

УДК: 617.57-77; 617.58-77; 617.7-77

ВАК: 06.06.01

### **Биомеханика как предвестник трансгуманизма**

Ерошенко Екатерина Сергеевна, аспирант 1 курса направление 06.06.01 – Биологические науки, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», г. Екатеринбург ул. Карла Либкнехта, 42. тел. +79827685387

Некрасов Станислав Николаевич, доктор философских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», г. Екатеринбург ул. Карла Либкнехта, 42. тел. +79667054592

Баркова Анна Сергеевна, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ», г. Екатеринбург ул. Карла Либкнехта, 42. тел. +79089032836

**Аннотация:** Трансгуманизм – философское направление, названное самой опасной идеей в мире или самой прекрасной идеей. Трансгуманизм появился на основе научно-технического и культурного прогресса. Открыв пути реализации самых сокровенных желаний человека, по улучшению себя. Трансгуманизм - философская концепция, а также международное движение, поддерживающее использование достижений науки и техники для улучшения умственных и физических возможностей человека с целью устранения тех аспектов человеческого существования, которые трансгуманисты считают нежелательными: страдания, болезни, старение и смерть. Трансгуманисты исследуют возможности и последствия технологий, рассматривают опасности и преимущества технологий, в том числе и процесс слияния биологических, информационных, познавательных и нанотехнологий в одно целое.

В статье мы рассмотрим не сам трансгуманизм, а науку, которая станет или уже стала предвестником трансгуманизма в широком его понимании. Рассмотрим науку биомеханику и выходящую из нее биомехатронику. Это две комплексные науки, работающие на благо человечества, но так ли это мы

попытаемся понять в статье и обсудим в заключениях. Поскольку пока не все так однозначно, как выглядит с первого взгляда

**Ключевые слова:** Биомеханика, философия, протезирование, история, медицина, механика.

### **Biomechanics as a harbinger of transhumanism**

Ekaterina Eroshenko, 1st year post-graduate student direction 06.06.01-Biological Sciences, FSBEI HE Ural SAU, Yekaterinburg Karl Libknecht str., 42. tel. +79827685387

Stanislav Nekrasov, doctor of philosophy, Professor, FSBEI HE Ural SAU, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42. tel. +79667054592

Barkova Anna, doctor of veterinary science, Professor, FSBEI HE Ural SAU, Yekaterinburg Karl Libknecht str., 42. tel. +79089032836

**Аннотация.** Transhumanism is a philosophical movement called the most dangerous idea in the world or the most beautiful idea. Transhumanism appeared on the basis of scientific, technical and cultural progress. Opening the way to realize the most intimate desires of a person, to improve themselves.

Transhumanism is a philosophical concept, as well as an international movement that supports the use of science and technology to improve human mental and physical capabilities in order to eliminate those aspects of human existence that transhumanists consider undesirable: suffering, disease, aging and death.

Transhumanists study the possibilities and consequences of technologies, consider the dangers and advantages of technologies, including the process of merging biological, information, cognitive and nanotechnology into one.

In this article, we will not consider transhumanism itself, but the science that will become or has already become a harbinger of transhumanism in its broad sense.

Consider the science of biomechanics and the resulting biomechatronics. These are two complex Sciences that work for the benefit of humanity, but we will try to understand this in the article and discuss it in the conclusions. Because not everything is as clear as it looks at first glance

**Ключевые слова:** Biomechanics, philosophy, prosthetics, history, medicine, mechanics.

## Биомеханика

**Биомеханика** - раздел естественных наук, изучающий на основе моделей и методов механики механические свойства живых тканей, отдельных органов, или организма в целом, а также происходящие в них механические явления [1, 3].

Биомеханика – наука, которая изучает движение в живых системах.

Данная дисциплина изучает тело, так будто оно полностью механическая система, поскольку все части тела подобны механическим структурам. Например: кости – рычаги, суставы – несущие поверхности и сочленения, межсуставная жидкость – смазка, мышцы – пружины, нервы – механизмы контроля и обработки реакции, органы – производство и доставка энергии, сухожилия – канаты и так далее.

**Цели биомеханики:** изучение способов, по средствам которых тело прикладывает усилия и совершает движение.

Биомеханика как дисциплина опирается на три кита из анатомии, математики и физики. Также с ней связаны такие дисциплины как антропометрия, кинезиология.

В данной науке есть два основных принципа:

1. Мышцы работают в паре. Как известно из курса анатомии, мышцы только сокращаются, поэтому все мышцы имеют пару (например, как сгибатели-разгибатели, мышцы приведения-отведения и вращатели внутрь и наружу)

2. Мышцы работают наиболее эффективно, когда парные мышцы находятся в состоянии релаксационного баланса. Их работа максимальна эффективна, когда мышцы находятся в середине диапазона движения сустава, на который она воздействует [17].

## **Биомеханика как научная дисциплина**

Интерес к данной науке возник с тех пор, как появилась сама наука.

Биомеханика интересна не только теми аспектами, в которых есть ключевая роль у механики, но и теми что скрыты, например, в жизни растений и их превращении углекислого газа в органические вещества или подъем воды в стеблях секвой от корней к самой вершине, при этом их высота достигает 110 метров. Для человека подобный подъем воды достаточно большая проблема, которая с легкостью была решена природой.

Также очень интересен такой аспект как движение животных различного вида и размера. Для начала рассмотрим самых крупных из ныне живущих млекопитающих - синих китов. Их длина достигает 33 метров, а массой они почти 150 тон, скорость передвижения под водой составляет 37-48 км/ч. Такие особенности в плавании они имеют благодаря работе мышц, которые обеспечивают высокую скорость передвижения и высокий КПД при их габаритах – это является предметом изучения биомеханики.

Что бы разбираться в этих нюансах нужно хорошо знать такую науку как механика.

Рассмотрим движение в разных масштабах его проявления. Синий кит с высокими показателями КПД при таких размерах или же птица, которая в состоянии пролетать колоссальные дистанции – где они берут такой запас энергии, такие экономные полеты тоже являются предметом изучения биомеханики [13].

Также одноклеточные организмы и их передвижение с помощью ресничек и жгутиков, благодаря движению которых, одноклеточный организм может передвигаться с достаточно заметными скоростями. И это также предмет исследования биомеханики.

Помимо интереса к исследованию движения целостного организма биомеханику интересует и работа отдельных систем этого организма, Таких как дыхательная, кровеносная система, при чем в данном случае следует говорить о биомеханике течения крови и всего кровообращения, о биомеханике дыхания.

Также есть еще одна зона интереса биомеханики, движения в ней не столь очевидны, но гораздо более устрашающие. В данном вопросе основное внимание специалистов привлекает движение обычных клеток, в отличие от дифференцированных клеток мышечной ткани. В этом случае мы имеем в виду онкологию, где аномально подвижные, недифференцированные клетки, которые не имеют определенной программы, становятся очень опасным источником новообразований различной этиологии, которые могут распространяться по всему организму уничтожая его – это колоссальная биологическая проблема, в решении которой принимают участие и биомеханики [12].

Биомеханика – комплексная наука, занимающаяся исследованиями работы живой природы и практическим применением результатов своей работы в медицине.

### **История развития биомеханики**

Одним из первых кто начал использовать термин «Биомеханика» был Мориц Бенедикт (1835-1920) в своем труде «Uber mathematische Morphologie und Biomechanik» [1].

Науку о движениях человека и животных заложили великие ученые и мыслители Аристотель, Гален и Леонардо да Винчи.

«Наука механика потому столь благородна и полна более всех прочих наук, что как оказывается, все живые существа, имеющие способность к движению, действуют по ее законам» - Леонардо да Винчи о механике [1].

Первое описание некоторых костей и нервов, предположения и идеи о мышцах антагонистах принадлежали Леонардо да Винчи. Он пытался ввести в биологию экспериментальный метод с помощью своих опытов по удалению органов у животных. Во время анатомических исследований Леонардо рассматривал организм как «природный механизм».

Леонардо да Винчи как инженер и ученый обогатил своими пронзительными наблюдениями практически все области науки своего времени.

Этьену Жюлю Марею (1830-1904) французский физиолог, который разработал метод пневмографии. Суть метода – запись опорных реакций с помощью давления воздуха. Благодаря этому методу стало возможным определить время полета и опоры во время ходьбы [1, 17].

Еще одно изобретение Этьена Маре – силовая платформа, которая позволяла регистрировать величину реакции опоры при отталкивании [1, 17].

Эдвард Майбридж (1830-1904) американский фотограф. В 1872 году его попросили разработать способ фиксирования, одновременного отрыва лошадей всех четырех конечностей от земли во время галопа. Через шесть лет многочисленных опытов ему удалось разработать данный способ. Это произошло на калифорнийском ипподроме, где вдоль финишной прямой было установлено 12 камер. Несясь мимо камер лошадь рвала нити, идущие к электромагнитам, отвечающим за затвор объектива. Фотограф получил моментальные снимки фаз движения человека и животного.

Через 10 лет Этьен Марель предложил фоторужье в качестве усовершенствования метода, это позволило производить 12 снимков подряд. При помощи фоторужья Марель изучал движения человека, а также полет птиц и насекомых [1].

В 1880 году Этьен Марей изобретает хронофотографию (фотографирование всего движения на одну пластинку). Суть метода заключалась в том, что перед фотоаппаратом устанавливался вращающийся диск с прорезями, на испытуемого надевался черный костюм с прорезями и капюшоном, так чтобы, оставались узкие светлые прорези. Снимки делались через равный промежуток времени захватывая все фазы движения. Фотографии показывали схему движения [1].

В развитие биомеханики конца XIX века внесли свой вклад еще двое немецких ученых, учитель и его студент, Кристиан Вильгельм Брауне (1831-1892) и Отто Фишер (1861-1917). Ими в 1872 году был выпущен атлас топографической анатомии органов человека, они определили расположение центра тяжести в четырех плоскостях, а также положение центра тяжести и

массы сегментов тела человека. Что в свою очередь позволило ввести в исследование ходьбы экспериментальную биомеханику и динамику [1].

Петр Францевич Лесгафт (1837-1909) русский анатом и педагог, в 1882 году в своей работе «Основы теоретической анатомии» рассматривает ряд проблем, смежных с биомеханикой. На основе своих исследований предложил новую классификацию мышц (сильные и ловкие мышцы) [1].

Петр Францевич был одним из первых ученых заявивших, что исследования человека и его движения производимое одним методом – мало эффективно.

Иван Михайлович Сеченов (1829-1905) русский физиолог, в 1863 году издает книгу «Рефлексы головного мозга». В работе он показывает рефлекторную природу реакций человека. Затем в 1901 он издает «Очерк рабочих движений человека», в котором подробно рассматривается работа опорно-двигательного аппарата, механика двигательного сокращения и биомеханические свойства мышц, а также функции грудных и тазовых конечностей [1].

Профессор Ленинградского университета, академик Алексей Алексеевич Ухтомский в 1927 году издает труд «Физиология двигательного аппарата», в которой подробно были рассмотрены механические свойства мышц, энергетика мышечной деятельности и зависимость силы мышц от анатомо-физиологических факторов [1].

Можно долго перечислять анатомов, физиологов, механиков, математиков и других исследователей, которые развивали биомеханику как науку. Отметим еще один факт, в конце XX – начале XXI веков в биомеханику внедрились информационные технологии, что вывело ее на новый уровень, возросли ее возможности как дисциплины.

### **Современный этап развития биомеханики**

Современные ученые биомеханики учитывая знания и опыт прошлых лет, используют большой диапазон возможностей для реализации различного рода задач. Благодаря активному использованию компьютерного моделирования

ученые биомеханики могут создавать новые варианты движений на основе имеющихся знаний и законов биомеханики.

На сегодняшний день идет активное развитие биомеханики совместно с медициной, так как есть задачи, которые можно решить только совместными усилиями специалистов медиков и биомехаников. Речь идет о биомеханическом протезировании.

Даже с условием того, что мы живем в эпоху великого прогресса нам приходится сталкиваться с факторами, которые становятся причиной снижения качества жизни индивида. У некоторых людей есть проблемы, связанные с функционированием конечностей, другие становятся инвалидами, но иногда это происходит и из-за определенных стечений обстоятельств. Поэтому вопрос качественного протезирования будет открыт очень долго.

Если обратиться к истории протезов, в 2001 году на раскопках в Сакаре был обнаружен протез руки с ремнями фиксаторами. По оценкам специалистов протез датируется XXVII веком до нашей эры [6, 8, 10].

Также можно обратиться к классическому изображению пиратов, мужчина на одной ноге с протезом и крюком за место руки. Отметим, что крюк был эффективен во время ближнего боя и служил примером бионического усиления.

Первые протезы были больше муляжами и не могли полноценно восстановить утраченные функции организма человека.

В наше время технологии шагнули далеко вперед и человек с помощью своих знаний может в полной степени компенсировать утраченные функции с новым видом протезирования – аугментацией.

Аугментация, не только замена утраченного органа, но и приобретение повышенных способностей, которыми человек ранее не обладал [8].

Сверхлюди, о которых писали в фантастических книгах, сейчас вполне реальны. Идеи трансгуманизма стали воплощаться в реальность. Появилось даже отдельное направление – биомехатроника. Это междисциплинарная наука,



направленная на интеграцию биологии, механики и электроники, также она охватывает робототехнику и нейронауки [5].

### **Кибернетические протезы**

Кибернетические протезы — это частный случай кибернетических манипуляторов. Такие манипуляторы применяются на производстве уже не один десяток лет, но в протезировании ампутированных конечностей их принцип начали использовать сравнительно недавно [7].

Основной принцип работы киберманипуляторов заключается в непрерывной корректировке информации, полученной от датчиков, отслеживающих выполнение поставленных задач. Для успешного выполнения работы такие манипуляторы должны быть оборудованы определенным количеством датчиков, а также иметь план целевого действия [7].

В киберманипуляторах есть проблема, в нем нет важного датчика, датчика намерения человека. Поэтому только благодаря волевым усилиям определяются важные задачи, как продолжение движения прямо, смены направления и других.

Электронно-вычислительный процесс в кибернетических манипуляторах корректируется сигналами мозга. Основная трудность заключается в считывании сигнала, идущего от нервных клеток.

Есть два варианта считывания сигнала идущих от клеток:

1) Считывание сигнала с кожи головы, оно менее затратно, но и менее эффективно;

2) Помещение электродов прямо в мозг к необходимой группе нейронов, он более затратный, но считывание намерений человека будет более эффективным.

Отметим, что при таком взаимодействии мозг сам начинает подстраивать данную группу нервных клеток под управление связанного с ними протеза.

Но технологии с внедрением в мозг электронов применяются в исключительных случаях и требуют работу высококлассных нейрохирургов.

### **Экзоскелеты**

Экзоскелеты – это устройства, предназначенные для восстановления утраченных, по тем или иным причинам, функций, увеличения силы мышц, а также расширения амплитуды движения при помощи внешнего каркаса и приводящих частей [16].

По способу управления они аналогичны кибернетическим протезам.

Также современная наука помимо масштабных разработок в виде протезов и экзоскелетов стала изучать и создавать прототипы таких филигранных вещей, как кибернетические глаза и нанороботы, которые сшивают нейронные сети.

### **Прочие разработки**

Многие учёные считают, что киберглаза будут настоящей панацеей в лечении людей, потерявших зрение. Существует много прототипов и проектов глаз, которые в полной степени восстанавливают утраченную функцию [5].

Так же сейчас представлены умные татуировки, которые показывают давление, температуру тела человека [15].

### **Заключение**

Хочется отметить, что все написанное выше захватывает дух, на протяжении многих веков совершались великие открытия, и сейчас мы находимся в тот период, когда благодаря достижениям современной науки, человек может улучшать свое тело с помощью механизмов. Это то, о чем писали фантасты в своих произведениях и то, что рисовали в комиксах. Тот этап, когда человек может воплотить идеи философов трансгуманистов, но какой ценой. И сейчас речь идет не об огромной стоимости, а о правильности и необходимости использования таких изобретений. Так как сейчас встречаются абсолютно здоровые люди, которые добровольно идут на эксперименты со своим телом и устанавливают себе киберпротезы.

Теории и учения о сверхлюдях, рассказы, книги приобретают массовый характер, массовую популяризацию и люди пытаются усовершенствовать свое не столь совершенное тело, чтобы приблизится к героям романов.

Конечно, в медицинских целях использование данных изобретений необходимо, так как первоначально они создавались как раз для улучшения качества жизни пациента.

Идеи трансгуманизма, захватывают умы многих, но в практическом его воплощении даже с наличием очень крепкой базы в виде биомеханики и биомехатроники, а также самых современных технологий, мало выполнимы. Так как природа оказалась умнее нас и на многие наши ноу-хау она дает ответ и отторжение всего противоестественного для организма.

Поэтому хоть биомеханика и является предвестником воплощения идей трансгуманизма в жизнь, пока это будет появляться в единичных экземплярах люди будут оставаться людьми, а не биомашинами со сверхспособностями

### **Список используемой литературы**

1. Попов Г.И. Биомеханика двигательной деятельности. / Попов Г.И., Самсонова А.В. // Учебник М.: «Аквариум» 2013. 320с.

2. 9 странных идей трансгуманизма // republic [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://republic.ru/posts/1/1087599>

3. Биомеханика и искусственный интеллект в медицине. // Лекция на YaC 2017 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/334400/>

4. Биомехатроника // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>

5. Биомехатроника: киберпротезы, дающие человеку сверхспособности// ИТС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://itc.ua/articles/biomehatronika-kiberprotezyi-dayushhie-cheloveku-sverhsposobnosti/>

6. Бионическое протезирование. // Пикабу [Электронный ресурс].  
Режим доступа: [https://pikabu.ru/story/bionicheskoe\\_protezirovanie\\_6706365](https://pikabu.ru/story/bionicheskoe_protezirovanie_6706365)

7. Кибернетические протезы // Постнаука [Электронный ресурс].  
Режим доступа: <https://postnauka.ru/faq/37188>

8. Люди-киборги среди нас: эпоха сверхвозможностей // РИА Наука [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20170918/1505000295.html>

9. Наука и техника // Лента [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2013/04/24/roboturtle/>

10. Протезирование // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>

11. Разработки в области биомеханики // Военное образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://topwar.ru/72834-razrabotki-v-oblasti-biomehaniki.html>

12. Роль теломер в процессах старения и образования опухолей // Постнаука [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/28590>

13. Синий кит // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BA%D0%B8%D1%82#%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%B8\\_%D0%BD%D1%8B%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B8%D1%82#%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B8_%D0%BD%D1%8B%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5)

14. Трансгуманизм // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B3%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC>

15. Умные татуировки с электродами. Шаг на пути к кибернетизации человека или дань моде? // hi-news [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://hi-news.ru/technology/umnye-tatuirovki-s-elektrodami-shag-na-puti-k-kibernetizacii-cheloveka-ili-dan-mode.html>

16. Экзоскелет // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82#%D0%92\\_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D1%84%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82#%D0%92_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%84%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5)

17. Этапы развития биомеханики // Глобальная медицина [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.globalmedics.ru/lwos-771-1.html>

### **List of used literature**

1. Popov G. I. Biomechanics of motor activity. / Popov G. I., Samsonova A.V. // Textbook M.: "Aquarium" 2013. 320S.

2. 9 strange ideas of transhumanism // republic [Electronic resource]. Mode of access: <https://republic.ru/posts/1/1087599>

3. Biomechanics and artificial intelligence in medicine. // Lecture at YaC 2017 [Electronic resource]. Mode of access: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/334400/>

4. The biomechatronics // Wikipedia [Electronic resource]. Mode of access: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>

5. Biomechatronics: cybernetic prostheses that give a person superpowers/ / ITC [Electronic resource]. Mode of access: <https://itc.ua/articles/biomehatronika-kiberprotezyi-dayushhie-cheloveku-sverhsposobnosti/>

6. Bionic prosthetics. // Peek-a-Boo [Electronic resource]. Mode of access: [https://pikabu.ru/story/bionicheskoe\\_protezirovanie\\_6706365](https://pikabu.ru/story/bionicheskoe_protezirovanie_6706365)

7. Cybernetic prostheses // Postnauka [Electronic resource]. Mode of access: <https://postnauka.ru/faq/37188>

8. People-cyborgs among us: the era of super-capabilities / / RIA Nauka [Electronic resource]. Mode of access: <https://ria.ru/20170918/1505000295.html>

9. Science and technology / / Lenta [Electronic resource]. Access mode: <https://lenta.ru/news/2013/04/24/roboturtle/>

10. Prosthetics / / Wikipedia [Electronic resource]. Mode of access: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>

11. Development in the field of biomechanics // Military education [Electronic resource]. Mode of access: <https://topwar.ru/72834-razrabotki-v-oblasti-biomehaniki.html>

12. The role of telomeres in aging and development of tumors // Postnauka [Electronic resource]. Mode of access: <https://postnauka.ru/video/28590>

13. The blue whale // Wikipedia [Electronic resource]. Mode of access: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BA%D0%B8%D1%82#%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%B8\\_%D0%BD%D1%8B%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B8%D1%82#%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B8_%D0%BD%D1%8B%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5)

14. Transhumanism // Wikipedia [Electronic resource]. Mode of access: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B3%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC>

15. Smart tattoos with electrodes. A step on the way to cybernetization of a person or a tribute to fashion? // hi-news [Electronic resource]. Mode of access:

<https://hi-news.ru/technology/umnye-tatuirovki-s-elektrodami-shag-na-puti-k-kibernetizacii-cheloveka-ili-dan-mode.html>

16. The exoskeleton // Wikipedia [Electronic resource]. Mode of access: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82#%D0%92\\_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D1%84%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82#%D0%92_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%84%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5)

17. Stages of development of biomechanics / / global medicine [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.globalmedics.ru/lwos-771-1.html>