

*Е.В. ГОНЧАРОВ, Н.В. КРЮКОВА, В.С. МАРКОВ, И.В. ПОЛЯКОВ***ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ ТЕЛО КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ**

В статье рассматриваются актуальные проблемы использования энергии, выделяемой человеческим телом. Возникает вопрос, а сколько энергии может вырабатывать человеческое тело? А возможно ли использовать эту энергию для бытовых и промышленных нужд? В 18 и 19 веках появились первые научные работы на эту тему. Выяснилось, что носителями зарядов в белках живого организма являются протоны и электроны, которые вместе с системой электронно-дырочной проводимости создают присущую только живому организму проводимость. Электрическая активность мозга оценивается импульсами напряжения амплитудой 500 мкВ различной частоты от 0,5 до 55 Гц. Получить импульсы с такой частотой и такой амплитудой от носителей заряда только ионного типа невозможно. Электрохимические источники тока инерционны, поэтому это может являться прямым доказательством наличия в мозгу и нервной системе электронного движения носителей заряда. Вполне реально использовать тепловую энергию человеческого тела. В настоящее время центральное здание Стокгольмского железнодорожного вокзала превращено в своеобразный экспериментальный полигон. Ежедневно через здание вокзала проходит около 250 тыс. человек, которые выделяют до 25 МВт тепловой энергии. Большая ее часть в виде нагретого воздуха собирается в вентиляции и через теплообменники энергия передается на нагрев воды в системе отопления другого здания. По приблизительным оценкам эффективность такой системы позволяет экономить до 25% энергии, расходуемой на отопление здания. Внутри человека вырабатываются электрические токи различных частот в 7 биологических электростанциях: в сердце, в мозге и в пяти органах чувств. Все электричество, которое вырабатывается внутри человеческого организма, поглощается его же тканями. Ни один электрон, произведенный внутри живого организма, не покидает человеческое тело, и не переходит в окружающую среду, а поглощается кожей. Этим и обусловлена замкнутость электрической системы человека. Организм сам поглощает все электричество, которое ранее он же и произвел. Вырабатываемая человеческим телом энергия подразделяется на механическую, тепловую и электрическую. Наиболее эффективно можно использовать тепловую энергию человеческого тела. Механическая энергия также может быть использована, однако с гораздо меньшей эффективностью. Электрическую энергию человеческого тела на данном этапе развития науки и техники использовать практически невозможно. Ее использование видимо станет реальным в очень отдаленном будущем.

Ключевые слова: тепловая энергия человеческого тела, электрическая активность мозга, биоток

*Є. В. ГОНЧАРОВ, Н. В. КРЮКОВА, В. С. МАРКОВ, І. В. ПОЛЯКОВ***ТІЛО ЛЮДИНИ ЯК ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ**

У статті розглядаються актуальні проблеми використання енергії, що виділяється людським тілом. Виникає питання, а скільки енергії може виробляти людське тіло чи енергії? А чи можливо використати цю енергію для побутових та промислових потреб? У 18 та 19 століттях з'явилися перші наукові роботи на цю тему. З'ясувалося, що носіями зарядів у білках живого організму є іони (протоны та електрони), які разом із системою електронно-діркової провідності створюють єдину, властиву лише живому організму провідність. Електрична активність мозку оцінюється імпульсами напруги амплітудою 500 мкВ різної частоти від 0,5 до 55 Гц. Отримати імпульси з такою частотою та такою амплітудою від носіїв заряду лише іонного типу неможливо. Електрохімічні джерела струму інерційні, тому цей факт може бути прямим доказом наявності в мозку та нервовій системі загальної електронної руху носіїв заряду. Цілком реально використовувати теплову енергію людського тіла. В даний час центральна будівля Стокгольмського залізничного вокзалу перетворена на своєрідний експериментальний полігон. Щодобово через будівлю вокзалу проходить близько 250 тис. осіб, що виділяють до 25 МВт теплової енергії. Більшість її у вигляді нагрітого повітря збирається у вентиляції і через теплообмінники енергія передається на нагрівання води в системі опалення іншої будівлі. За приблизними оцінками, ефективність такої системи дозволяє економити до 25% енергії, що витрачається на опалення будівлі. Усередині людини виробляються електричні струми різних частот у 7 біологічних електростанціях: у серці, у мозку та у п'яти органах почуттів. Вся електрика, що виробляється всередині людського організму, поглинається його тканинами. Жоден електрон, вироблений усередині живого організму, не залишає людське тіло, і не перетворюється на навколишнє середовище, а поглинається шкірою. Цим і обумовлена замкнутість електричної системи людини. Організм сам поглинає всю електрику, яку раніше він і зробив. Енергія, що виробляється людським тілом, підрозділяється на механічну, теплову та електричну. Найбільш ефективно можна використовувати теплову енергію людського тіла. Механічна енергія також може бути використана, проте з набагато меншою ефективністю. Електричну енергію людського тіла на даному етапі розвитку науки та техніки використати практично неможливо. Її використання мабуть стане реальним у дуже віддаленому майбутньому.

Ключові слова: теплова енергія людського тіла, електрична активність мозку, біострум

*YE. V. HONCHAROV, N.V. KRIUKOVA, V. S. MARKOV, I. V. POLYAKOV***A HUMAN BODY AS AN ENERGY SOURCE**

The article deals with the actual problems of using the energy released by the human body. The question arises how much energy can the human body generate? Is it possible to use this energy for domestic and industrial needs? In the 18th and 19th centuries, the first scientific works on this topic appeared. It turned out that the charge carriers in the proteins of a living organism are protons and electrons, which, together with the electron-hole conduction system, create a single conductivity inherent only in a living organism. The electrical activity of the brain is assessed by voltage pulses with an amplitude of 500 μ V of various frequencies from 0.5 to 55 Hz. It is impossible to receive pulses with such a frequency and such an amplitude from only ionic-type charge carriers. Electrochemical current sources are inertial; therefore, this fact can be direct evidence of the presence of electronic movement of charge carriers in the brain and the nervous system as a whole. It is quite realistic to use the thermal energy of the human body. Currently, the central building of the Stockholm railway station has been turned into a kind of experimental testing ground. Every day about 250 thousand people pass through the station building, who emit up to 25 MW of thermal energy. Most of it in the form of heated air is collected in ventilation and through heat exchangers energy is transferred to heat water in the heating system of another building. According to rough estimates, the efficiency of such a system can save up to 25% of the energy spent on heating the building. Inside a person, electric currents of various frequencies are generated in 7 biological power plants: in the heart, in the brain and in the five sense organs. All the electricity that is generated inside the human body is absorbed by its own tissues. Not a single electron produced inside a living organism leaves the human body, and does not pass into the environment, but is absorbed by the skin. This is the reason for the closure of the human electrical system. The body itself absorbs all the electricity that it previously produced. The energy generated by the human body is divided into mechanical, thermal and electrical. The thermal energy of the human

© Е.В. Гончаров, Н.В. Крюкова, В.С. Марков, И.В. Поляков, 2021

body can be used most effectively. Mechanical energy can also be used, but with much less efficiency. The electrical energy of the human body at this stage in the development of science and technology is practically impossible to use. Its use is likely to become real in the very distant future.

Key words: thermal energy of the human body, electrical activity of the brain, biocurrent

Актуальность. За последние сто пятьдесят лет бурное развитие электротехники привело к тому, что электрические устройства находятся буквально повсюду. Они круглосуточно помогают нам, делают нашу жизнь более комфортной. Однако их работа требует огромного количества электроэнергии, которую человечество научилось производить, используя, как исчерпаемые источники: уголь, газ, нефть, уран, так и, в последнее время все активнее, практически неисчерпаемые: ветер, приливные волны, солнечный свет. Но, несмотря на это, проблема экономии энергии, и как следствие, энергоэффективности, становится все острее. Связано это как с проблемами экологии, так и с капитальными вложениями в создание новых электростанций.

Постановка проблемы. А что если электрическую энергию, необходимую для удовлетворения нужд человека, будет вырабатывать сам человек? Казалось бы, фантастическая идея, но уже почти сто лет существуют наручные часы с автоподзаводом, не нуждающиеся в ежедневном закручивании пружины. Механизм таких часов содержит маховик, совершающий колебания при движении руки. Автоподзавод часов – хорошая идея, но и энергии на него тратится совсем мало. Возникает резонный вопрос, а сколько энергии может вырабатывать человеческое тело? А возможно ли использовать эту энергию для бытовых и промышленных нужд?

Из истории вопроса. С так называемым «живым» электричеством человек сталкивался очень давно, еще со времен древнеримского врача Клавдия Галена. Во времена императора Марка Антония он лечил раненных гладиаторов с помощью электрических скатов, причем, такую электрофизиотерапию он подсмотрел в рыбацкой деревушке на берегу Средиземного моря. В эпоху великих географических открытий, у берегов Амазонки, европейцы столкнулись с местными электрическими угрями, которые генерировали электрическое напряжение в воде, как было установлено впоследствии, до 550 вольт. Горе было тому, кто случайно попадал в трехметровую зону поражения.

Но впервые наука обратила внимание на способность живых организмов вырабатывать электричество, после забавного случая с лягушачьими лапками в XVIII веке, которые в один ненастный день где-то в Болонье, начинали дергаться от соприкосновения с железом. Зашедшая в лавку мясника за французским деликатесом, жена болонского профессора Луиджи Гальвани, увидела эту ужасную картину и рассказала мужу о нечистой силе, которая бушует по соседству. Но Гальвани посмотрел на это с научной точки зрения, а спустя 25 лет упорных трудов вышла его книга «Трактаты о силе электричества при мышечном движении». В ней ученый впервые заявил – электричество есть в каждом из нас, а нервы это своеобразные электропровода.

Впервые электрические свойства живого организма были обнаружены и стали предметом исследований в 80-е годы девятнадцатого века. Русский исследователь И.П. Тишков в 1886 опубликовал работу «О сопротивлении человеческого тела электрическому току», где впервые привел численные значения сопротивления. Позднее немецкий ученый Вебер высказал предположе-

ние, что тело человека по своим электрофизическим характеристикам можно отнести к соленым растворам или электролитам, что сейчас считается не совсем верным. Ныне считается, что носителями зарядов в белках живого организма являются протоны и электроны, которые вместе с системой электронно-дырочной проводимости создают единую, присущую только живому организму проводимость. Установлено, что включение в белок незначительного количества хлоранила играет роль акцептора, что повышает общую проводимость белков примерно в 10 раз. Вода же, служащая донором электронов, тем не менее, ухудшает проводимость в 10 раз. Наряду с белками в организме большую роль играют нуклеиновые кислоты, которые обладают пьезоэлектрическими и термоэлектрическими свойствами. Живой объект также можно характеризовать биопотенциалом. Под ним понимают ионизационный потенциал биологических соединений, характеризуемый малым значением энергии связи. В двадцатом веке определена электрическая прочность кожи, характеризуемая значением электрической напряженности (напряженность при которой происходит пробой вещества) 200 В/мм.

Электрическая активность мозга оценивается импульсами напряжения различной частоты. Установлено, что для человека наиболее выраженными являются следующие ритмы (в импульсах в секунду):

- дельта-ритм – от 0,5 до 3
- тета-ритм от 4 до 7
- альфа-ритм от 8 до 13
- бета-ритм от 14 до 35
- гамма-ритм от 35 до 55.

Амплитуда этих импульсов находится в пределах 500 мкВ. Получить импульсы с такой частотой и такой амплитудой от носителей заряда только ионного типа невозможно. Электрохимические источники тока инерционны, поэтому этот факт может являться прямым доказательством наличия в мозгу и нервной системе в целом электронного движения носителей заряда.

Электрическая активность сердечной мышцы может быть охарактеризована значением генерируемой энергии. Если разделить напряжение, соответствующее зубцу на электрокардиограмме, равное 0,3 – 0,5 мВ, на значение входного сопротивления электрокардиографа, находящегося в пределах от 500 кОм до 2 МОм, можно получить значение тока примерно равное 10^{-11} – 10^{-12} А.

Анализ возможных путей решения проблемы. Как же человек генерирует электричество? Всему причиной многочисленные биохимические процессы, которые происходят на клеточном уровне. Внутри нашего организма присутствует множество разных химических веществ – кислород, натрий, кальций, калий и многие другие. Их реакции друг с другом и вырабатывают электрическую энергию.

Например, в процессе «клеточного дыхания», когда клетка высвобождает энергию, полученную

от воды, углекислого газа и так далее. Она, в свою очередь откладывается в особые химические соединения, условно назовем это «хранилищами», и впоследствии используется по мере надобности.

Необходимо хотя бы приблизительно представлять процесс преобразования и выработки энергии в самом человеческом теле. Человек – теплокровное существо, энергия выделяется в каждой клетке тела человека. Если энергия в клетке не выделяется, то это значит, клетка умерла, а умершая клетка подлежит удалению из тела. Процесс добычи энергии начинается в полости рта. Содержащийся в слюне фермент пталин действует на углеводы пищи, при этом крахмал превращается в сахар. Сахар, белки, жиры в организме перерабатываются, в основном, в глюкозу. При окислении глюкозы в живых клетках организма выделяется энергия. Процесс образования глюкозы в животном организме из белков, жиров и других веществ (отличных от углеводов), происходит преимущественно в печени и называется глюконеогенезом. Постоянный уровень глюкозы в крови поддерживается синтезом и распадом гликогена. Потребление клеткой глюкозы регулирует фермент инсулин, который вырабатывается поджелудочной железой. Внутри клетки глюкоза окисляется с участием кислорода: образуется углекислый газ и вода. При биологическом окислении органических веществ в клетке появляется атомарный водород, который может окисляться двумя путями: окисление без участия кислорода, так в клетке образуется этиловый спирт, молочная кислота и др. вещества; окисление с участием кислорода – образуется вода. Реакции окисления происходят с выделением тепловой энергии: энергия расходуется на обогрев тела и выполнение внешней работы.

Вся тепловая энергия, выделившаяся в клетках человека, отводится в окружающую среду:

- кожными покровами, а именно, жидким потом, выделениями сальных желез, испарением жидких фракций пота и сальных желез, газовыми выделениями кожи;
- фекалиями, газовыми выделениями;
- уриной;
- слюной;
- выдыхаемым воздухом – разностью теплосодержания вдыхаемого и выдыхаемого воздуха;
- парами воды в выдыхаемом воздухе;
- работой над внешней средой.

Если человека идеально теплоизолировать от внешней среды, то по окончании выработки внутренних ресурсов системы терморегулирования человек перегреется, т.е. получит "тепловой удар".

В табл. 1 приведены приблизительные значения мощности, которую вырабатывает человек в зависимости от испытываемой нагрузки.

Таблица 1

I	II	III	IV	V
от 60 до 80 Вт	от 100 до 150 Вт	от 250 до 290 Вт	от 500 до 650 Вт	от 800 до 900 Вт

Где римскими цифрами обозначена вырабатываемая мощность:

I – в состоянии покоя или медленной ходьбы;

II – совершая легкую работу или во время быстрой ходьбы;

III – во время физической работы средней тяжести;

IV – при очень тяжелой физической работе;

V – спортсмены во время интенсивной тренировки или соревнований.

У людей большие перспективы в качестве генераторов электричества, его можно вырабатывать практически из любого нашего действия. Так, от одного вдоха можно получить 1 Вт, а спокойного шага хватит, чтобы питать лампочку в 60 Вт, даже зарядить мобильный телефон будет достаточно.

Дело за малым – научиться использовать энергию, которую мы столь бесполезно растрачиваем. И в научной среде уже есть предложения на этот счет. Так, активно изучается эффект пьезоэлектричества, который создает напряжение из механического воздействия. На его основе еще в 2011 году австралийские ученые предложили модель компьютера, который заряжался бы от нажатия клавиш. В Корее разрабатывают телефон, который будет заряжаться от разговоров, то есть от звуковых волн, а группа ученых из Georgia Institute of Technology, США создала действующий прототип «наногенератора» из оксида цинка, который вживляется в человеческое тело и вырабатывает ток от каждого нашего движения. Но это еще не все, в помощь солнечным батареям в некоторых городах собираются получать энергию из часа пик, точнее от вибраций при ходьбе пешеходов и машин, а потом использовать ее для освещения города. Такую идею предложили лондонские архитекторы из фирмы Facility Architects. В часы пик через вокзал Виктория за 60 минут проходит 34 тысячи человек. Понятно, что если удастся применять эту энергию, которая в настоящее время расходуется впустую, то может фактически получиться очень полезный источник энергии. Например, в одном из вокзалов технологичной Японии стоят вырабатывающие электричество турникеты. Пассажиры, а их многие тысячи, ежедневно проходят через такую систему, что позволяет питать терминал дополнительным чистым источником электричества. Конечно, о больших объемах получаемой энергии говорить не приходится. Она едва ли обеспечивает и несколько процентов потребности, но сам прецедент заслуживает не только внимания, но и уважения. Возможно, по такому принципу когда-нибудь будут работать многие предприятия.

В настоящее время центральное здание Стокгольмского железнодорожного вокзала превращено в своеобразный экспериментальный полигон. Из основных залов убрали кондиционеры, стены оснастили слоем теплоизоляции, а дверные и оконные проемы сделали менее воздухопроницаемыми. Внутри системы вентиляции установили теплообменники и подключили их к системе теплоснабжения соседнего здания.

Ежесуточно через здание вокзала проходит около 250 тыс. человек, которые выделяют до 25 МВт тепловой энергии. Большая ее часть в виде нагретого воздуха собирается в вентиляции и через теплообменники энергия передается на нагрев воды в системе отопления другого здания. Остывший, но насыщенный СО воздух поступает наружу, а на его

место закачивается свежий и пока еще прохладный с улицы. Подсчитать эффективность работы такой системы проблематично, но по приблизительным оценкам она позволяет экономить до 25% энергии, расходуемой на отопление здания. При этом сооружение подобного нагревателя не требует особых капиталовложений, а установить его можно в самых разных местах скопления людей – в метро, в супермаркетах, в банках.

Человеческий организм – по сути своей биологическая машина, перерабатывающая органические соединения в процессе своей жизнедеятельности. Потребляемая пища раскладывается на более простые вещества, часть которых (белки, аминокислоты) используется как «строительный материал» для тела, а еще часть (углеводы) служит «топливом». Человек за день потребляет количество еды, содержащее в себе примерно от 1500 до 5000 ккал энергии. Нормой считается 2500-3000 ккал, что в переводе на киловатт-часы равно 2,9-3,5 кВтч. Для сравнения, емкость батареи iPhone X равна 10,3 Втч. То есть, за день человек нуждается в количестве энергии, достаточной для того, чтобы зарядить около трех сотен айфонов, или почти ежедневно заряжать один на протяжении года. Не вся энергия, потребленная организмом, полностью задействуется им, так как КПД нашего тела ниже 100%. Значительная ее часть выделяется в виде тепла. При физических нагрузках количество энергии увеличивается, так как в организме активно протекают химические реакции, необходимые для работы мышц, а сами мышцы производят механическую работу. Стоит взять хотя бы десятую долю энергии организма – и это решит навсегда проблему зарядки портативной электроники. Но реально ли обратить ту часть энергии тела, что тратится впустую, себе на пользу?

Нас же интересует возможность получить от тела намного больше полезной энергии. А это уже гораздо сложнее. Большой маховик на человека не повесишь, он будет приносить дискомфорт. Да и энергию такой маховик будет задействовать не ту, что тратится впустую, а требовать дополнительных затрат. Нацеплять везде маленьких механизмов (на руки, ноги, торс и т.д.) – тоже не вариант. Это и дискомфорт, и лишняя тяжесть, и потребность в миниатюрных генераторах, преобразующих механическую энергию в электрическую. В общем, пока что задействовать излишки механической энергии движения тела проблематично. Единственным реальным источником «дармовой» энергии является ходьба. Этот режим передвижения весьма малоэффективен с энергетической точки зрения, имеет низкий КПД. При ходьбе много энергии выделяется при касании ступней земли и переносе массы тела на нее. Двигаясь с умеренной скоростью, человек за минуту совершает около 120 шагов. В момент касания земли он осуществляет давление на нее, совершается механическая работа. А теперь вспоминаем карманные зажигалки с искрообразованием от пьезоэлектрического элемента. Нажимая кнопку, человек сжимает пьезоэлемент, от чего тот выделяет электроэнергию, и возникает пробой искры, поджигающей газ. Однако энергии выделяется мало, если щелкать зажигалку раз в полсекунды (частота шагов), в среднем выйдет около 0,5 мВт (милливатт). Мало, но все же можно попробовать посчитать дальше. Площадь пьезоэлемента зажигалки примерно 0,25 см² значит в 1 см² можно разместить 4 таких устройства.

Площадь подошвы обуви около 150 см² итого около 600 элементов можно поместить в подошву. Их нажатие даст около 300 мВт или 0,3 Вт. То есть, за час ходьбы будет выработано 0,3 Втч энергии. 0,3 Втч – маловато, даже без учета следующего нюанса: для активации пьезоэлемента зажигалки требуется усилие около 3 кг. 600 элементов потребуют усилия, создаваемого массой 1800 кг. Человек при ходьбе создает усилие всего около 120% от своей массы. При массе тела 70 кг это порядка 85 кг. Этого хватит лишь для активации 28 элементов, а $28 \times 0,5 = 14$ мВт, за час ходьбы будет выработано всего 0,014 Втч энергии, что совсем ничтожно.

Можно сделать вывод, что пока механическую энергию тела преобразовать в электрическую, не создавая неудобств для человека, проблематично. Оснастить обувь пьезоэлементами реально, но снять с нее мощность, достаточную для удовлетворения базовых потребностей человека пока нет. Тело человека выделяет в окружающую среду порядка 100 Вт тепловой энергии. Преобразовать ее в электрическую можно, используя эффект Зеебека: возникновения электродвижущей силы в термоэлектрических материалах, части которых находятся под действием разных температур. Разместив на теле пластину, которая другой стороной контактирует с окружающей средой, можно вырабатывать электричество за счет разницы температур. Чем больше разница температур, тем выше вырабатываемая мощность, поэтому такие генераторы (элементы Зеебека) особенно эффективны зимой на улице. Но есть ряд проблем. КПД современных термоэлектрических материалов не превышает 10%, то есть из 100 Вт тепла будет выработано до 10 Вт электроэнергии. 10 Вт – неплохо, ведь за час-два ношения элемента можно полностью зарядить смартфон. Но в таком случае понадобится покрыть 100% тела термоэлектрическим материалом. Естественно, это невозможно. Выходом из ситуации может стать одежда, пошитая из термоэлектрической ткани, но такой пока нет. Существующие технологии позволяют производить только твердые или гибкие термоэлектрические пластины, непригодные для такого использования. Их максимум – это получать сотые или десятые доли ватта, будучи использованными в мелкой носимой электронике (например, смарт-часах и фитнес-трекерах). В будущем не исключено появление термоэлектрических материалов пригодных для производства некоего подобия ткани, но ее применение будет ограниченным. Ведь летом в чем-то, похожем на скафандр, особо не походишь, потому что жарко, а зимой такая одежда не будет в достаточной мере удерживать тепло из-за слабых теплоизоляционных свойств термоэлектрического материала. Если же носить куртку из такой ткани поверх футболки, свитера, а на ноги одевать подштанники – КПД термоэлектроткани упадет из-за меньшей разности температур. Расчеты показывают, что превращать механическую энергию тела в электрическую можно. Технология вовсе не нова, в ней нет ничего фантастического. Однако если использовать лишь ту энергию, что тратится впустую, то много электричества вырабо-

тать не выйдет. Поэтому использование тела в качестве серьезного источника электрической энергии из кинетической станет реальным только при открытии новых на порядки более эффективных материалов с пьезоэлектрическим эффектом. С теплом все немного лучше. Вырабатывать электричество из него ученые уже научились, КПД современных термоэлектрических элементов невысокий, но допустимый. Проблема в том, что эти элементы недостаточно гибкие и универсальные, чтобы эффективно их использовать. В будущем теоретически реально создание гибких листовых термоэлектрических материалов, пригодных для использования в одежде. Одежда из такой ткани сможет вырабатывать несколько ватт энергии, достаточные для зарядки смартфона и более мелкой носимой электроники. Получить больше электроэнергии от тела на практике, скорее всего, не получится никогда.

Независимо от нашего желания, количества съеденной еды или состояния здоровья человеческое тело постоянно выделяет тепло. Как правило, впусую, но недавно начались первые эксперименты по использованию данной тепловой энергии.

Как уже было указано ранее, тело взрослого здорового человека с нормальной температурой в состоянии покоя выделяет тепло в эквиваленте от 60 Втч. Если он занимается легкой физической работой, например, ходьбой, то это значение увеличивается до 100 -150 Втч. А спортсмены во время интенсивной тренировки прогревают окружающий воздух на 800-900 Втч. На обогрев непосредственно тела и его органов идет достаточно небольшая часть это тепла – не более 50%. Остальное просто рассеивается в атмосфере, независимо от нашего желания. Наиболее рациональное применение этому теплу – нагрев воздушной прослойки под зимней одеждой или одеялом. В остальных случаях можно говорить о бесполезном расходе. Поверхность человеческого тела выделяет тепло неравномерно и подключить к ней теплообменники весьма проблематично. Да и КПД такой системы будет оставлять желать лучшего, так как человек не может все время заниматься интенсивной физической работой.

Хотя электричество мы можем генерировать напрямую, избегая переходных систем импульс-движение и движение-генератор. Дело в том, что сама природа любого живого организма, а не только человека, это замкнутая электрическая система, в которой есть свои генераторы, линии передач и потребители. Уж не попробовать ли качать ток прямо из наших внутренних органов? Однако сначала стоит разобраться с причинами того, почему человек теоретически может быть использован в качестве источника энергии и откуда она в нем берется. Дело в том, что у человека есть все необходимые звенья любой полной электрической цепи. Во-первых, это генераторы. Они делятся на внутренние (сердце и мозг) и внешние (органы чувств). В мозгу ток образуется в месте ретикуло-эндотелиальной формации, откуда по нервам распространяется по всему организму в виде биотоков. В сердце биотоки возникают в синатриальном узле, откуда они через посредников передают импульсы сердечной мышце, а затем растворяются в теле. Именно благодаря этому узлу сердце может какое-то время биться даже вне тела.

В глазах ток возникает в виде потока электронов по нервам к мозгу от сетчатки. Во внутреннем ухе формируется электричество под действием звуковых волн. Физическое и температурное воздействие на рецепторы кожи формирует в них биотоки, которые направляются к головному мозгу на обработку. Это самые мелкие генераторы тока в человеческом организме. В носу электричество вырабатывают митральные клетки, воздействие запаха на которых генерирует биоимпульсы. Во рту под воздействием химических веществ ток вырабатывают вкусовые сосочки. Если суммировать все вырабатываемое нами внутреннее электричество, то окажется, что более половины берет на себя сердце. Десятую часть тока генерируют органы чувств, а все остальное, около 40%, производит головной мозг. Однако при больших болях органы чувств, болевые рецепторы, могут давать абсолютно большую часть всего электричества в организме. В общем, все это не удивительно, если понимать, что биотоки являются главным движущим и поддерживающим живое существо фактором.

Теоретически внутреннее электричество могло бы питать вживленные чипы человека будущего или искусственные органы. Но еще дальше уходят идеи искусственной культивации рецепторов боли в промышленных масштабах, чтобы из них вырабатывать ток в больших объемах. Бесспорно, эта идея далекого будущего. Но некоторые современные достижения выглядят не менее фантастично. Так, в японской лаборатории Matsushita Electric научились получать ток напрямую из крови человека. Дело в том, что она полна электронов от ферментного окисления глюкозы.

Где в организме электрический "плюс", а где "минус"? Великий русский физиолог И.П. Павлов утверждал, что в том месте, где возникает электричество в центрально-нервной системе (ЦНС), там оно и поглощается. То есть, он полагал, что в ЦНС, как и в электрической батарее, существуют ткани вырабатывающие электричество (генератор, плюсовой потенциал) и ткани, поглощающие электричество (минусовой потенциал). Движение биотоков осуществляется по кругу: от генератора электричества, «от плюса» - к эфферентным нервным волокнам, после чего они перетекают к органу.

Все биотоки в этой схеме не выходят за пределы нервных тканей, не покидают нервных клеток, «вооруженных» надежной электроизоляцией в виде жировой оболочки. Правда, тогда становится непонятна судьба электричества, выработанного в сердце. Павловской рефлекторной дугой (точнее Павловским кольцом) можно объяснить движение биотоков, вырабатываемых в ЦНС, но невозможно объяснить движение биотоков от сердца и пяти органов чувств. Она не дает объяснения на вопрос: почему все биотоки можно регистрировать на поверхности кожи? Ведь по Павловской теории биотоки не должны покидать нервные волокна, имеющие прекрасные жировые изоляторы вокруг своего электропроводящего волокна. Но почему тогда электрические приборы определяют наличие электрических потенциалов на поверхности кожи, исхо-

дящих от сердца (электрокардиограмма) и от мозга (электроэнцефалограмма)? Аfferентные же нервные волокна имеют совершенно другие генераторы энергии на поверхности организма (кожа, глаз, язык, нос, ухо) в 5 органах чувств, а прерываются они в центральной нервной системе.

Вероятно, что замкнутого цикла движения биотоков в природе не существует, а теория рефлекторной дуги подлежит коррекции. Но при этом, несомненно, то, что человек является замкнутой электрической системой. Внутри него вырабатываются электрические токи различных частот в 7 биологических электростанциях: в сердце, в мозге и в пяти органах чувств. Сначала биотоки по нервным клеткам несут информацию к специфическим для них клеткам человеческого тела, к органам и тканям. После передачи информации клеткам соответствующих органов, электричество устремляется по межклеточному пространству к кожным покровам, где и аннигилируется. Все электричество, которое вырабатывается внутри человеческого организма, поглощается его же тканями. Ни один электрон, произведенный внутри живого организма, не покидает человеческое тело, и не переходит в окружающую среду, а поглощается кожей. Этим и обусловлена замкнутость электрической системы человека. Организм сам поглощает все электричество, которое ранее он же и произвел. Поэтому использовать непосредственно электрическую энергию человеческого тела вряд ли возможно.

Выводы. Таким образом, человеческое тело является по сути биоэлектромеханической системой. Вырабатываемая человеческим телом энергия подразделяется

на тепловую, механическую или кинетическую, и электрическую. Пока наиболее эффективно можно использовать тепловую энергию человеческого тела. Механическая энергия также может быть использована, однако с гораздо меньшей эффективностью. Непосредственно электрическую энергию человеческого тела на данном этапе развития науки и техники использовать практически невозможно. Ее использование видимо станет реальным в очень отдаленном будущем.

Список литературы:

1. Манойлов В.Е. Электричество и человек. – 2-е изд., перераб и доп. – Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 152 с., ил.
2. <https://russian7.ru/post/skolko-ehlektrichestva-vyrabytyvaet/>
3. Наше тело как источник бесплатной электроэнергии насколько это реально. Александр Навагин/ Хайп.ру <http://zarayad.com>
4. <http://molostovvd.narod.ru/books/acupru.htm>
5. Алексей Щукин Энергия свечей, человека и земли. «Эксперт» №38 (675)

References (transliterated):

1. Manojlov V.E. Ehlektrichestvo i chelovek. – 2-e izd., pererab i dop. - Ehnergoizdat. Leningr. otd-nie, 1982. - 152 s., il.
2. <https://russian7.ru/post/skolko-ehlektrichestva-vyrabytyvaet/>
3. Nashe telo kak istochnik besplatnoj ehlektroehnergii naskol'ko ehto real'no. Aleksandr Navagin/ Khajp.pu <http://zarayad.com>
4. <http://molostovvd.narod.ru/books/acupru.htm>
5. Aleksej Shchukin Ehnergiya svechej, cheloveka i zemli. «EhksperT» №38 (675).

Поступила (received) 04.11.21

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Гончаров Євген Вікторович (Гончаров Евгений Викторович, Honcharov Yevgen Viktorovich) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", доцент кафедри загальної електротехніки; м. Харків; тел.: (057) 707-64-27.

Крюкова Наталія Валеріївна (Крюкова Наталья Валерьевна, Kriukova Nataliya Valeriivna) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", доцент кафедри загальної електротехніки; м. Харків; тел.: (057) 707-64-27.

Марков Владислав Сергійович (Марков Владислав Сергеевич, Markov Vladislav Sergeyevych) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри загальної електротехніки, тел.: (057) 707-64-27.

Поляков Ігор Володимирович (Поляков Игорь Владимирович, Polyakov Igor Vladimirovych) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри загальної електротехніки, тел.: (057) 707-64-27.