

УДК 007.51

## РАЗРАБОТКА УЗЛОВ ЭКЗОКОСТЮМА НА ОСНОВЕ АНАТОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА

Ледюков А.М.

Научный руководитель – доцент Нуждин К.А.

*e-mail: ledyukov.a@mail.ru*

### **Введение.**

В таких сферах как строительство, промышленность, МВД и МЧС люди сталкиваются с проблемами перемещения тяжелых предметов, при этом иногда применение спецтехники нецелесообразно. Решением является использование носимых роботов - экзоскостюмов, которые способны решить эти проблемы. При длительном использовании костюма пилот должен комфортно чувствовать себя в нем на протяжении длительного времени для эффективного решения поставленных задач. Комфорт обеспечивается за счет уменьшения нагрузок на пользователя, равномерного распределения давления креплений костюма по телу пилота, совпадения осей суставов пользователя с осями вращения шарниров костюма или избыточное количество степеней свободы каркаса. Для уменьшения габаритов конструкции применяются эластичные элементы, которые за счет своей податливости заменяют жёсткие связи между звеньями.

В существующих на данный момент работах в конструкциях экзоскостюмов, как правило, используются упрощенные кинематические схемы с меньшим количеством степеней свободы по сравнению с суставами человека. Это обусловлено сложностью изготовления и управления, но снижает комфорт пользования. Например, в [источник 1] коленный сустав экзоскостюма имеет одну степень свободы, в [источник 2] авторы используют конструкцию, которая рассчитывается исходя из траекторий движения сустава в одной плоскости и, за счет этого, при движении проекция степеней свободы человека и костюма на эту плоскость совпадают, но в других плоскостях они имеют смещение.

### **Основная часть.**

Целью работы является разработка каркаса для экзоскостюма нижних конечностей и спины на основе анатомических параметров скелета человека, который должен учитывать податливость суставов, их микросмещения и демпфирование за счет повторения структуры суставов с обеспечением совпадения степеней свободы человека и костюма. Также рассматривается вопрос о использовании эластичных элементов для стабилизации системы.

В работе проведен анализ существующих решений, построена структурная схема костюма и его 3D модель, выполнено моделирование, в результате которого получены графики отклонения звеньев костюмов разной кинематики относительно тела человека для оценки эргономики, а также изготовлены элементы костюма и проведены их испытания.

### **Выводы.**

Были решены следующие задачи:

- разработка структурной схемы каркаса экзоскостюма;
- построение 3D модели конструкции;
- сравнительный анализ предложенного каркаса с каркасами основных типовых структур.
- изготовление прототипа и проведение его испытаний.

### **Список использованных источников:**

1. Биомеханический дизайн экзоскелета нижних конечностей Berkeley [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1618670>(дата обращения: 10.02.2023).
2. Биоинженерный коленный сустав [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9496118>(дата обращения: 10.02.2023).
3. Биоинженерный позвоночник для мягкого экзоскелета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8798687> (дата обращения: 10.02.2023).

Ледюков А. М. (автор)

Подпись

Нуждин К.А. (научный руководитель)

Подпись