

УДК 539.1.01

UDC 539.1.01

01.00.00 Физико-математические науки

Physics and mathematical Sciences

**МЕХАНИЗМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА
МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ И СОЛНЦА****THE MECHANISM OF HUMAN EXPOSURE TO
THE MAGNETIC FIELD OF THE EARTH AND
THE SUN**

Александров Борис Леонтьевич
д. г. -м. . н., профессор, alex2e@yandex.ru

Alexandrov Boris Leontyevich
Dr.Sci.Phys.-Math, Professor, alex2e@yandex.ru

Александров Алексей Жданович
студент, silverfox1235@gmail.com
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Alexandrov Alexey Zhdanovich
student, silverfox1235@gmail.com
Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia

Обсуждается вопрос механизма воздействия магнитного поля Земли и Солнца на организм человека. Отмечается, что в XXI веке регулярно проводятся международная конференция на тему «Человек и электромагнитные поля», а также международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Это свидетельствует о понимании важности изучения влияния внешних электромагнитных полей на организм человека. Участники этих конференций и конгрессов приводят многие экспериментальные данные по влиянию конкретных факторов на различные биологические объекты. Однако отсутствует теоретическое обоснование влияния этих полей на организм человека. В связи с этим, для решения этого вопроса в статье анализируется атомарный состав человеческого тела. Показано, что организм человека более чем на 60% состоит из атомов водорода. На примере атома водорода рассматривается взаимодействие магнитного момента электрона атома с внешним магнитным полем. Это приводит к прецессионному движению орбиты электрона. Учитывая тот факт, что вокруг электронов в атомах вращаются фотоны, а температура определяется объемной плотностью фотонной энергии, появление прецессионного движения электронов будет приводить к повышению частоты колебания фотонов и, следовательно, к повышению их энергии и температуры тела. Это подтверждается тем, что в течение суток температура тела меняется, причем, она минимальна утром и возрастает к вечеру. Анализируются химические элементы организма человека, относящиеся к разным группам магнетиков. Отмечается, что наибольшее влияние внешнее магнитное поле на состояние организма человека может оказывать через ферромагнетик – железо. Оно концентрируется в крови, причем до 60% в гемоглобине. Это сложный железосодержащий белок крови, составная часть эритроцитов – красных кровяных телец, переносчиков кислорода. В условиях повышения напряженности внешнего магнитного поля или неподвижного состояния тела будет усиливаться

There is a discussion about the question of the mechanism of the action of the magnetic field of the Earth and the Sun on the human body. It is noted that in the 21st century an international conference on the subject "Man and electromagnetic fields" is regularly held, as well as the international congress "Weak and superweak fields and radiation in biology and medicine". This indicates the importance of studying the effect of electromagnetic fields on the human body. Participants in these conferences and congresses give a lot of experimental data on the influence of various factors on various biological objects. However, there is no theoretical justification for the influence of these fields on the human body. In this connection, in order to solve this problem, the article analyzes the atomic composition of the human body. It is shown that the human body more than 60% consists of hydrogen atoms. On the example of a hydrogen atom, the interaction of the magnetic moment of an electron of an atom with an external magnetic field is considered. This leads to a precession motion of the electron's orbit. Taking into account the fact that photons rotate around electrons in atoms and the temperature is determined by the bulk density of photon energy, the appearance of precessional electron motion will lead to an increase in the frequency of oscillation of photons and, consequently, to an increase in their energy and body temperature. This is confirmed by the fact that the body temperature changes during the day, and, it is minimal in the morning and increases by the evening. The chemical elements of the human body, related to different groups of magnets, are analyzed. It is noted that the external magnetic field has the greatest influence on the state of the human body through a ferromagnet - iron. It is concentrated in the blood, up to 60% in hemoglobin. It is a complex iron-containing blood protein, an integral part of erythrocyte - red blood cells, oxygen carriers. Under conditions of an increase in the intensity of the external magnetic field or the immobile state of the body, the orientation of the individual erythrocytes will increase due to their iron atoms in the direction of the external field. This will lead to the pooling of erythrocytes into clusters, that is, to the formation of unique magnetic domains with a

ориентация отдельных эритроцитов за счет их атомов железа в направлении внешнего поля. Это приведет к объединению эритроцитов в кластеры, т. е. к формированию своеобразных магнитных доменов с существенным повышением вязкости крови и понижением её циркуляционной способности. Последнее подтверждается тем фактом, что у людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, инфаркты и инсульты чаще всего случаются ранним утром особенно в периоды проявления солнечных магнитных бурь

significant increase in the viscosity of the blood and a decrease in its circulatory ability. The last is confirmed by the fact that in people suffering from cardiovascular diseases, heart attacks and strokes most often occur in the early morning especially during periods of solar magnetic storms

Ключевые слова: МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ЭЛЕКТРОН, МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ, ЭРИТРОЦИТЫ, КЛАСТЕРЫ

Keywords: MAGNETIC FIELD, ELECTRON, MAGNETIC MOMENT, RED BLOOD CELLS, CLUSTERS

Doi: 10.21515/1990-4665-127-006

Введение

Явление магнетизма известно людям давно, первым письменным свидетельствам знакомства человека с магнитными свойствами некоторых материалов более двух тысяч лет. Одно из первых практических использований магнетизма тел – компас, представляющий простейший навигационный прибор. Напряженность магнитного поля измеряется в нескольких единицах: в системе СГС (сантиметр, грамм, секунда) в эрстедах, в Международной системе единиц (СИ) (метр, килограмм, секунда) она измеряется в амперах на метр (А/м). Эти единицы связаны между собой соотношением: 1 эрстед=79,5775 А/м. Слабые магнитные поля, например, вариации геомагнитного поля, измеряют в гаммах – одной стотысячной доле эрстеда ($1\gamma = 10^{-5}$ эрстед). Напряженность магнитного поля Земли меняется от 0,24 эрстед (в Бразилии) до 0,68 эрстед (в Антарктиде), поэтому считается, что геомагнитное поле Земли в среднем равно 0,5 эрстед. Бывают и аномалии, например Курская магнитная, где напряженность равна 2 эрстеда.

Магнитное взаимодействие играет важную роль в процессах, протекающих во Вселенной. Магнитосфера Земли защищает нас от губительного воздействия космических лучей. Если бы её не было, эволюция

живых существ на нашей планете, видимо, пошла бы иным путем, а может быть, жизнь на Земле не возникла бы вовсе. Самые сильные поля, зарегистрированные во Вселенной, создаются нейтронными звездами или пульсарами. В лабораториях удается достичь магнитной напряженности в сотни тысяч раз более слабой, да и то на очень короткое время, измеряемое долями секунды.

Теперь магнетизм широко используется в науке, технике и обыденной жизни. Магниты – неотъемлемая часть многих научных приборов, начиная от небольших, располагающихся на столе исследователя, и до огромных ускорителей с размерами, измеряемыми многими километрами. Но магнитные явления интересуют сейчас не только инженеров, создающих новую технику. Эти явления изучают применительно к своей специальности врачи, биологи, геологи, геофизики, представители других специальностей. Например, геологи и геофизики по аномалиям магнитного поля Земли ищут полезные ископаемые, биологи изучают магнитные поля, создаваемые живыми организмами, и влияние на них, в свою очередь, внешних магнитных полей. Интерес к воздействию магнитных полей на человека возник сразу же после открытия этого явления. Древние приписывали магниту много чудесных свойств. Некоторые современные фирмы, выпускающие магнитные изделия, типа браслеты и другие, приписывают своим изделиям массу изумительных качеств. В XXI веке многие ученые начали задумываться о влиянии на организм человека не только сильных, но слабых и сверхслабых магнитных полей. Об этом свидетельствуют регулярно проводимые Международная конференция на тему «Человек и электромагнитные поля» [7], а также Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине» [8, 9].

Для понимания механизма воздействия магнитного поля на организм человека необходимо рассмотреть магнитные моменты атомов и

электронов основных химических элементов человеческого тела и их взаимодействие с внешним магнитным полем. При этом необходимо учитывать, что организм человека, как биологического объекта, более чем на 60% состоит из атомов водорода, на 25% из атомов кислорода (таблица 1, в обобщенном виде данные представлены в работе [1]), причем в виде молекул воды на водород и кислород приходится от (75÷81) % у новорожденных до (48÷63)% в возрасте старше 60 лет [4]. Поэтому прежде всего рассмотрим воздействие внешнего магнитного поля на атом водорода.

Таблица 1. Средний атомарный состав человеческого тела

Элемент	Весовое содержание % по [12]	Весовое содержание % по [5]	Среднее весовое содержание %	Среднее содержание атомов %	Содержание атомов, % по [7]
Водород (H)	9, 86	10, 0	9, 93	62, 63	60, 3
Кислород (O)	62, 43	65, 0	63, 715	25, 11	25, 5
Углерод (C)	21, 15	18, 0	19, 575	10, 288	10, 5
Азот (N)	3, 10	3, 0	3, 05	1, 374	2, 42
Кальций (Ca)	1, 9	1, 5	1, 7	0, 268	0, 226
Фосфор (P)	0, 95	1, 0	0, 975	0, 198	0, 134
Калий (K)	0, 23	0, 2	0, 215	0, 035	0, 036
Сера (S)	0, 16	0, 25	0, 205	0, 04	0, 132
Натрий (Na)		0, 15	0, 075	0, 0206	0, 73
Хлор (Cl)		0, 15	0, 075	0, 01336	0, 032
Магний (Mg)	0, 027	0, 05	0, 0385	0, 00999	
Железо (Fe)	0, 005	0, 006	0, 0055	0, 00061	
Медь (Cu)		0, 0002	0, 0001	0, 0000094	
Марганец (Mn)	0, 00005	0, 00003	0, 00004	0, 0000044	
Йод (I)	0, 014	0, 00004	0, 00702	0, 0003481	
Алюминий (Al)	0, 001		0, 0005	0, 000121	
Бром (Br)	0, 002		0, 001	0, 0000788	
Кремний (Si)	0, 001		0, 0005	0, 0001122	
Никель (Ni)	0, 08		0, 04	0, 004298	
Фтор (F)	0, 009		0, 0045	0, 001493	

В соответствии с классическим представлением строения атома, каждый электрон, равномерно вращающийся по орбите, обладает орбитальным механическим моментом количества движения, который численно равен

$$\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{r}, \tag{1}$$

где m – масса электрона, v – скорость движения электрона по орбите, а r – радиус орбиты электрона.

При отсутствии внешнего магнитного поля электрон в атоме водорода движется по замкнутой орбите и его движение, как частицы, несущей элементарный электрический заряд ($e=1, 6 \cdot 10^{-19}$ Кл), эквивалентно замкнутому контуру тока. Магнитный момент \mathbf{p}_m электрического тока, вызванного движением электрона по орбите, называется орбитальным магнитным моментом электрона. Величина

$$\mathbf{p}_m = \mathbf{J} \cdot \mathbf{S}, \quad (2)$$

где \mathbf{J} – сила тока, создаваемая движущимся электроном, \mathbf{S} – площадь орбиты электрона.

Вектор \mathbf{p}_m направлен в ту же сторону, что и магнитное поле в центре кругового тока. Если ν – число оборотов электрона в секунду вокруг ядра, то $\mathbf{J} = e \cdot \nu$. Учитывая, что $\nu = v / 2\pi \cdot r$,

$$\mathbf{p}_m = \mathbf{J} \cdot \mathbf{S} = (e \cdot v \cdot r) / 2 \quad (3)$$

Направление вектора \mathbf{p} противоположно вектору \mathbf{p}_m .

Отношение векторов $\mathbf{p}_m / \mathbf{p} = e / 2m$. Так как векторы \mathbf{p}_m и \mathbf{p} направлены в противоположные стороны, то

$$\mathbf{p}_m = - (e / 2m) \cdot \mathbf{p} = \mathbf{g} \cdot \mathbf{p}, \quad (4)$$

здесь $\mathbf{g} = -(e / 2m)$ – гиромагнитное отношение.

Кроме того, на основании выполненных Эйнштейном и А-де Гаазом экспериментов [5], установлено, что электрон, помимо орбитальных механического \mathbf{p} и магнитного \mathbf{p}_m моментов, обладает ещё собственным механическим моментом количества движения \mathbf{p}_s , который был назван спином электрона, и соответствующим ему собственным магнитным моментом \mathbf{p}_{ms} . Вначале представление о спине электрона связывали с его вращением вокруг собственной оси, но считается, что это упрощенное представление. Теперь принято считать, что электрону присущи некоторый собственный механический и магнитный моменты подобно

тому, как ему присущи заряд и масса. Спин является неотъемлемым свойством электрона и проявляется в большинстве экспериментальных фактов. Абсолютная величина спина равна $p_s = h/4\pi$, где h – постоянная Планка, а

$$p_{ms} = -eh/(4\pi \cdot m) \quad (5)$$

и эта величина называется магнетоном Бора.

Когда магнитное поле отсутствует, на электрон действует электрическая сила F_e притяжения его ядром, играющая роль центростремительной силы. При помещении атома в магнитное поле с напряженностью \mathbf{H} движение электрона оказывается более сложным. Предположим, что магнитное поле однородно ($\mathbf{H} = \text{const}$) и электрон в атоме движется по круговой орбите, плоскость которой перпендикулярна к вектору напряженности внешнего магнитного поля. В магнитном поле на электрон, кроме силы F_e действует ещё сила Лоренца F_L , направленная в данном случае противоположно F_e . Поэтому центробежная сила численно равна разности $(F_e - F_L)$. При наличии магнитного поля изменение силы, действующей на электрон, приводит к изменению угловой скорости вращения электрона по орбите, которое определяется [5] выражением

$$\Delta\omega = -g \cdot \mu_0 \cdot H, \quad (6)$$

здесь μ_0 – магнитная постоянная или магнитная проницаемость вакуума. Если орбита электрона расположена произвольным образом относительно вектора \mathbf{H} , так что орбитальный магнитный момент электрона \mathbf{p}_m составляет с направлением магнитного поля угол φ , то влияние магнитного поля оказывается более сложным. В этом случае вся орбита электрона приходит в такое движение вокруг вектора напряженности поля \mathbf{H} , при котором вектор магнитного момента электрона \mathbf{p}_m (перпендикулярного к плоскости орбиты электрона), сохраняя неизменным угол φ своего наклона к полю, вращается вокруг

направления \mathbf{H} с угловой скоростью $\omega_L = \Delta\omega = -g \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H}$. Такое движение в механике называется прецессионным. Оно аналогично движению оси вращающегося волчка и составляет суть теоремы Лармора – «единственным результатом влияния магнитного поля на орбиту электрона является прецессия орбиты и вектора \mathbf{p}_m с угловой скоростью ω_L вокруг оси, проходящей через центр орбиты и параллельно вектору \mathbf{H} поля». Кроме того, известно [5], что атомы разных химических элементов по-разному взаимодействуют с внешним магнитным полем в зависимости от того, к какому классу магнетиков они относятся. Имеется три класса атомов химических элементов или веществ, состоящих из них: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Диамагнетиками называются вещества, магнитные моменты атомов или молекул которых при отсутствии внешнего магнитного поля равны нулю, то–есть в атомах и молекулах диамагнитных веществ векторная сумма орбитальных магнитных моментов всех электронов равна нулю. В случае однородного диамагнетика, находящегося в однородном магнитном поле, наведенный орбитальный магнитный момент всех атомов одинаков и направлен в сторону, противоположную направлению вектора внешнего магнитного поля \mathbf{H} , то–есть происходит намагничивание вещества противоположно внешнему полю. Поэтому в неоднородном магнитном поле диамагнетик выталкивается в область более слабого поля и устанавливается так, чтобы его ось была перпендикулярна к направлению поля [5].

Если векторная сумма орбитальных магнитных моментов всех электронов атома (или молекулы) не равна нулю, то атом в целом обладает некоторым магнитным моментом. Такие атомы называются парамагнитными, а состоящие из них вещества – парамагнетиками. При внесении парамагнетика в однородное магнитное поле с напряженностью \mathbf{H} , каждый электрон атома участвует в двух движениях – орбитальном и

прецессионном, то – есть все магнитные моменты электронов атома прецессируют вокруг вектора напряженности \mathbf{H} с одинаковой угловой скоростью Лармора ω_L . Совокупное действие магнитных моментов всех атомов в единице объема вещества приводит к эффекту намагничивания, значительно превосходящем диамагнитный эффект. Поэтому в парамагнитном теле появляется собственное магнитное поле, направленное в ту же сторону, что и внешнее магнитное поле. Так как парамагнетик намагничивается в направлении внешнего поля, то при внесении его в магнитное поле его орбитальный магнитный момент устанавливается вдоль линий напряженности этого поля, а в неоднородном магнитном поле парамагнетик выталкивается в область более сильного поля [5].

Из основных химических элементов, составляющих организм человека, водород (H), углерод (C), кремний (Si), фосфор (Ф), сера (S), хлор (Cl), медь (Cu), йод (J), бром (Br) относятся к диамагнетикам и намагничиваются против внешнего магнитного поля, а кислород (O), натрий (Na), магний (Mg), калий (K), кальций (Ca) относятся к парамагнетикам [6] и намагничиваются во внешнем магнитном поле в направлении поля. К какому эффекту воздействия приводит повышение напряженности внешнего магнитного поля при наличие в организме и диа- и парамагнетиков? Повышение напряженности внешнего магнитного поля будет приводить к усилению противоположно направленных магнитных моментов элементов, относящихся к диа- и парамагнетикам, с одной стороны, и к увеличению прецессионного эффекта колебания орбит электронов отдельных атомов. В соответствии с нашей концепцией [2], что вокруг электронов вращаются фотоны определенного спектра, присущего каждому электрону каждого химического элемента, и, что температура определяется объемной плотностью фотонной энергии [3], появление

прецессионного движения электронов будет приводить к повышению частоты колебания фотонов и, следовательно, к повышению температуры тела. Это подтверждается тем фактом, что в течение суток температура тела меняется, причем, как правило, она минимальна утром и возрастает к вечеру. Это можно объяснить тем, что в течение дня человек перемещается и положение его тела и, следовательно, отдельных атомов тела меняется по отношению к магнитному полю Земли и Солнца. Это создает условия для разбалансировки положения орбит электронов атомов, повышению общей частоты вращающихся вокруг них фотонов и, следовательно, к повышению температуры тела. В ночное время суток, когда человек спит, то положение его тела по отношению к внешнему магнитному полю, если и меняется, то значительно реже. В этих условиях происходит успокоение прецессионного колебания электронов атомов, снижается общая частота колебания фотонов и соответственно снижается температура тела. Однако более существенные последствия в организме могут возникнуть за счет присутствия в нем железа, как ферромагнетика. Ферромагнетиками называют такие вещества, в которых внутреннее или собственное магнитное поле может в сотни и тысячи раз превышать вызвавшее его внешнее магнитное поле. К ферромагнетикам относятся железо, никель, кобальт и ряд сплавов. Из перечисленных ферромагнетиков только кобальт в незначительных количествах присутствует в скелетной мышце, в поджелудочной железе и в печени [4]. Железо концентрируется в крови, причем до 60% его от общего содержания в организме человека сконцентрировано в гемоглобине [4]. Гемоглобин – это красящее вещество крови, составная часть эритроцитов – красных кровяных телец. Это сложный железосодержащий белок крови, который способен обратимо связываться с кислородом и переносить его по тканям. Он транспортирует из легких к тканям кислород, а от тканей - углекислый газ.

Известно, что механизм высокой степени намагничивания ферромагнетиков обусловлен тем, что на предпоследнем подуровне внешнего уровня атома железа пять электронов из шести, вопреки правилу Паули, имеют одинаковое направление собственных магнитных моментов и поэтому в условиях кристаллического состояния образуются микрообласти, называемые доменами, в которых суммарные магнитные моменты всех атомов имеют одинаковое направление. При помещении такого ферромагнетика во внешнее магнитное поле в направлении этого поля разворачиваются не отдельные атомы, а целые домены и поэтому собственное магнитное поле их во много раз превышает породившее его внешнее поле. В условиях жидкой системы крови за счет наличия эритроцитов относительная вязкость крови по сравнению с её плазмой возрастает в 2, 5-3 раза [4]. Видимо возрастание вязкости крови по сравнению с её плазмой обусловлено не только присутствием эритроцитов, как кровяных клеток, но и их магнитным взаимодействием между собой за счет наличия у каждого атома железа значительного собственного магнитного момента. В условиях повышения напряженности внешнего магнитного поля или неподвижного состояния тела будет усиливаться ориентация отдельных эритроцитов за счет их атомов железа в направлении внешнего поля. Это приведет к объединению эритроцитов в кластеры, т. е. к формированию своеобразных магнитных доменов и в жидко - кристаллическое состояние крови с существенным повышением её вязкости и понижением её циркуляционной способности. Последнее подтверждается тем фактом, что у людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, инфаркты и инсульты за счет закупорки сосудов чаще всего случаются ранним утром особенно в периоды проявления солнечных магнитных бурь, когда из крови при её очистки удаляется много наиболее жидкой компоненты – воды и кровь становится более вязкой не только за счет повышения концентрации эритроцитов, но

и за счет их магнитного взаимодействия между собой и создания кластеров, закупоривающих кровеносные сосуды. Этому также способствует постоянство положения тела в условиях сна по отношению к направлению магнитного поля Земли и постепенной стабилизации направления магнитных моментов атомов железа в эритроцитах особенно в моменты повышения напряженности магнитного поля Земли.

Выводы

Преобладающее влияние на организм человека, как биологическую систему, слабое естественное магнитное поле Земли преимущественно оказывает через ферромагнетик – железо, сконцентрированное в красных кровяных тельцах - эритроцитах, которые в период отсутствия движения тела (во сне) выстраивают свои магнитные моменты в направлении внешнего магнитного поля Земли. В результате этого, эритроциты взаимодействуют между собой магнитными моментами и образуют кластеры. Это, наряду с обезвоживанием организма во время сна, повышает вязкость крови и артериальное давление. При соответствующей патологии организма это может приводить к инсультам и инфарктам, которые по этой причине чаще всего случаются во второй половине ночи.

Список литературы

1. Александров Б. Л. Рак глазами физика. Механизм возникновения, профилактика, лечение, защита. Издательская Группа «ВЕСЬ», Санкт-Петербург 2010, 258с.
2. Александров Б. Л., Родченко М. Б., Александров А. Б. Роль фотонов в физических и химических явлениях. Краснодар, ГУП «Печатный двор Кубани». 2002, 542 с.
3. Александров Б. Л., Александров А. Б., Родченко М. Б. Температура вещества. Труды КГАУ, вып. 381(409) «Применение электротехнических устройств в АПК», г. Краснодар 2000г.
4. Семенов Н. В. Биохимические компоненты и константы жидких сред и тканей человека. М. : Медицина, 1971, 152 с.
5. Трофимова Т. И. Курс физики. Издание шестое, стереотипное. М. «Высшая школа», 2000, 542 с.
6. Физические величины. Справочник. Под редакцией И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. М. : Энергоатомиздат, 1991, 1231 с.

7. III Международная конференция «Человек и электромагнитные поля». (г. Саров, 24-27 мая 2010 г.). Сборник докладов. Саров, 2010, 470 с.

8. V Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Сборник избранных трудов. Санкт-Петербург 29. 06 2009 – 03. 07. 2009, 184 с.

9. VI Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Научные труды Конгресса. Санкт-Петербург 02 – 06. 07. 2012, 304 с

References

1. Aleksandrov B. L. Rak glazami fizika. Mehanizm vznikovenija, profilaktika, lechenie, zashhita. Izdatel'skaja Gruppya «VES"», Sankt-Peterburg 2010, 258s.

2. Aleksandrov B. L., Rodchenko M. B., Aleksandrov A. B. Rol' fotonov v fizicheskikh i himicheskikh javlenijah. Krasnodar, GUP «Pечатnyj dvor Kubani». 2002, 542 s.

3. Aleksandrov B. L., Aleksandrov A. B., Rodchenko M. B. Temperatura veshhestva. Trudy KGAU, vyp. 381(409) «Primenenie jelektrotehnicheskikh ustrojstv v APK», g. Krasnodar 2000g.

4. Semenov N. V. Biohimicheskie komponenty i konstanty zhidkih sred i tkanej cheloveka. M. : Medicina, 1971, 152 s.

5. Trofimova T. I. Kurs fiziki. Izdanie shestoe, stereotipnoe. M. «Vysshaja shkola», 2000, 542 s.

6. Fizicheskie velichiny. Spravochnik. Pod redakciej I. S. Grigor'eva, E. Z. Mejlihova. M. : Jenergoatomizdat, 1991, 1231 s.

7. III Mezhdunarodnaja konferencija «Chelovek i jelektromagnitnye polja». (g. Sarov, 24-27 maja 2010 g.). Sbornik dokladov. Sarov, 2010, 470 s.

8. V Mezhdunarodnyj kongress «Slabye i sverhslabye polja i izluchenija v biologii i medicine». Sbornik izbrannyh trudov. Sankt-Peterburg 29. 06 2009 – 03. 07. 2009, 184 s.

9. VI Mezhdunarodnyj kongress «Slabye i sverhslabye polja i izluchenija v biologii i medicine». Nauchnye trudy Kongressa. Sankt-Peterburg 02 – 06. 07. 2012, 304 s