. Проектирование автоматизированных информационных систем: организация и управление. – М.: Финансы и статистика, 1992. – 208 с.
2. Кабулов, В.К. Алгоритмизация в социально-экономических системах. – Ташкент: Фан, 1989. – 320 с.
3. Охунов, Д.М. Теоретико-методологические аспекты разработки маркетинговых автоматизированных информационных систем. – Ташкент: Фан, 2010. – 208 с.
4. Охунов, Д.М. Моделирование процессов выбора автоматизируемых объектов. – М.: Экономика и финансы, 2011. – №1.

*Материал поступил в редколлегию 23.08.19.*

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5e02821000ca08.48283804  
УДК 004.92:004.5

О.В. Филипович, Д.О. Кошевая, Н.Ю. Кадыков, В.А. Камцев, А.Д. Гомонюк  
(г. Севастополь, Севастопольский государственный университет)  
O.V. Filipovich, D.O. Koshevaya, N.Yu. Kadykov, V.A. Kamtsev, A.D. Gomonjuk  
(Sevastopol, Sevastopol State University)

### ПРИМЕНЕНИЕ САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОРПУСА ОБРУЧА НЕЙРОГАРНИТУРЫ

THE USE OF CAD IN THE DESIGN OF THE RING BODY OF NEURO-HEADSET

*Представлены результаты создания модели регулируемого корпуса обруча нейрогарнитуры в САПР Autodesk Inventor.*

*The results of creating of model of the adjustable body of the neuro-headset in Autodesk Inventor CAD.*

*Ключевые слова: интерфейс мозг-компьютер, нейрогарнитура, модель, САПР.*  
*Keywords: brain-computer interface, neuro-headset, model, CAD.*

Промышленность XXI века нередко встречается с задачами, требующими поиска решений с использованием компьютерной техники со специализированным комплексом программ. Для решения наиболее сложных конструкторских задач с целью упрощения, удешевления, уменьшения трудоёмкости производства деталей, узлов и проектируемых конструкций используются системы автоматизированного проектирования, реализующие информационные технологии выполнения функций проектирования, представляющие собой организационно-технические системы, предназначенные для автоматизации этого процесса [1].

В настоящее время происходит бурное развитие нейротехнологий. Достигаются огромные успехи в теоретических исследованиях организации мыслительной деятельности, устройства мозга и применении полученных знаний на практике. Одной из ведущих отраслей нейротехнологий является проектирование нейроинтерфейсов или интерфейсов мозг-компьютер.

Нейроинтерфейс как техническая система включает в себя средства снятия электрических биопотенциалов активности головного мозга (датчики-электроды, каркас), блок усиления и обработки полученной информации и целевой объект управления. Качество работы интерфейса мозг-компьютер, независимо от его специфики, напрямую зависит от качества снимаемых информативных сигналов, которое определяется, в том числе, конструкцией электродов. Среди них различают инвазивные и неинвазивные. Ввиду своей травмоопасности и сложности инвазивные датчики не получили широкого распространения. Неинвазивные, в свою очередь, также имеют ряд недостатков: низкая помехоустойчивость, малая площадь контакта, частые случаи отхождения контактов и спутывания проводов [2]. Часть этих проблем возможно решить, разработав оптимальную конструкцию корпуса нейрогарнитуры, что позволило бы просто и доступно использовать все возможности интерфейса вне лабораторий. К 2035 году планируется развитие рынка нейротехнологий и появление компаний-лидеров в следующих сферах: образование, медицинская техника, развлечения и досуг, спорт, нейрокоммуникации, маркетинг и даже нейроассистенты [3].

Силами студентов и аспирантов кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов» Севастопольского государственного университета в настоящее время разрабатывается нейрокомпьютерный интерфейс, предназначенный для управления многофункциональным манипулятором. Манипулятор, о котором идет речь, имеет дидактическое назначение, в его основу положена SCARA-кинематика. Предполагается разработка неинвазивного нейроинтерфейса для управления движением поступательной парой, перемещающей модуль вдоль вертикальной оси [4].

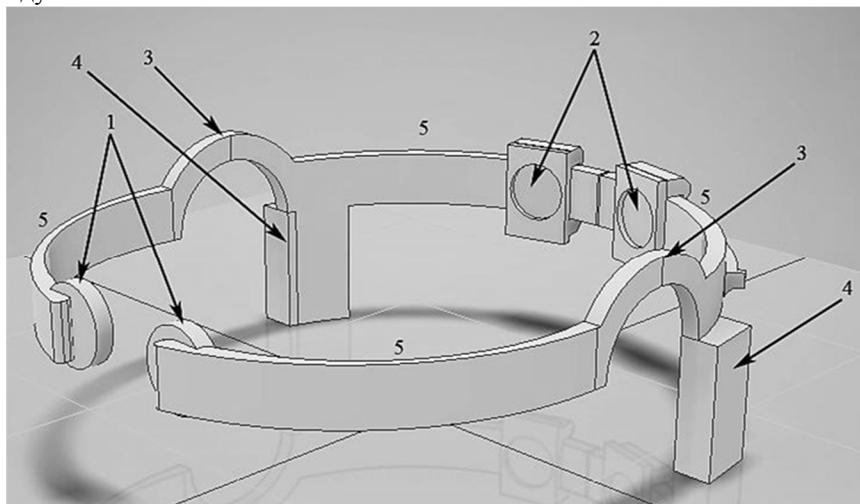
Одним из основных элементов разрабатываемого интерфейса является нейрогарнитура. Здесь рассматривается задача создания модели корпуса

обруча нейрогарнитуры с использованием САПР. К создаваемому элементу предъявляются следующие требования:

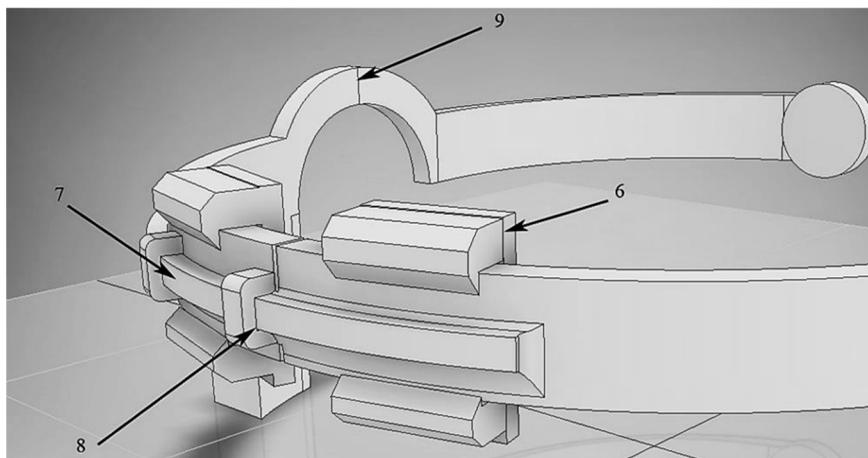
- 1) обеспечение надёжного контакта электродов;
- 2) плотное прилегание к поверхности головы пользователя;
- 3) наличие блока, содержащего bluetooth-модуль и аккумулятор, для исключения проводной передачи информации блоку обработки сигналов;
- 4) безопасность использования;
- 5) эргономичность.

Модель корпуса обруча показана на рис. 1. Для ее построения был выбран продукт компании Autodesk твердотельного 3D-моделирования Autodesk Inventor. Эта система обладает широкими возможностями для проектирования, моделирования, тестирования и изготовления различных узлов, изделий и сборочных конструкций. Модель представляет из себя результат сборки из более простых элементов, связанных между собой путём наложения связей и зависимостей.

Для обеспечения плотного прилегания обруча и электродов к поверхности головы была предусмотрена возможность регулирования его размеров с разделением обруча на две половины при наличии ушных выемок. Для последующей реализации универсального нейроинтерфейса каркас рассчитан на 9 электродов: 4 встроены в обруч (лобные и затылочные отделы), 4 дополнительных (височные и теменные отделы) и один референтный (ушной). Внутри корпуса существует полость отвода проводов электродов для питания от аккумулятора и передачи сигнала в bluetooth-модуль.



a)



б)

*Рис. 1. Модель корпуса обруча нейрогарнитуры:  
а – общий вид; б – механизм регулятора размера*

На рис. 1 введены следующие обозначения: 1 – электроды лобной доли; 2 – электроды затылочной доли; 3,9 – ушные выемки; 4 – секции bluetooth-модуля и аккумулятора; 5 – обруч; 6 – крепления электродов затылочной доли; 7 – пластина для регулирования обруча; 8 – проушина для пластины.

В представленном на рис. 1,б механизме регуляции размера обруча свободный конец направляющего пластичного металлического выступа первой половины нанизывается на скобы второй половины, при этом сопрягаемые поверхности плотно притёрты друг к другу, что препятствует их спонтанному проскальзыванию.

В дальнейшем планируется произвести инженерный анализ разработанной конструкции, а также изготовить опытный макет с использованием аддитивных технологий.

#### Список литературы

1. *ГОСТ 23501.101-87*. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. – Введ. 1988-01-07- М., 1987. – 11 с.
2. *Бехтерева, Н.П.* Лечебная электростимуляция мозга и нервов человека: моногр. / Н. П. Бехтерева. – 1-е изд. – М.: АСТ, 2008. – 464 с.
3. Национальная технологическая перспектива. Нейронет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nti2035.ru/markets/neuronet> (Дата обращения: 09.10.2019 г.).
4. *Кошечая, Д.О.* Задача использования нейроинтерфейса для управления манипулятором дидактического назначения /Д.О. Кошечая, Р.О. Руч, Н.Ю. Кадыков и др. // Мир компьютерных технологий: сб. статей всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Севастополь: СевГУ, 2019. – С. 67-71.

*Материал поступил в редколлегию 14.10.19.*