

УДК 004.853: 37.02

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭКЗОСКЕЛЕТА РУКИ ИЗ КОНСТРУКТОРА LEGO

Глазырин А. Р., учащийся 7Г класса, МБОУ СОШ №50  
Научный руководитель: Елкин И.С., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

**Аннотация.** В статье представлен экзоскелет руки разработанный и собранный на основе деталей конструктора Lego. Представлены технические решения по установке двигателя, блокиратора, датчиков. Захват предметов соответствует для человеческой руки. Клешня состоит из четырех «пальцев» и имеет размах до 15 см. Может захватывать предметы диаметром 6-8 см. Действующая модель демонстрирует современные технические возможности конструктора Lego при решении образовательных и научно-технических задач.

**Ключевые слова:** экзоскелет руки, модель, военное дело, датчик, робототехника, рука-манипулятор, реабилитация, протезирование.

С развитием технологий в области робототехники и медицины создание, разработка экзоскелетов, промышленных манипуляторов становится все более актуальным. Одним из направлений является создание экзоскелетов, которые могут имитировать движения и функции конечностей, такие как рука в виде клешни. Эти устройства находят применение в различных сферах, включая реабилитацию раненых, промышленность, военное дело, робототехнику и автоматику [1], [2], [3].

Экзоскелеты часто изготавливают из легких и прочных материалов, таких как углеродное волокно или алюминий, пластик, что позволяет снизить вес устройства и повысить его маневренность [2], [4].

Экзоскелет руки представляет собой устройство, которое обвивает руку пользователя и усиливает ее движения, действия. Основными компонентами такого экзоскелета являются:

1) Датчики – фиксируют движения при захвате, удержании предметов и силу, прилагаемую пользователем. Это может быть сделано с помощью гироскопов, акселерометров и других сенсоров.

2) Сервоприводы – отвечают за движение клешни. Могут быть пневматическими, электрическими или гидравлическими, в зависимости от назначения экзоскелета и технических условий.

3) Контроллер – обрабатывает данные от датчиков и управляет сервоприводами, обеспечивая плавное и естественное движение клемши.

4) Каркас – изготавливают из легких и прочных материалов, таких как углеродное волокно или алюминий, что позволяет снизить вес устройства и повысить его маневренность.

Особенности и преимущества экзоскелета в виде клемши [2]:

1) Увеличение силы: экзоскелет способен значительно увеличить силу пользователя, что особенно полезно в тяжелых физических работах или в условиях, требующих высокой точности.

2) Безопасность: в промышленности экзоскелеты могут снизить риск травм, обеспечивая поддержку и защиту рук при выполнении тяжелых работ.

3) Многофункциональность: клемша может быть адаптирована для выполнения различных задач, от захвата мелких предметов до работы с тяжелыми грузами.

4) Устойчивость к внешним воздействиям: экзоскелеты могут быть разработаны для работы в экстремальных условиях, что делает их полезными в военной сфере.

5) Производство: разработка и производство данного типа экзоскелета является самым дешевым и простым т. к. включает в себя мало подвижных частей, что позволяет поставить производство на поток большинства заводов страны.

Цель данного проекта: изготовление действующей модели экзоскелета руки в виде клемши из конструктора Lego.

В ходе выполнения проекта решались следующие задачи:

1) изучение основных компонент экзоскелета в виде клемши и их функциональных особенностей;

2) подборка деталей и разработка модели;

3) сборка модели;

4) встроить блок питания, датчики, сервоприводы, блокиратор.

5) анализ возможных направлений дальнейших исследований и совершенствование модели.

На рис. 1 представлена собранная нами из Lego - конструктора модель экзоскелета руки в виде клемши. Экзоскелет надевается на руку. Имеет автономный источник питания 9В. Поворотный механизм позволяет поворачивать клемшю-захват относительно продольной горизонтальной оси на 360°. Клемша состоит из четырех «пальцев» и имеет размах до 15 см. Может захватывать предметы диаметром 6–10 см. Захват предметов соответствует для человеческой руки, объемом 200-300 мл. На модели установлен блокиратор, который предотвращает излом механизма клемши и сервоприводов, обеспечивает плавную и точную работу. Модель неоднократно модернизировалась, усовершенствовалась.



*Рис. 1. Модель экзоскелета из конструктора Lego*

Для разработки модели экзоскелета использовали несколько конструкторов производителя Lego, а также аналоги Mould King и CaDA, которые совместимы с ним. Детали конструктора выполнены из прочных и надежных материалов, что гарантирует долговечность модели, качество сборки. Изначально конструкторы были предназначены для сборки моделей танка Тигр I, машины Dodge Charger, мотоцикла Yamaha. Таким образом, на основе нескольких конструкторов нами сконструирован, разработан действующая модель экзоскелета руки в виде клюшки.

Для создания данной модели использовали такие детали как: пластины, шестерни, карданы, балки, оси, соединительные элементы, электронные компоненты.

Модель демонстрирует принципы:

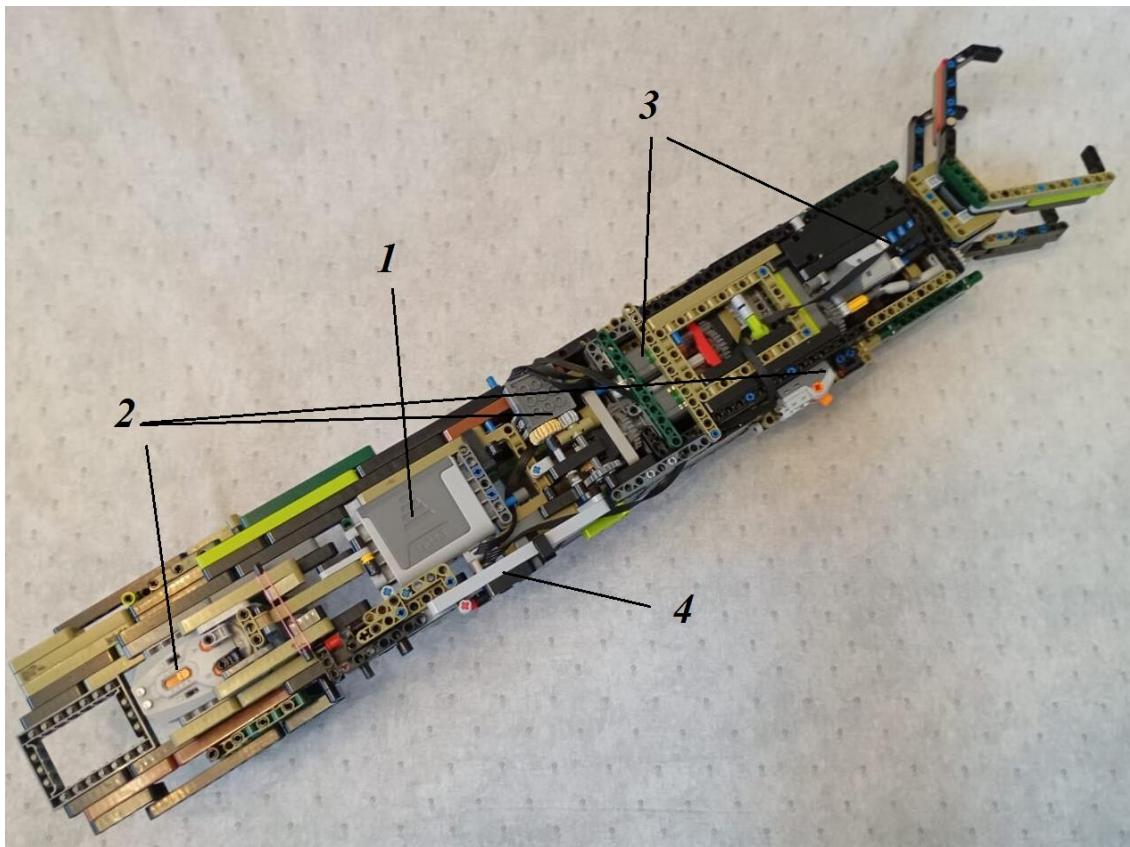
- биомеханики (работа суставов и мышц);
- робототехники (использование датчиков);
- физики (рычаги, трение, момент силы).

На рис. 2 представлен вид модели снизу без крышки корпуса, где видны основные компоненты модели.

Основными компонентами разработанной нами модели экзоскелета являются:

- 1) Блок питания – он оснащает руку электроэнергией.
- 2) Датчики – фиксируют движения и силу, прилагаемую пользователем.
- 3) Сервоприводы – отвечают за движение клюшки.

4) Блокиратор – предотвращает излом механизма и сервоприводов, обеспечивая плавное и естественное движение крепи.



*Рис.2. Нижняя панель экзоскелета, вид снизу:*  
1 – блок питания; 2 – датчики; 3 – сервоприводы; 4 – блокиратор

Таким образом, используя конструктор Lego, можно моделировать сложные конструкторские решения, приборы, роботов. Детали Lego имеют широкие технические возможности, помогающие решать множество задач в робототехнике на образовательном и инженерно-техническом уровне.

Экзоскелеты в виде крепи представляют собой перспективное направление в области робототехники, имеющее множество преимуществ. Позволяют значительно улучшить качество жизни людей с ограниченными возможностями, повысить безопасность на производстве и стать важным инструментом в военной сфере. В условиях современных конфликтов, использование таких технологий может оказать значительное влияние на эффективность выполнения задач и реабилитацию раненых. Развитие экзоскелетов открывает новые горизонты для применения технологий в различных сферах жизни.

#### **Список литературы:**

1. Ковальчук А. К. Методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Динамика гидро- и пневмоприводов». Москва : изд. МГТУ им. Баумана, 1986 г.
2. Аведиков, Г.Е. Экзоскелет: конструкция, управление [Текст]: / Г.Е. Аведиков, С.И. Жмакин, В.С. Ибрагимов, В.А. Епифанов и др. // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, Москва: 16-19 июня 2014 г., С.84–90.
3. Бочаров, М.И. Биомеханика человека [Текст]: учеб. пособие/ М.И. Бочаров. – Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2002. 222 с.
4. Головин В.Ф., Павловский В.Е. Новые направления в медицинской и сервисной робототехнике: по материалам международной конференции MESROB 2013. Мехатроника, автоматизация, управление. 2014. № 10. С. 15–21.