

УДК 621.3, 623, 681.5

Денисюк В.А., к.т.н., доцент  
*Винницкий национальный аграрный университет*  
Денисюк А.В., ассистент преподавателя  
*Винницкий национальный технический университет*

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ЭКЗОСКЕЛЕТОВ**

Экзоскелет – это устройство повторяющее биомеханику человека и пропорционально увеличивающий усилия при движениях (от греческих корней: ἔξω — внешний и σκελετός — скелет) [9]. Экзоскелетная конструкция представляет собой внешний каркас, который позволяет снять лишнюю нагрузку с мышц человека и увеличить его мускульную силу. Основные сферы использования: для разбора завалов при аварийно-спасательных работах и ликвидации последствий стихийных бедствий или техногенных катастроф, при выполнении операций пожаротушения при ограниченных запасах воздуха в дыхательных аппаратах; для помощи людям с ограниченными физическими возможностями и транспортировки лежачих больных; для строительных работ и для решения задач, сопровождаемых переноской тяжелых грузов на большие расстояния; для разминирования и проведения антитеррористических мероприятий.

В 2010г. минобороны США совместно с компанией Raytheon разработала экзоскелет военного назначения XOS 2 [2, 11].

Компания Berkeley Bionics разработала Human Universal Load Carrier (HULC) [6].

В 2013г., Япония, робот-экзоскелет Power Loader. [8, 9]. Прототипы экзоскелетов неудачно применялись при ликвидации аварии на Фукусиме.

Японские учёные разрабатывают экзоскелеты для восстановления подвижности у людей с травмами позвоночника. Экзоскелет HAL-5 (корпорация Cyberdyne, Япония) представляет собой роботизированный костюм-экзоскелет. HAL-5 - Hybrid Assistive Limb, гибридная вспомогательная конечность [3].

Японский Национальный центр гериатрии и геронтологии объявил о запуске нового проекта под названием Stride Management Assist компании Honda. Устройство представляет собой фрагмент экзоскелета, который облегчает ходьбу людям, испытывающим трудности с самостоятельным передвижением [4].

Устройство ReWalk (Амит Гофер из Argo Medical Technologies) состоит из моторизованной поддержки ног, сенсоров на теле и рюкзака за спиной, который содержит компьютер и источник питания [5, 10, 12].

Проект Tek Robotic Mobilisation Device разработан группой турецких ученых во главе с Некати Хасикадиоглу (Necati Hasicadiroglu). Машина представляет собой нечто среднее между экзоскелетом и классической инвалидной коляской [13].

Экзоскелет пассивной модификации EchoAtlet P создан в России, позволяет человеку-оператору переносить грузы (70–100 кг.) [1, 7, 8].

Минобороны России в настоящее время разрабатывает боевую экипировку «Боец-21» для военнослужащих [1]. Экипировка "Боец-21" использует внедренные элементы экзоскелетных конструкций. Вес – 22 кг.

Время заряда батареи каждого из рассмотренных устройств изготовителями не указывается или указывается с большими расхождениями в разных источниках. Одной из главных проблем в разработке экзоскелетов является создание соответствующих компактных и емких топливных элементов (электрических, бензиновых, реактивных или других). Но работы над этим ведутся и надеемся на успешные комплексные решения многих проблем технологии экзоскелетов.

В табл.1 сведены обобщенные характеристики наиболее известных и технологически доведенных до уровня образцов рассмотренных экзоскелетов. Из рассмотренных изделий, наиболее готовыми для медицинского рынка являются модели HAL-5 Type-B, Honda, ReWalk. А для военного рынка – HULC и EchoAtlet.

## Література:

1. "Боец - 21" - новая боевая экипировка с экзоскелетом. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/blogs/post/1703-boets-21-novaya-boevaya-ekipirovka-s-ekzoskeletom/>
2. Компания Raytheon являє ХОS-2 - новый экзоскелет. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.cn.ua/news/military/3765-kompaniia-raytheon-iavliaie-xos-2-novii-ekzoskelet-vtiluie-v-jittia-idei-iron-man.html>
3. Начались пробные поставки киберкостюма-экзоскелета HAL-5. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/blogs/post/2356-nachalis-probnyie-postavki-kiberkostyuma-ekzoskeleta-hal-5/>
4. Пожилые люди испытают экзоскелеты Honda. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/633184>
5. Поддерживающий экзоскелет ReWalk скоро поступит в продажу. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/news/podderzhivayushchiy-ekzoskelet-rewalk-skoro-postupit-v-prodazhu>
6. Роботизированный экзоскелет HULC (US). [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/blogs/post/1710-robotizirovannyiy-ekzoskelet-hulc-us/>
7. Российские ученые представили первый действующий образец экзоскелета для штурмовых отрядов и спасателей МЧС. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2013/rossiiskie-uchenye-predstavili-pervyi-deistvuyushchii-obrazets-ekzoskeleta-dlya-shturmovykh>

8. Экзоскелет. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/blogs/post/5600-ekzoskelet/>
9. Экзоскелеты. Стань сильным, как робот! [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://joy4mind.com/?p=8006#ixzz30kKrRdaJ>
10. Экзоскелет ReWalk возвращает способность ходить парализованным людям. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://www.3dnews.ru/news/ekzoskelet\\_rewalk\\_vozrashaet\\_sposobnost\\_hodit\\_paralizovannim\\_ludyam](http://www.3dnews.ru/news/ekzoskelet_rewalk_vozrashaet_sposobnost_hodit_paralizovannim_ludyam)
11. Raytheon unveils lighter, faster, stronger second generation exoskeleton robotic suit. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://multivu.prnewswire.com/mnr/raytheon/46273/>
12. ReWalk – Walk Again. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://rewalk.com/landingpage-en/>
13. Robotic Mobilisation Device: стоячая инвалидная коляска. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/626014> Тек

Таблица 1. Параметры экзоскелетов

Параметры экзоскелета	Тип экзоскелета		
	HAL-5 Type-B	Honda	ReWalk
Особенности конструкции	надеваемый робот; высота 1,6м	надевается на пояс, вниз отходят жесткие скобы, крепятся на бедра	моторизованные «ноги» с сенсорами движения
Вес, кг	полная комплектация - 23 (неполная - 15)	2,8 , включая батареи.	3,1
Поднимаемый вес, кг	80	-	-
Скорость движения, км/ч	шагом	шагом, до 4,5 км/ч	шагом
Питание	аккумуляторный привод, аккумулятор (AC100V)	литий-ионные батареи	управляющий компьютер и батарея в рюкзаке
Время непрерывного действия	2 часа 40 минут	2 часа	3,5 часа
Движения	повседневная деятельность, держать и поднимать тяжёлые предметы	облегчает ходьбу	инструмент постепенной реабилитации.
Управление	система комбинированного контроля	анализ механики шага, создание сонаправленного усилия, облегчая движение	-
Условия эксплуатации	в помещении, на открытом воздухе	в помещении и на открытом воздухе	в помещении, на открытом воздухе

Таблица 1. Параметры экзоскелетов (продолжение)

Параметры экзоскелета	Тип экзоскелета		
	Power Loader	XOS-2	HULC
Особенности конструкции	механизированный комплекс		“сильные ноги и крепкое тело”
Вес, кг	200	90	25
Поднимаемый вес, кг	90	17:1	150
Скорость движения, км/ч	-	шагом	16
Питание	-	отсутствие портативного источника питания	Li - аккумулятор массой 25 кг
Время непрерывного действия	-	-	4 часа
Движения	ходить, поворачиваться.	-	приседать, ложиться, передвижение по пересеченной местности
Управление	-	сенсоры регистрируют мышечные сокращения и передают сигналы на моторы	-
Условия эксплуатации	спасательные операции, разборы завалов	в помещении, на открытом воздухе	в условиях ведения боевых действий