**Содержание**

**1 Введение**

**2.1 Виды проводников. Типы электропроводимости.**

**2.2 Теории электропроводимости применительно к органическим системам**

**2.2.1 Электронная теория существования живого**

**2.2.2 Электрический ток и органические системы**

**2.2.3 Понятие о потенциале. Биоэлектрический ток.**

**2.2.4 Организм и биоэлектрический ток**

**2.2.5 Влияние внешнего электрического тока на клетку и организм**

**2.3 Теория существования магнитного поля**

**2..3.1 Влияние магнитного поля среды на организм. Значение.**

***Введение***

Существует раздел науки с очень красивым именем – бионика. Родилась она в результате слияния физики, биологии и инженерии в одну отрасль. Причем сделано это было не случайно. Можно привести такой пример: как известно, летучие мыши «видят» с помощью ультразвука. Самым интересным оказалось то, что созданные человеком локаторы, пусть управляемые самым совершенным компьютером, по параметрам сильно уступают локатору летучей мыши – она различает даже тоненькие паутинные нити, перегораживающие нити. Пришлось инженерам поломать голову, как же создать такое же устройство. Им пришли на помощь физики и биологи, изучающие строение биологических тел и физические их свойства. Изучали они не только живые «локаторы», но и другие удивительные изобретения природы, и, как показали эти изучения, у всех существ есть сходные системы и аппараты. И человек, как венец творения природы, не сильно отличается по своим внутренним системам от более простых организмов – практически у всех них сходные процессы регуляции и управления, а также многие другие. А самое главное – каждому биологическому объекту присуща переработка и использование энергии. Об биоэнергии в целом, а также взаимодействии биоэнергии и внешней энергии я и хочу рассказать.

***Виды проводников. Типы электропроводимости***

Для возникновения и существования электрического тока необходимо наличие свободно заряженных частиц, движущихся направленно и упорядоченно. В зависимости от рода проводника эти заряженные частицы различны, а значит, различны и типы проводимости. Существуют несколько видов проводимости – электронная, дырочная, электронно-дырочная и ионная проводимости.

а) электронная проводимость

Электронная проводимость – это способ проводимости, присущий в большей степени металлам, а также некоторым соединениям и веществам. Для него характерно наличие свободных заряженных частиц – электронов, с помощью которых при определенном факторе – наличии электрического поля – возникает электрический ток. При электронной проводимости сопротивление проводников прямо пропорционально зависит от температуры. Зависимость эта выражается линейной функцией;

б) дырочная и электронно-дырочная проводимости

Электронно-дырочная и дырочная проводимости присущи искусственным полупроводникам. Чистые полупроводники начинают проводить ток при воздействии внешних факторов: световом, радиационном облучении и нагревании. Для придания определенного типа проводимости в кристалл чистого полупроводника вводят небольшое количество вещества, после чего в данном кристалле имеется либо избыток электронов либо их недостаток. В первом случае электроны становятся переносчиками заряда, во втором эту роль играют валентные места – дырки. В зависимости от способа переноса заряда полупроводники делят на группы: с электронно-дырочной проводимостью и с дырочной проводимостью;

в) ионная проводимость

Вещества, обладающие ионной проводимостью, это вещества, которые в расплавах и растворах диссоциируют на заряженные частицы – ионы. Причем в жидком состоянии эти ионы обладают большой подвижностью, поэтому они являются свободными заряженными частицами, т.е. при воздействии электрического поля начинают двигаться направленно и упорядоченно – возникает электрический ток.

Вообще в природе существуют как проводники так и непроводники, к которым относятся изоляторы и полупроводники.

С развитием органической химии началось производство веществ, у которых отсутствовали свободные электроны. Эти вещества были признаны хорошими изоляторами (их противопоставляли фарфору и стеклу). В то время известны были только неорганические полупроводники. Их и использовали в технике, постепенно изучая их свойства. Органические вещества считали в основном только изоляторами, которые как нельзя лучше подходили для электротехники. Их было легко изготовить, они были простыми в употреблении и в то же время очень надежными. Но со временем при дальнейших исследованиях представление об органических веществах как об изоляторах изменилось, поскольку были найдены вещества со своеобразной формой электропроводимости. Первым таким веществом стал антрацен, при воздействии на него светом, проводимость его начинает резко увеличиваться при увеличении интенсивности освещения. Вслед за этим удивительным явлением были обнаружены и другие особенности некоторых материалов, как, например, зависимость проводимости от давления, влажности, проникающей радиации.

Зарядоносителями могут выступать как электроны, так и дырки, как было сказано выше. Причем дырочная проводимость, как и у неорганических полупроводников обуславливается присутствием весьма сильного акцептора электронов (в органических системах эту роль играет абсорбированный кислород).

Электронную проводимость придают цепочки атомов углерода, соединенных простой связью. В этих системах электроны становятся не связанными с атомами, т.е. они могут отрываться, создавая единую электронную систему. Однако некоторые вещества, имеющие простую связь между атомами углерода, не создают свободных электронов.

Изучение неорганических и органических полупроводников показало, что в них возникают следующие виды зарядоносителей:

а) атомы, которые, потеряв свой электрон с внешней оболочки, становятся положительно заряженными частицами и участвуют в переносе положительных зарядов;

б) освобожденные при этом изменении электроны, которые становятся носителями зарядов;

в) ионизированные атомы-акцепторы, т.е. атомы, захватившие у соседнего атома электрон; они тоже являются отрицательно заряженными частицами и участвуют в переносе отрицательных частиц;

г) дырки, образовавшиеся при захвате у атома валентных электронов; они начинают притягивать электроны от соседнего атома и становятся своеобразными носителями положительного электричества.

Значительно больше видов движения зарядоносителей у органических полупроводников. Здесь их перемещение представляет собой совмещение сложных явлений, одно из которых обусловлено «блуждающими» по молекуле электронами. Так как молекулы различны, то и связи их с электроном различны.

***Электронная теория существования живых организмов***

Реаниматология – наука о спасении жизни достигла очень многих успехов, и основные связаны с активностью сердца. Существуют приборы, способные регистрировать биоэлектрическую активность сердца. И вот один из работников реанимации сделал следующее наблюдение: жизнь человека угасает, но кривая, характеризующая электрическую активность сердца, сохраняет свою форму. Пока сохраняется электрическая активность сердца, борьба за жизнь продолжается, и во многих случаях её удается спасти.

Что же происходит, если наступает смерть? Появляются изменения электрической активности (фиксируемые кардиограммой), которые очень быстро нарастают, а затем электрическая активность пропадает. Беспорядочные отдельные электрические импульсы наблюдаются иногда в течение часа. Число молекул и атомов (количества вещества, из которого состоят ткани) осталось одним и тем же. Из процессов изменилось только движение зарядоносителей – электронов и ионов. Может, в этом заключается тайна смерти и жизни, и очень вероятно, что со временем исследователи установят закономерность движения зарядоносителей с процессами жизнедеятельности. Скорее всего, одно из главных отличий между живым и неживым как раз и заключается в иных молекулярных, атомных и межмолекулярных электронных связях. Отличие может быть и в разной миграции электронов от молекулы к молекуле, в своеобразном движении ионов, в результате чего появляются особый вид электропроводимости и особый вид поляризации, характеризуемые накоплением зарядоносителей, фиксируемых электрокардиограммой.

Тончайший механизм клеточной регуляции, энергетических преобразований, быстрота реакции организма в целом и отдельных анализаторов на внешние раздражители, быстрота обработки информации, оцениваемая по значению электрической активности, объяснимы наличием в основе этих процессов движения зарядоносителей, следовательно, изменениями биоэнергетических явлений на уровнях элементарных частиц. А сложнейшие биохимические обменные процессы в клетке, преобразования различных видов энергии в клетке или в ее элементах, как, например, в митохондриях, объяснимы только тем, что перенос энергии осуществляется частицами, обладающими массой, меньшей массы атома, и в первую очередь прямо и косвенно электронами. С возникновением живого организма любого вида появляются биоэлектрические импульсы, которые гаснут с гибелью организма. Причем электропроводимость живых тканей рассматривается как один из параметров, характеризующих жизнедеятельность, или главный отличительный признак живого от неживого.

Подытоживая выше сказанное, можно предположить, что молекулы живого – это молекулы, взаимосвязанные энергетикой движения зарядоносителей, миграцией электронов, обладающие специфической проводимостью, присущей только живому организму.

***Электрический ток и органические системы***

Электрические свойства живого организма были обнаружены и стали предметом исследований, проводимых в середине 20 века. И.П. Тишков провел первые исследования электропроводимости тела живого человека. В своей работе «О сопротивлении человеческого тела электрическому току», выпущенной в 1886г. он приводит численные значения сопротивления, не раскрывая его закономерности. Ученый Вебер, проводя аналогичные исследования, пытался доказать, что тело человека можно рассматривать в качестве соляных растворов или обычных электролитов. Это положение много лет принималось за верное, хотя многие факты противоречат данным Вебера.

Затем перед самым началом второй мировой войны выдающийся венгерский ученый Альберт Сцент-Дьёрдьи высказал мысль о важности изучения «электрических свойств» живых тканей в познании электрофизики живого организма.

Блестящая идея сопоставления свойств гигантских биологических молекул со свойствами полупроводников, выдвинутая им вызвала огромный интерес. Ведь жизнь есть непрерывный процесс поглощения, преобразования и перемещения энергии различных значений и различных видов. Необходим механизм, объясняющий миграцию энергии вдоль молекул живого тела. Такой механизм, объясняющий многие процессы живого – это электронная теория полупроводников, разработанная в теории твердого тела. Макромолекула живого во многом равнозначна молекуле полупроводника, хотя происходящие в ней явления гораздо сложнее. Поэтому, имея централизованную систему анализа и управления функциями отдельных тканей, органов и организма в целом, а именно – мозг, электрическими импульсами можно воздействовать на клетки, изменяя их проводимости, а, значит, и другие свойства. Например было найдено вещество, способное служить катализатором некоторых реакций при действии на него электрического тока. Этим веществом была гелеподобная матрица. При изучении ее свойств было выяснено, что при подаче на нее незначительного напряжения (вырабатываемого клеткой) происходит существенное ускорение протекания химической реакции. А раз была найдена структура, требующая именно электрическую энергию , то необходимо найти своеобразный генератор биоэлектричества. Для объяснения этого явления необходимо обратиться к потенциалам.

***Понятие о потенциале в биоэнергетике***

Важнейшую роль приобретает понятие потенциала в биоэнергетике, особенно в раскрытии природы электрических явлений живого организма. Исходя из того, что потенциал – интегральное энергетическое понятие, рассмотрим его составляющие – ионизационный и биоэлектрический. В жизнедеятельности человека, несомненно, имеет значение и биомагнитный потенциал.

Рассмотрим элементарную систему – атом водорода.

Вокруг ядра атома перемещается по определенной оболочке электрон, несущий отрицательный заряд электричества. Электрон удерживается на орбите вблизи атомного ядра, обладающего положительным зарядом, силами электростатического притяжения. Для того, чтобы удалить электрон из системы атома водорода, требуется затратить энергию. Энергия измеряется в электрон-вольтах (электрон-вольт – это небольшая величина, равная 1,6·10-19Дж). Лишенный электрона атом водорода превращается в положительно заряженный ион, взаимодействие которого с веществом будет другим.

Приведу общее определение потенциала. Потенциал – это скалярная величина, численно равная энергии единицы точечного положительного электрического заряда в данной точке. Он равен работе, совершаемой при перемещении единицы электрического заряда из рассматриваемой точки в точку, потенциал которой условно принимается равным нулю. На отрыв электронов от системы атома или молекулы требуются различные энергии. В среднем энергия связи равна 30-50 эВ. В ткани живого организма энергия связи электрона с ядром во много раз меньше этой величины и в ряде случаев составляет доли электрон-вольта.

Ионизационный потенциал – одно из употребительных и простых понятий. Но с ионизацией происходящей в живом организме все происходит гораздо сложнее, хотя она и обуславливает обменные процессы живого организма. Сложность состоит в том, что значение биопотенциала в причудливо организованных молекулах живого организма иногда весьма мало – не превышает сотых долей эВ, а электрон-вольт сам по себе очень малая величина. И измерять столь ничтожную энергию связи крайне сложно.

В биологических системах электроны имеют минимальные значения энергии, когда они связаны с кислородом в молекуле воды. С энергетической точки зрения вода – основа жизни всего организма. Поэтому можно принять ее ионизационный потенциал за исходный и вести отсчет энергии от него. Относительно значения ионизационного потенциала воды можно найти значения потенциалов всех биологических соединений. Получится шкала ионизационных потенциалов – её еще называют шкалой биопотенциалов. Под ионизационным потенциалом понимают энергию того электрона, у которого энергия связи минимальна.

Таким образом, биопотенциал – это ионизационный потенциал биологических соединений, характеризуемый исключительно малым значением энергии связи. Но взаимодействие между элементарными частицами на этих уровнях энергии обуславливают макроявления, выражающиеся, в частности, в суммарной биоэлектрической активности, при которой разность потенциалов достигает единиц милливольт. Изменения же этой разности отображают нормальные и патологические процессы, возникающие в организме. Разность потенциалов свидетельствует о реакции организма на факторы внешней среды, а «перемещение» электричества по организму – о временном последствии внешних факторов.

Особенностью электрофизических свойств белковых и других биообъектов является также огромная подвижность зарядоносителей. Результаты, позволяющие установить это, получены путем применения к белковым соединениям теории потенциального барьера.

По-видимому, в этом случае большое значение имеют углеродно-кислородные и азотно-водородные связи. В такой системе водородных связей возбужденный электрон посредством туннельного эффекта может проникать через потенциальный барьер, а следовательно, мигрировать по всей системе белковой молекулы. Это приводит к значительному суммарному смещению электрона и обуславливает его подвижность, делая белковую систему высокопроводящей.

***Организм и биоэлектрический ток***

Особенности электрофизических явлений в биообъектах позволяют утверждать, что носителями зарядов в белках и других элементах живого организма являются ионы, которые в совокупности с системой электронно-дырочной проводимости создают единую, присущую только живому организму проводимость. При увеличении количества воды зарядоносителями могут преимущественно быть протоны, в высушенных белках – преимущественно электроны. Но установлено, что включенное в состав белка некоторое количество вещества, содержащего хлор, названного хлорамином, играет роль акцептора. Оно повышает собственную проводимость белка в миллион раз, но добавление вместо него некоторого количества воды уменьшает проводимость в 10 раз.

Наряду с белками в организме важную роль играют нуклеиновые кислоты. По своей структуре, водородным связям и другим элементам они отличаются от белковых соединений, но имеют аналоги среди небиологических веществ (графит). Для них характерны общие электрофизические свойства белковых соединений. Так энергия связи находится в пределах 2,5 эВ. Удельная проводимость велика, но на несколько порядков меньше проводимости белков. Несколько ниже и подвижность зарядоносителей. Но в целом электрофизические характеристики и явления, их вызывающие, имеют общие закономерности с аналогичными характеристиками белков.

Нуклеиновые кислоты обладают присущими только им свойствами. Удалось установить, что нуклеиновые кислоты имеют пьезоэлектрические и термоэлектрические свойства. Оказалось, что эти свойства в значительной степени обусловлены наличием воды. Изменением её количества можно менять и пьезоэлектрические свойства. Исследование явлений электропроводимости с помощью данной методики еще раз подтвердило наличие и у этих веществ пока не характеризуемо точно специфической проводимости.

Постоянно изменяющееся возбужденное их состояние оказывает специфическое влияние на подвижность и движение электронов и ионов в живом организме.

Сказанное, прежде всего, относится к нервной ткани, и особенно к центральной нервной системе. Только сложностью такого наложения и совмещения биоэлектрофизических явлений можно объяснить исключительно малую скорость распространения ответных реакций организма на воздействие некоторых факторов окружающей среды. Именно малая скорость защитных реакций и объясняет, почему столь микроскопическая доза яда как 0,0000007 мг, может погубить человека при ботулизме.

Электрическая активность мозга оценивается импульсами напряжения различной частоты и спектральной плотности биопотенциалов. После изучения ритмов (импульс в секунду) нескольких тысяч людей, животных была получена следующая закономерность:

Дельта-ритм…………0,5 – 0,3

Тета-ритм……………4 – 7

Альфа-ритм………….8 – 13

Бета-ритм……………14 – 35

Гамма-ритм………….35 – 55

Амплитуда этих импульсов находиться в пределах 500 мкВ. Получить такие импульсы от зарядоносителей только ионного типа невозможно. Электрохимические источники тока инерционны. Таких изменений электрических величин во времени, даже при малых амплитудах ионной проводимости непосредственно не получится. Это уже может быть отнесено к прямым доказательствам наличия в мозгу и нервной системе в целом электронного движения зарядоносителей.

И не случайно эффективность метода дефибрилляции сердца связывают с формой кривой импульса подаваемого напряжения, а также его спектральной плотностью. Таким образом, при дефибрилляции происходит упорядочение, восстановление присущего всему живому движения зарядоносителей – восстановление электропроводимости.

Авторы дефибрилляционного метода восстановления предполагают, что при подаче напряжения на электроды, наложенные на область сердца, импульсы будут действовать непосредственно на сердечную мышцу. Не отрицая возможности такого положения, необходимо добавить, что имеет место также воздействие импульсов на сердце через центральную нервную систему, по которой импульс тока достигает жизненно важных регулирующих центров нервной системы. Нервная система обладает значительно большей проводимостью, чем мышечная ткань и система кровообращения; она взаимодействует со всем, что обуславливает жизнедеятельность, намного опережая другие системы организма по быстроте реакции на любой, и в первую очередь электрический раздражитель. Таким образом, доминирующим в процессе восстановления последовательности сокращения сердца лежит восстановление специфического движения зарядоносителей, присущего живому.

Далее, уже давно обнаружено резкое изменение сопротивления по действием внезапных раздражающих факторов. Например, при испуге, резкой вспышке света, взрыве сопротивление тела человека резко уменьшается. При этом восстановление сопротивления к его первоначальному уровню происходит довольно медленно, при этом наблюдается зависимость от характера раздражения. Если бы тело человека обладало только ионной проводимостью электролита, т.е. проводимостью, связанной с переносом вещества, то процесс изменения электрического сопротивления проходил бы гораздо медленнее. Быстрое изменение сопротивления может объясниться только наличием в «суммарном» электрического сопротивлении сопротивления, обусловленного той или иной электронной проводимости. Новые достижения электротехники соответственно расширили возможности исследования «животного» электричества. Итальянский физик Маттеучи, применив созданный к тому времени гальванометр, доказал, что при жизнедеятельности мышцы возникает электрический потенциал. Разрезав мышцу поперек волокон, он соединил поперечный разрез ее с одним из полюсов гальванометра, а продольную поверхность – с другим и получил потенциал в пределах 10 – 80 мВ. Значение потенциала обусловлено видом мышц. Затем французский физик Пельтье опубликовал результаты работы по исследованию взаимодействия биопотенциалов с протекающим по живой ткани постоянным током. Оказалось, что полярность биопотенциалов при этом меняется. Изменяются и амплитуды биопотенциалов, и частоты возникающих импульсов.

На приведенных примерах легко увидеть, что все клетки, входящие в состав организма, связываются между собой сетями электрических импульсов.

***Биоэлектричество и ткани, органы***

*Электричество и кожа*

Существование и развитие человека невозможно без непрерывного взаимодействия с окружающей средой. Влияние внешней среды на человека обычно рассматривается на примере действия электрического тока и магнитного поля. Причем это не случайно. Энергия любого из этих факторов так или иначе преобразуется в электрическую, которая, взаимодействуя с электричеством человека, и обуславливает реакцию человека на действие внешнего фактора.

Преобразование энергии взаимодействующих факторов в электрическую подчиняется определенной передаточной функции. Основные процессы преобразования, описываемые передаточной функцией, происходят через кожу. Кожа является источником информации о состоянии органов и тканей человека и в то же время – первозащитной оболочкой человека от вредного воздействия среды.

Кожа, осуществляющая столь сложную связь в системе среда – человек, представляет собой трехкомпонентную структуру, образованную эпидермисом, дермой и подкожной жировой клетчаткой, которые находятся в функциональном разрезе. Самым тонким слоем является эпидермис. Несмотря на незначительные размеры, он обладает наиболее ответственными функциями – защитной и информирования о состоянии органов и тканей. Информация необходима для саморегуляции ряда биофизических процессов в организме, прежде всего тепловых и биоэлектрохимических.

Это плоский, тонкий, ороговевший слой. Представляет собой пограничную часть с многообразными сложными барьерно-информативными функциями. Одна из основных функций – защита от проникновения в организм чужеродных, не свойственных ему микробов, аэрозольной пыли. Он способствует защите тканей и органов от проникновения ультрафиолетового и коротковолнового рентгеновского излучения. Структурные особенности эпидермиса обеспечивают ему высокую упругость, эластичность. Он имеет большую механическую прочность, что позволяет ему выдерживать большие механические нагрузки. Обладая высокими регенерационными свойствами способен при повреждениях быстро восстанавливаться. Благодаря удивительным и многообразным видам электропроводимости он имеет исключительно высокую рецепторную защитную способность.

Кожу многие ученые представляют как топографическую связь отдельных участков эпидермиса со всеми органами человека. В эпидермисе находятся акупунктурные зоны – точки и участки кожи, обладающие отличным от основного состава эпидермиса значением проводимости. Значит, есть различие и в свойствах этих точек. Через эти зоны в основном и осуществляется связь эпидермиса с внутренними органами. Возникновение электрической цепи через область эпидермиса в акупунктурных зонах может привести к смертельному исходу даже при очень маленьком напряжении. В то же время очень распространено воздействие на эти точки иглами с целью лечения или усиления некоторых функций организма – иглотерапия.

Свойства кожи уникальны и удивительны. Уже давно было обнаружено, что клетки чистой кожи убивают болезнетворные бактерии и микробы, попадающие на ее поверхность на воздухе, и в то же время через мокрую кожу могут свободно проходить эти же микробы. Чем это вызвано?

Эпидермис – поверхностный слой кожи относится к диэлектрикам, обладающим огромным удельным сопротивлением, достигающим 1014 Ом и большим значением диэлектрической проницаемости. Под влиянием разности температур внутренних органов и окружающей среды возникает диффузия «электрического газа». При прохождении газа через место ранения, обладающего высоким удельным сопротивлением и большой диэлектрической проницаемостью, появляется статическое электричество. Напряженность поля может достигнуть десятка киловольт на 1 квадратный сантиметр. При такой напряженности клеточные мембраны разрушаются и бактерии погибают. Для разрушения нейрона или клетки достаточна электрическая энергия поля в пределах 10-20 Дж. Это свидетельствует о том, что кожа является своеобразным электростатическим фильтром, подобным электростатическому фильтру, применяемому в системах жизнеобеспечения для замкнутых помещений, представляя собой стерилизатор. Но все это происходит при условии, что сопротивление кожи поддерживается на очень высоком уровне. При наличии воды на коже или повышенной влажности кожи такое электростатическое поле возникнуть не может – нет и «стерилизатора». Следовательно, электричество человека служит очень хорошим стражем от поражения микроорганизмами – бактериями окружающей человека воздушной среды.

Для стимуляции сердечной мышцы применяются специальные приборы – электростимуляторы. Речь о них пойдет ниже. Для их питания можно применять специальные аккумуляторы. Тогда необходимо вывести проводники через кожу – для заряда аккумуляторов. Можно пользоваться и специальными батареями. Но их нужно часто заменять. И то и другое очень неудобно. Поэтому ученые стали искать новые источники энергии для стимуляторов. И нашли. Им оказалась… кожа. Биоисточник, каковым является кожа, может генерировать токи напряжением до десятков милливольт и даже больше. Такие биотоки конечно малы. Но для работы стимуляторов нужна совсем небольшая мощность источника питания. Поэтому даже такие напряжения оказываются достаточными. Возник другой вопрос, – как осуществить съем энергии? Для этого был предложен ряд способов. Биоэлектричество можно снимать непосредственно с кожи теми же электродами, какие применяются для снятия электрокардиограмм. От электродов, прилегающих к коже, посредством проводников электричество подается к потребителю. Но осуществить подобное очень сложно: нужно провести провода через кожу, следить, чтобы они не порвались при выполнении какой-либо работы. Да и сила тока, снимаемого таким образом, достигает всего нескольких десятков милливольт. Значительно удобнее электроды, вживляемые непосредственно в кожу. Электроды выполняются из платины, золота или титана. Напряжение при этом достигает 2 вольт. Получаемая мощность вполне достаточна для описываемых целей.

*Звук*

Звук – одно из многочисленных явлений, характеризующих окружающую среду, в которой возникла жизнь, существует живое, живет человек. В далекие времена уходит начало изучения тайны звуков окружающего мира.

Но что такое звук? «По своей сущности физическая акустика – не что иное, как часть учения о движении упругих тел», - писал Гельмгольц. Следовательно, звук – то или иное состояние материи, вещества. Появление звука, прежде всего, обусловлено веществом. В середине века ученые Гюкколь и Кихер проводили серию интересных наблюдений, в ходе которых был сделан вывод о возможности распространения звуков в абсолютном вакууме. Но результаты опытов были очень неточными и поэтому неправильными, т.к. при проведении работ ученые не смогли достичь полного удаления воздуха из-под колпака, где был подвешен колокольчик. Но более убедительным оказался вывод итальянского физика Больво, что распространение звука в вакууме невозможно. Опыты Больво ознаменовали новый этап в изучении звука, начало новой науки – акустики. Колебательные явления во внешней среде достигают биологического приемника – уха различным путем. Большинство животных и человек воспринимают колебания, передающиеся по воздуху.

Кроме непосредственного приемника звука – уха, в реакции человека на звук участвуют все центральные системы и, прежде всего мозг. Разными путями доходят до него звуки, и именно он выделяет то, на что нужно непосредственно реагировать.

В действительности огромные области звуковых колебаний окружающей среды человеком непосредственно как звук не воспринимаются. К ним относятся ультразвуковые и инфразвуковые области, которые действуют на человека, но не как звуковое восприятие среды, хотя человек способен, как это писал Сеченов, улавливать самые быстрые переливы звуков, анализируя их в определенном диапазоне по времени.

О том, что звуковое раздражение, восприятие звука сопровождается электрическим сигналом, ученым стало известно давно. Также стало известно, что длина и скорость распространения звуковых волн зависит от плотности вещества, о чем и свидетельствует приведенные примеры. По мягким частям тела человека и его костям его скелета звук распространяется по-разному. Но роль электричества в скорости распространения звука по телу оставалась неясной. Об этом речь пойдет позже.

Изучение звуковых колебаний и электрических полей началось с эксперимента Вольта. Вольта в своих опытах пользовался своим источником тока – вольтовым столбом. При этом он подключал к ушной раковине и коже электроды, затем пускал ток. Как он описывал свои эксперименты: «Замыкание электрической цепи производит ощущение сильного удара по голове, а несколько мгновений спустя возникает ощущение звука или скорее шума в ушах, характер которого невозможно определить». По его словам, шум напоминал прерывистое лопание пузырьков в воде или выкипание какой-то вязкой жидкости, напоминающее лопание пузырьков. Шум продолжался в течение всего эксперимента.

Это крупнейшим открытием, которое по-настоящему оказалось возможным оценить в середине 20 века. Явление, которое обнаружил Вольта – преобразование электрического тока через тело человека в звук – было настоящей сенсацией и привлекло внимание исследователей, которые собственными опытами подтвердили полученные Вольта результаты. Так, один из исследователей Г. Риттер, проводя многочисленные опыты на себе и других людях, используя различное расположение электродов и большое напряжение, подробно описал возникновение различных слуховых ощущений: шума, звона, звука, напоминающего глотание.

Значительно позже проводились опыты по установлению общих физиологических действиях тока на людей самых различных возрастов. При этом было обнаружено различие между слуховыми ощущениями, возникающими у здоровых и глухих людей. Особенно была отмечена зависимость ощущений от расположения электродов, размеров их поверхностей, полярности подключения.

Например, если основным электродом служил катод, расположенный в ушной раковине, то при замыкании цепи появлялось ощущение как бы звукового удара, иначе при другой полярности включения – при размыкании.

Новым методом, давшим данные для раздумий, в первую очередь биофизикам, оказался метод, основанный на использовании емкостного разряда. Этот метод обогатил науку сведениями о влиянии пороговых значений амплитуды и времени разряда на длительность и интенсивность слуховой реакции. Многочисленные эксперименты позволили количественно оценить параметры, характеризующие слуховые ощущения: время действия раздражителя – тока, его плотность, продолжительность реакции при применении переменного тока, амплитуду тока.

Большее значение в понимании механизма слуховых ощущений приобрели результаты исследования, при котором использовались токи различных частот, что позволило установить появление музыкального ощущения, которое наблюдалось при применении тока с частотой 1000 Гц и в переходных режимах во время разряда конденсатора большой емкости. Определение частоты тока, при которой появляются слуховые ощущения, проводилось в сравнении с ощущением звука камертона, настроенного на определенную частоту. Обобщение полученных результатов значительно расширило представление о механизме слухового восприятия. Было установлено, что только тонкие волокна слухового нерва являются структурами, раздражение которых токами различной частоты вызывает слуховые ощущения в виде звука музыкальной тональности, громкости звука, словом, только для них характерно дифференцированное восприятие электрического раздражителя, полностью отсутствующее у людей, страдающих потерей слуха.

Согласно теории передачи информации по нервам, можно представить, что частотное различие ощущения звука, адекватное частотному различию электрического тока, комплексом электрических импульсов, определяемых функциональным состоянием сохранившихся слуховых нервных волокон. Причем спектр импульсов передает спектральную плотность раздражения мозгу. Все это является обоснованием идеи о восстановлении частичного дифференцированного звукового восприятия у людей с полной или частичной потерей слуха.

Слуховую систему можно рассматривать как крайне сложную информационно-измерительную систему, попадающую под определение нового, современного направления – информатики. Все, что характеризует информатику, присуще слуховой системе, а именно первичные преобразователи информации, алгоритм ее обработки, программное обеспечение и анализ ее. В изучении каждой из этих частей системы имеются свои достижения. В слуховой системе обработка информации происходит одновременно на всех ее структурных уровнях, начиная с первичных преобразователей. Пиковыми являются первичная рецепторная система и ствол центральной нервной системы.

Характерно, что с точки зрения электротехники слуховая система, ее отделы при изучении реакции на действие электрического тока относятся системам с активными элементами –источниками. Ими являются источники биопотенциалов, возникающих в процессе жизнедеятельности. Происходит своеобразная, только биопотенциалам присущая суперпозиция – наложение на биотоки токов от внешних источников и совмещение с ними.

Проводимость слуховой системы, ее отделов, по-видимому, различна. В отдельных частях ее может преобладать электронно-ионная проводимость, в иных – полупроводниковая и, наконец, в некоторых ионная.

Прошло столетие, пока первые разрозненные сведения о возможности связать в единую систему звуковые и механические явления стали бесспорными. Слух – это восприятие организмом звуковых колебаний среды, причем это особая реакция, выражающаяся в сложном преобразовании первичной звуковой информации в нервную (электрическую) пульсацию, которая и вызывает слуховые ощущения.

Слуховой анализатор включает в себя ухо, слуховые центры разных отделов мозга, через которые проходит слуховой путь, и слуховую область височных отделов коры больших полушарий.

Ухо состоит из трех основных отделов: наружное (раковина), среднее и внутреннее. В слуховой части внутреннего уха расположен основной его орган, называемый кортиевым, в котором при действии звуковых колебаний на волокна с определенной собственной частотой колебания осуществляется возбуждение слухового нерва посредством появления электрических импульсов, выражающееся в возникновении импульсной активности. Заканчивается в коре больших полушарий, без участия которых невозможен анализ звука, смысловое распознавание речи. Сейчас уже доказано с помощью специальных наблюдений за структурой улитки, что первичный анализ, осуществляемый в улитке является наиболее грубым, а декодирование нервной пульсации происходит постепенно в каждом отделе слухового пути.

Таким образом, при воздействии звуковой волны на волокна нарушается передача энергии в клетках-преобразователях и происходит передача энергетического импульса в нервные волокна. Значит, при воздействии на эти же клетки электрическим током, промодулированном по мощности и частоте пачкой импульсов, возможен своеобразный искусственный переход клеток-преобразователей из пассивного состояния в активное и, как следствие, выдача импульсов в слуховой нерв. Это представляет собой очень важное свойство для людей, страдающих полной или частичной потерей слуха, т.е. дает возможность эффективного протезирования.

*Зрение*

Как свидетельствуют учебники по биологии, человек получает 98% информации от органа зрения. Что же он собой представляет? Физиология второй половины 20 века четко формулирует: «Глаз – это часть мозга, выдвинутая на периферию». Но где же заканчивается мозг и где начинается периферия? Для того чтобы ответить на этот вопрос понадобилось немало опытов и экспериментов. Глаз сам по себе – это очень сложная оптико-физиологическая система. Не буду останавливаться на строении глаза, так как это являлось предметом изучения школьной программы. Поэтому сразу перейду к описанию особенностей функций, выполняемых органом зрения.

Как мы видим? Много веков тому назад ученые представляли себе глаз как особый радар, ощупывающий окружающую среду посредством невидимых лучей. В чем-то они были правы. Но во многом они ошибались. Мы видим благодаря электромагнитным волнам высокой частоты или свету, отраженным от различных объектов. Но другое дело как мы можем «переправить» информацию из глаза в мозг. Происходит это благодаря «проводнику» – зрительному нерву. А раз есть проводник, то должен быть и источник тока, поступающего в мозг. Но если будет поступать только непрерывный ток, то нечего будет анализировать мозгу – все будет представляться сплошной стеной. Значит, должен быть какой-то модулятор (о нем речь пойдет позже). Тогда необходимо поступление информации не целиком, а импульсно. Вот с этого и начнем.

Световой луч, попавший в глаз, воздействует на колбочки и палочки, расположенные на сетчатке – своеобразном фотоэлементе или фотопленке. При этом изменяется состав вещества, покрывающего «светочувствительные элементы», образуется импульс энергии, поступающий к НКТ и далее к мозгу. Чувствительность этих «элементов» чрезвычайно высока. Она равняется силе света свечи, удаленной от глаз на расстояние около 100 км. При этом на каждый «элемент» попадает только один квант энергии. Это очень небольшая величина. Как же это возможно, если учесть, что самые совершенные фотоэлементы не имеют такой высокой чувствительности? Оказывается все довольно просто. Квант света – это не источник энергии, а всего лишь «спусковой крючок», отпирающий запас энергии, хранящийся в каждой палочке. Вот как это происходит: дело в том, что стенка наружного членика фоторецептора – мембрана – представляет собой миниатюрную электростанцию, генератор постоянного тока. При нормальном состоянии количество энергии находиться на одном уровне, при попадании же кванта энергии протекают процессы, значительно увеличивающие поступление тока в нерв. При этом происходит усиление первичного сигнала примерно в 1 миллион раз.

С появлением информации разобраться было несложно. Но после появились уже более сложные вопросы. Например, как информация передается с каждой колбочки. Обычно при решении каких-либо вопросов, связанных с устройством чего-либо, люди привыкли обращаться к аналогам. А так как на тот период уже использовалась электронно-лучевая трубка, то невольно представлялось, что каждая точка изображения передается в мозг и обрабатывается, одновременно происходит и запоминание информации. Но после весьма строгих подсчетов было выяснено, при таком способе хранения и передачи информации, что за всю жизнь мозг должен обработать и запомнить огромное количество данных, при этом каждый из нейронов мозга должен был бы хранить 6 млн. бит информации, что даже по нашим временам является невозможным. Был проведен опыт, доказывающий неверность этого суждения. Хирургическим путем было удалено около ¾ толщины зрительного нерва. Оказалось, что даже при таком повреждении собака способна была различать предметы, что было бы невозможно, если бы «картинка» строилась точечным способом. Тогда после дальнейших исследований было установлено, что уже при съеме информации происходит частичная обработка информации. На один передающий нейрон приходит несколько тысяч отводящих. Затем они поступают к следующей точке – модуляторе. Там показания различных точек сравниваются и значения подаются в кору головного мозга. К особенностям нашего органа зрения следует отнести: глаз уже на момент передачи информации в мозг уже способен четко определять границу между элементами геометрического слияния объектов; благодаря его особому устройству, глаз способен реагировать только на переменные по освещенности и подвижности объекты, так, например, если особым способом закрепить на глазном яблоке какой либо мелкий предмет, он моментально становится «невидимым» для глаза, огромная способность к адаптации по уровню освещенности (примерно на 6 порядков). Достигается это таким образом: в глазу существуют разные виды палочек и колбочек, отличающихся по избирательной способности (первые реагируют на освещенность, вторые на прямые определенной длины, третьи на окружности и комбинации волнистых линий и прямых). Затем, очень многие считают, что человек, читая, водит глазами по странице, но это не так, ученые установили, что глаз практически неподвижен, он только совершает колебательные движения, описывая сложную «звездочку». В третьих, зрачок – или отверстие для света, может очень сильно изменять свою пропускную способность посредством мышц. Эти свойства и делают глаз сверхсложной и сверхточной системой, которой не существует аналогов в технике.

*Периферическая нервная система*

Нервная система. Это понятие состоит из двух основных частей – центральная и периферическая системы. Рассмотрим периферическую нервную систему. Она состоит из нервных волокон или нервов. Вообще нервная система – очень сложная и, тем не менее, эффективная система. Ведь именно благодаря ей все процессы контролируются и управляются, благодаря ей проходят серии импульсов, «докладывающих» о состоянии органов, а также внешней среды, обеспечивается приток информации, необходимой для дальнейшего развития.

В машинах и приборах человек использует провода, изготовленные из металлов, природа же использует органические материалы, причем «проводники» - нервы – ничего от этого не теряют, а наоборот, выигрывают. Нервы настолько совершенны, что имеют способность к самообновлению, чем не обладают проводники, созданные человеком.

У человека имеется несколько сотен разновидностей сенсорных устройств, сигнализаторов, это часто затрудняет выбор и универсальность этих приборов. У живых существ их всего несколько, но, тем не менее, они высокочувствительны при малых размерах и практически универсальны.

Рассмотрим строение «проводников» - нервов.

Нервы имеют сложное строение, но в целом его можно представить как кабель связи, собственно для того он и служит. При этом как провода с изоляцией бывают нервные волокна с оболочкой – миелиновым покрытием, так и провода без изоляции – волокна без покрытия. Но есть и некоторые различия: при передаче энергетического импульса по проволочке, материал, из которого изготовлен проводник, остается целым, в случае же прохождения импульса по нервному волокну, оно начинает последовательно разрушаться и восстанавливаться по пути следования импульса. Примерно представить себе это можно, если провести такой эксперимент. Если стальную проволочку натянуть в сосуде с 60 – 70% азотной кислотой, то очень скоро она покроется слоем окиси. Если после этого каким-либо «раздражителем» (электрическим током, например) нарушить целостность пленки окиси, то от места раздражения по «нерву» пробежит «волна возбуждения», о чем свидетельствует выделение пузырьков и почернение проволочки. После этого «нерв» возвращается в первоначальное состояние. Но для того чтобы по нерву пробежала волна импульсов, необходимо получить эти самые импульсы. Поэтому необходимо рассмотреть также и строение нервных клеток – нейронов.

Строение подробно описано в учебнике по биологии, так что не буду останавливаться на этом. Перейду сразу к функциям.

При возбуждении нерва изменяется обмен веществ: возрастает потребление кислорода и выделение углекислого газа и аммиака, увеличивается распад углеводов и богатых энергией молекул АТФ. Растет также и выделение тепловой энергии. Последнее очень невелико – одиночный импульс вызывает выделение тепла в количестве 2\*10-10 кал/см2.

Но наиболее ярким проявлением процессов возбуждения в протоплазме являются изменения электрохимической активности.

Как описывалось выше, клетки способны вырабатывать энергию, в данном случае это связывается с различной концентрацией положительных и отрицательных ионов (калия и натрия). Ток покоя (или разность потенциалов между внешней и внутренней стороной мембраны) обычно равен 50 – 90 мВ. При возбуждении в мембране открывается проход, и ионы натрия поступают в клетку, что изменяет ее заряд на положительный. При генерации импульса все происходит наоборот. Амплитуда тока действия тела нейрона достигает обычно 80 – 110 мВ. После генерации тока действия наступает период полной невозбудимости, или иначе абсолютная рефрактерная фаза. Хотя и правильность этого вывода довольно сомнительна, его используют в науке, хотя все более устанавливается позиция электронная теория биопотенциалов.

Вернемся к нервам. Природа для увеличения скорости передачи импульса использует различные способы.

У нервов, не покрытых оболочкой, это осуществляется увеличением диаметра.

У покрытых же нервов, обладающих высоким сопротивлением, работает, кроме того, очень интересный механизм. Миелиновая оболочка не сплошная, она через определенные промежутки прерывается так называемыми перехватами Ранвье. Оказывается, возбуждение возникает только в этих перехватах и перебрасывается, скачет от перехвата к перехвату. Таким образом, сигнал в аксонах проводиться без затухания или, как говорят, бездекрементно.

Все время говорят: «Импульс передается к тому-то, импульс происходит в результате того-то и того-то», но ведь по нерву очень редко передаются одиночные импульсы, гораздо чаще информация передается пачками импульсов, причем различных как по частоте, так и по временному интервалу. Поэтому все импульсы различны и легко мозгу обнаружить и анализировать ощущения, в результате которых был подан сигнал. Таким же образом информация передается в различные участки нашего организма.

Нервные клетки обладают способностью «отвечать» на раздражение с постоянным ритмом. Поэтому вводится понятие лабильности, или физиологической подвижности, под которой понимается большая или меньшая скорость элементарных реакций, составляющих суть функциональной активности. За меру лабильности принимают наибольшее количество токов действия, которое данное возбудимое образование может воспроизводить в единицу времени синхронно с ритмом раздражения. В ходе экспериментов было выявлено очень интересное явление, при очень высокой частоте, нервные клетки сначала не успевают за ритмом, но постепенно они подтягиваются к нему и вскоре снова появляется синхронность. Все это очень напоминает работу некоторых электронных схем, или релаксационных генераторов, простейший из которых может быть выполнен на неоновой лампе, включенной последовательно конденсатору через понижающее сопротивление. Конденсатор периодически заряжается. В ходе разрядки ток через сопротивление попадает на неоновую лампу и заставляет ее вспыхивать.

Была высказана гипотеза о том, что торможение нервных реакций является последствием релаксационных колебаний таких генераторов, появляющихся в результате перегрузки нервных клеток высокоэнергетическими веществами. Таким образом нервная система действует наподобие компьютера: импульсы регуляции и импульсы-информаторы поступают не постоянно, а с некоей определенной частотой, которая, вполне может изменяться в зависимости от конкретных условий. Как было проверено на опытах, клетка, на которую было подано предварительное низкое напряжение, начинает гораздо быстрее (в 3 и более раз) воспринимать импульсы, поступающие извне.

Также известно то, что нервная система имеет связи со всеми ее составными частями. Было выявлено, что происходит наложение внешнего электрического тока на ток, протекающий по всем клеткам человека. При этом механизм наложения очень сильно отличается от наложения электрического тока на батарею от фонаря при химической реакции. В таком случае изменилась бы только скорость протекания реакции и незначительно остальные параметры. В случае с человеком происходят значительные изменения по всему организму. Попутно это доказывает, что регуляция осуществляется именно электрическими импульсами.

***Влияние внешнего электрического тока на клетку и организм***

Несколько веков назад впервые было описано поражение человека током при случайном соприкосновении с токоведущими частями. Смерть наступила мгновенно. Подобные случаи смерти, вызванной электрическим током, начали регистрировать и изучать; при этом по мере расширения применения электричества число их росло. Мнение было единое – смерть наступает мгновенно, без каких-либо, как правило, признаков существенных изменений на теле. Исключение составляли случаи, когда поражение сопровождалось ожогом электрической дуги.

Важно одно: при мгновенной смерти от электрического тока, по-видимому, имеет место нарушение электропроводимости центральной нервной системы, управляющей основными, жизненно необходимыми функциями организма.

Так как все реакции, происходящие внутри организма, регулируются импульсами электрического тока, то можно предположить, что изменение последовательности подачи импульсов, их амплитуды, частоты появления и влечет за собой изменения прежде всего на клеточном уровне. Объяснить это можно только нарушением движения зарядоносителей в клетках центральной и периферической нервной систем и их связях, которое может возникнуть в ряде случаев и при очень маленьких напряжениях и токах от внешних источниках напряжения, а это нарушение приводит к полному или частичному прекращению питания клеток кислородом. Выше было показано, что в сложных биополимерных системах, энергия связи между электронами и ядром очень мала. Она может достигать 0,01 эВ и даже меньше. При токе 1 мкА, прошедшем через тело человека при электротравме, в его тканях поглощается энергия, на много порядков превышающая энергию связи электронной структуры нервной системы, и поэтому есть все основания предполагать, что даже при очень малых токах может быть нарушена электропроводимость в организме, и, как следствие, могут наступить серьезные нарушения состояния человека. Вероятно, что в результате подобного изменения нарушается усваивание кислорода клеткой и она погибает. При этом для того, чтобы необратимые изменения наступили, необходимо совсем небольшое напряжение. Самое интересное заключается в том, почему при выполнении казни преступников посредством электрического стула используя большое напряжение (от 2000) и значительные силы тока смерть наступает через долгий промежуток времени. Для ускорения ее необходимо либо увеличить напряжение в несколько раз, либо прикладывать это же напряжение на долгий срок. Вероятно, что при подаче очень высокого напряжения включается своеобразный механизм защиты – весь организм или только кожа принимает свойство полупроводника обладать огромным сопротивлением при подаче обратного напряжения, причем тело человека всегда будет обладать наибольшим сопротивлением независимо от направления тока. Возможно так своеобразно действуют особые клетки, входящие в состав организма. Это служит доказательством специфической проводимости живого организма при несомненном наличии в ней электронной и электронно-дырочной проводимостей.

Но электрический ток обладает не только смертоносным действием. Он может и помогать людям. Например, в ходе экспериментов по взаимодействию биотоков человека и электрического тока был разработан аппарат под названием «Электросон». Его действие основано на прохождении через тело человека импульсов тока с частотой в несколько сотен килогерц небольшой амплитуды. Электроды при этом накладываются на области висков. Через несколько десятков секунд после включения электрического тока человек засыпает. Результаты ученых позволяют утверждать, что данный аппарат не оказывает побочного влияния на организм человека, в противоположность наркотическим средствам, применяемым для введения человека в состояние глубокого сна, необходимого для обезбаливания в процессе операции. Выход из сна в данном случае очень длителен и опасен, в то время как. отключив «электросон», пробуждение происходит течение нескольких минут без последствий для оперируемого.

Электроток может применяться и для введения лекарственных веществ через кожу. При этом процесс совершенно безболезненный и безвредный. Происходит он по свойствам электролиза. В данном случае электрический ток переносит ионы препарата в организм человека, не нарушая структуры его защитной оболочки. Называется это явление электрофорезом.

Как было сказано выше тело человека обладает различным сопротивлением – от нескольких сотен килоом до десятков ом. Причем наименьшим сопротивлением обладают особые точки, являющиеся пересечением регулирующих волокон. При воздействии тока на эти точки можно изменять направление течения процессов, следовательно изменять состояние органов и тканей. Раньше воздействие осуществлялось посредством игл, теперь же выяснено, что более мощным стимулирующим действием обладает ток определенной частоты. Уже созданы и используются в медицине электростимуляторы точек.

Очень интересен с точки зрения физики феномен телекинеза: перемещения предметов человеком одним усилием воли. При исследованиях было обнаружено, что в момент перемещения на руках экстрасенса присутствует своеобразный пар из заряженных частиц. Значит объяснить перемещение предметов можно используя свойства электростатического отталкивания и притягивания тел. Другое дело как образуется этот «пар». Скорее всего в этот момент клетки начинают генерировать огромное количество энергии, выходящее из организма посредством клеток-выводов, способных накапливать весьма большой заряд. Такое вполне возможно, учитывая, что емкость тела зависит от расстояния между обкладками и площадью обкладок. На коже расположено огромное количество клеток, которые вполне могут являться конденсаторами, где обкладками будут являться мембраны, а диэлектриком – какое-то органическое образование, например, цитоплазма.

***Теория существования магнитного поля***

Как известно, магнитное поле всегда сопутствует электрическому току, поэтому несколько слов скажем о магнитном поле окружающей среды. Магнитное поле окружающей среды. Магнитное поле складывается из двух основных составляющих: магнитных полей, создаваемых электрифицированным транспортом, электродвигателями и генераторами, линиями электропередачи и т.п.; магнитного поля земли. Магнитное поле характеризуется значением напряженности. Напряженность поля от искусственных источников можно определить только при данном числе и расположении электротехнических установок. Магнитное поле Земли характеризуется строго определенными составляющими. Хотя тоже по численным значениям оно может изменяться.

Магнитное поле Земли характеризуется следующими основными параметрами: величинами магнитного склонения и магнитного наклонения и численными значениями напряженности магнитного поля. Магнитное склонение представляет собой угол между астрономическим и магнитным меридианом. Астрономический меридиан – направление, определяющее истинное положение север – юг в данном месте. Магнитный меридиан – воображаемая линия на земной поверхности, совпадающая с направлением земного магнитного поля. Магнитное наклонение – угол между горизонтальной плоскостью и направлением вектора напряженности магнитного поля. За единицу напряженности магнитного поля принимают ампер на метр. (А/м).

Различают вертикальную и горизонтальную составляющие вектора напряженности магнитного поля. На магнитных полюсах вертикальная составляющая и вектор полной напряженности равны друг другу. Горизонтальная составляющая равна нулю. У магнитных полюсов свободно подвешенная магнитная стрелка принимает вертикальное положение. На магнитном экваторе вектор напряженности направлен горизонтально.

Строгой теории происхождения магнитного поля Земли пока нет. В разное время выдвигались различные теории, которые впоследствии опровергались. Кратко можно сказать только об одной гипотезе, которая в настоящее время довольно популярна у метеорологов.

В толще Земли, в её расплавленной части происходит движение зарядоносителей, создающих вихревые токи. Магнитное поле этих токов и образует наблюдаемое магнитное поле. Перемещение отдельных замкнутых систем токов в ядре или изменение их интенсивности приводит к изменению магнитного поля во времени, наблюдаемому на поверхности Земли в виде великого хода.

Следует принять во внимание и следующее. Существует движение зарядоносителей и в атмосфере. Особенно сильно оно в верхних слоях атмосферы, в частности в ее ионизационных слоях. Магнитные поля, создаваемые этими токами, накладываются на магнитные поля вихревых токов массы Земли, в результате чего в атмосфере, во всех ее слоях существует суммарное единое магнитное поле, в котором возникла жизнь, а затем и человек. Напряженность магнитного поля на поверхности Земли в целом невелика и непостоянна: она колеблется по суткам, месяцам, годам. Происходят резкие локальные увеличения напряженности. Причина их – спорадические явления, возникающие на Солнце и сопровождающиеся изменением солнечной активности. При этих явлениях от Солнца к Земле устремляются потоки ультрафиолетовой и рентгеновской радиации, радиации более жесткого излучения и потоки корпускулярного излучения. Взаимодействие их с элементарными частицами в верхних слоях атмосферы приводит к резкому увеличению потоков зарядоносителей, магнитные поля которых вызывают увеличение напряженности магнитного поля Земли, называемое магнитной бурей. Во время магнитных бурь, продолжающихся от минут до суток, напряженность магнитного поля Земли возрастает в сотни и иногда даже тысячи раз.

Но через какие механизмы осуществляется влияние магнитных полей на человека? Электрические поля, электрические токи так или иначе проявляют свое влияние через взаимодействие с электрическими параметрами живого организма. А в любом проводнике под действием изменяющегося магнитного поля возникает ток самоиндукции, который накладывается на электрические колебания , происходящие в нашем организме. Влияние магнитного поля было обнаружено, поэтому можно говорить о взаимодействии поля с магнитными свойствами живого организма. Характерная особенность магнитного поля заключается в том, что организм «прозрачен» для магнитного поля. От механического воздействия организм в той или иной степени защищен мускулатурой, от система кровообращения и мускулатура, обладающие электропроводимостью, могут в известной степени шунтировать опасный ток. Проникающая радиация частично или полностью поглощается в поверхностях областей тела. И только магнитное поле действует на весь организм сразу в целом: от тела и органа до клетки и отдельных ее молекул и атомов.

Примеры влияния магнитных бурь на живой организм вызвали необходимость проведения исследований. Причем сложность заключалась в том, что область измерения малых магнитных величин является одной из сложнейших областей измерительной техники. Только в 60 годах появились протонные магнитометры, обладающие достаточной разрешающей способностью и точностью, а до их появления основным прибором, измеряющим магнитные поля, являлась, по существу, магнитная стрелка, поворачивающаяся по направлению силовых линий магнитного поля. При исследованиях наличие переменного магнитного поля, возникающего при работе сердечной мышцы.

Были также созданы приборы – магнитокардиографы. Огромная сложность и чувствительность к механическим повреждениям этого прибора обуславливается его устройством. Достаточно сказать, что в первых преобразователях первичной информации в нем использовались катушки с несколькими миллионами витков.

Где же источники магнитных полей у живых организмов? Как они взаимодействуют с магнитными полями атмосферы?

Сначала об источниках. В начале мы останавливались на движении зарядоносителей, на сложной природе биоэлектричества, отмечая важнейшую роль в процессах жизнедеятельности биотоков, создаваемых мигрирующими по молекуле электронами и ионами. В первом приближении можно считать, что эти токи, переменные по значению, и являются источниками магнитных полей живого организма, в частности сердечной мышцы. Это показывает, что на биоэлектричество распространяются законы электромагнетизма: возникает и изменяется по значению ток, возникают и изменяются магнитные поля. В контуре, обладающем электропроводимостью, помещенном в переменное магнитное поле, возникает электрический ток; возникает он и в том случае, если электропроводящий контур перемещается в постоянном магнитном поле. Все это присуще и биомагнетизму, магнитные явления, несомненно, отражают очень тонкие и сложные явления, происходящие в живом организме.

Следующим важным этапом является изучение взаимодействия магнитного поля человека и окружающей его среды.

Проанализировав многочисленные вызовы «скорой помощи», было выявлено следующее: число вызовов зависит от параметров окружающей среды. Из них основными оказались характер изменения магнитного поля и резкие перепады суточной температуры и атмосферного давления при определенном соотношении всех других параметров.

Биоэлектрические и биомагнитные явления тесно связаны с электричеством и магнетизмом окружающей атмосферы и всеми ее физическими параметрами. А человек является неотъемлемой частью окружающей живой среды – живых организмов. Поэтому изучение связи магнитных и электрических полей, а так как они являются неотъемлемыми частями одного поля – электромагнитного, дает возможность регулировать и создавать оптимальные условия среды, окружающей человека, и условия его жизнедеятельности.

Ученые давно разделили весь электромагнитный спектр на части - по частоте излучения от низкочастотного (иначе звуковых колебаний) до высокочастотного (иначе световых колебаниях). Но ведь по такому принципу делится и шкала механических колебаний: от инфразвука (колебания низкой частоты) до ультразвука (колебания высокой частоты). но части шкал примерно соответствуют друг другу (говоря о звуке, я упоминал, что низкочастотные колебания воздуха преобразуются в низкочастотные колебания электрического тока), поэтому ультразвук и электромагнитные колебания сверхвысокой частоты равно как инфразвук и колебания низкой частоты могут губительно воздействовать на организм человека.

В своей работе я закончил изучения механизма взаимодействия электрических и магнитных полей на человека. Но в жизни осталось очень много интересных и удивительных вещей, которые волнуют разум человека. Например, о влиянии инфразвука на живые существа. Он способен вызвать чувство необъяснимого страха или погубить живые существа – комнатные растения. Даже человек может погибнуть – этим объясняется загадочные смерти людей в море без видимых признаков насильственной смерти. Это подтверждается фактом увядания растений в атмосфере повышенного инфразвукового шума. Также интересно значение проклятия – почему же оно действует и довольно эффективно? Влияет не только инфразвук, но и обычный, воспринимаемый звук – музыка. Она способна повысить показатели удоя молока у коров, а способна ввести человека в состояние транса (свойство музыки, используемое индийскими факирами). Интересно также другое: почему люди видят привидения? Некоторые исследователи объясняют это возникновением в мозгу человека объемных голограмм под действием ультразвука или высокочастотных электромагнитных колебаний.