

УДК 53.577.3.

## ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОЛЕКУЛЫ ГЕМОГЛОБИНА КРОВИ

*Идиев Сохибназар Боронович старший преподаватель кафедры высшей математики и естественнонаучных дисциплин, 734055, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Дехоти 1/2, Таджикский государственный университет коммерции. тел: (+992) 988 629130  
E-mail: [idiyev-71@mail.ru](mailto:idiyev-71@mail.ru)*

Выяснено, уравнения описывающая молярная анизотропия диамагнитной восприимчивости и энергия магнитного поля, действующая на молекулы гемоглобина крови. Определенно, что величина магнитной энергии, действующая на молекулы гемоглобина крови для всех видов животных на много порядков больше, чем тепловой энергии. Это свидетельствует, а том, что магнитное поле Земли влияет на ориентацию животных.

**Ключевые слова:** гемоглобин крови, молярная анизотропия, энергия магнитного поля Земли, тепловой энергии, конвекционных токов.

## THE IMPACT ENERGY OF THE MAGNETIC FIELD ON THE MOLECULE OF HEMOGLOBIN BLOOD

*Idiev Sohobnazar Boronovich senior teacher of department of higher mathematics and natural-science disciplines, 734055, Republic of Tadjikistan, Dushanbe c., Dehoti s., Tadjik state university of commerce. phone: :(+992) 988 629130 E-mail: [idiyev-71@mail.ru](mailto:idiyev-71@mail.ru)*

The equation describing the molar diamagnetic susceptibility anisotropy and the energy of the magnetic field acting on the molecules of hemoglobin is found. Identified that the amount of magnetic energy, acting on a molecule of hemoglobin for all kinds of animals in many orders of magnitude greater than the thermal energy. This indicates, and that the Earth's magnetic field affects the orientation of the animal.

**Keywords:** blood hemoglobin, molar anisotropy, energy of the magnetic field of the Earth, heat, convection currents.

Магнитоупорядоченное состояние крови формируется, когда магнитные моменты молекулы гемоглобин параллельны и одинаково ориентированы и обладают магнитным моментом, даже при отсутствии внешнего намагничивавшего поля. При наличии внешнего поля молекулы ориентируются вдоль поля, увеличивая намагниченность до определённого предела, а при снижении напряженности поля намагниченность снижается. Магнитные поля сильно повлияют на молекулы гемоглобина крови. Изменение магнитное поле может повлиять на изменение внутренних связей молекулы гемоглобина. В магнитном поле к крови живого организма более активно будет притягиваться атомы и молекулы гемоглобина. Для их оценки необходимо знать магнитный момент гемоглобина [1,2,3] и энергию магнитного поля.

Эритроциты всех млекопитающих имеют вид двояковогнутых дисков, их диаметр одинаков и составляет 7,5 мкм. На 100 мл кровиконцентрация гемоглобина составляет 15 г. Небольшое увеличение содержания эритроцитов в крови млекопитающих резко увеличивает вязкость крови.

Поступательно – вращательное движение эритроцитов в русле кровотока, и наличие в эритроцитах зарядов обуславливают возникновения конвекционных токов [4]. Кроме того, в состав крови есть, других многочисленных компонентов и ионы металлов, поэтому ток крови в сосудах вызывают появление магнитных полей в кровотоке. Магнитное поле эритроцита возникающее в результате круговых токов имеет вид (рис.1). Поскольку сосуды снабжают кровью абсолютно все участки тела, то, значит, магнитное поле есть в организме повсюду. Уменьшение магнитного поля в окружающей среде приводит к нарушению магнитного поля в кровеносной системе, вследствие чего возникает нарушение кровообращения, нарушается транспортировка кислорода и питательных веществ к органам и тканям, что приводит к развитию болезни.

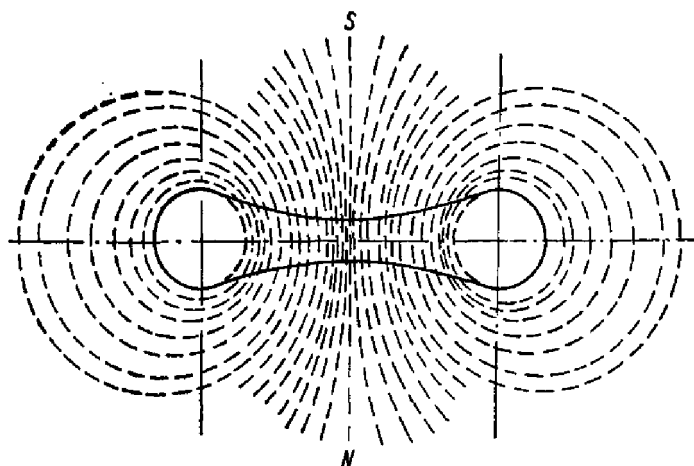


Рис. 1. Магнитное поле эритроцита, возникающее в результате действия конвекционных токов при вращении оси S-N

Как показали Френкель и Блейкмор ориентация в магнитном поле возможна в том случае, если магнитная энергия больше тепловой энергии [5], то есть

$$\frac{MH \cos \varphi}{kT} > 1,$$

где  $M$  – магнитный момент гемоглобин крови,  $H$  – напряженность магнитного поля,  $\varphi$  – угол между направлением векторами индукция магнитного поля ( $H$ ) и магнитный момент ( $M$ ),  $k$  – постоянная Больцмана и  $T$  – температура.

Магнитный момент, действующий на молекулы гемоглобина согласно [1] равен:

$$M = 5,9M_B = 5,9 \frac{e\hbar}{2m} = 5,47 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{Тл}},$$

где  $M_B = \frac{e\hbar}{2m} = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Тл}$  – магнетон Бора,  $e = q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  – заряд эритроцита,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $m$  – масса молекулы гемоглобина.

С другой стороны магнитный момент равен [2]:

$$M = \Delta\chi \cdot H, \tag{1}$$

где  $\Delta\chi$  – анизотропия диамагнитной восприимчивости молекулы гемоглобина.

Молярная анизотропия диамагнитной восприимчивости молекулы гемоглобина определяется по выражению

$$\Delta\chi_i = N_A \Delta\chi = N_A \frac{M}{H}, \tag{2}$$

где  $N_A$  – число Авогадро. Подставляя числовые значения  $M = 5,47 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{Тл}}$ ,  
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$  и  $H = 6,4 \cdot 10^3 \text{ А/мВ}$  (2) получим  
 $\Delta\chi_i = 5,14 \cdot 10^{-3} \text{ i}^3 / \text{иёй}$ .

Энергия магнитного поля, действующая на молекулы гемоглобина крови, впервые было рассчитано в настоящей работе. Поскольку энергия магнитного поля, действующая на молекулы гемоглобина крови прямо пропорционально  $E_H \sim H^2 \Delta\chi \cos^2 \varphi$ , то в полностью ориентированной системе записывается в виде:

$$E_H = \frac{1}{2} m_0 N_{\text{г}} H^2 (\chi_{//} - \chi_{\perp}) \cos^2 \varphi = \frac{1}{2} m_0 N_{\text{г}} H^2 \Delta\chi \cos^2 \varphi, \quad (3)$$

где  $m_0$  – масса молекулы гемоглобина,  $N_{\text{г}}$  – общее число молекулы гемоглобина кооперативно ориентированных по направленного поля,  $\chi_{//}$  и  $\chi_{\perp}$  аксиальная и радиальная составляющая магнитная восприимчивости.

Если молекулы ориентированы по полю, тогда  $\varphi = 0$ ,  $\cos \varphi = 1$  и учитывая, что  $\Delta\chi = (\chi_{//} - \chi_{\perp})$ .

В этом случае формула (3) принимает вид:

$$E_i = \frac{1}{2} m_0 N_{\text{г}} H^2 \Delta\chi \quad (4)$$

Подставляя (1) в (4) получим

$$E_H = \frac{1}{2} m_0 N_{\text{г}} H M \quad (5)$$

Принимая  $m_0 = 7,04 \cdot 10^{-23} \text{ кг}$  и  $N_{\text{г}} = 10,29 \cdot 10^{21}$  [6], из (5) получим  $E_H = 1268 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}$ . Это значение больше чем тепловой энергии

$$kT = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300\text{К} = 41,4 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}.$$

Когда энергия магнитного поля больше теплового, то животные ориентируется по магнитному полю. Это означает, что магнитное поле Земли может влиять на ориентацию животных.

Таблица 1

Энергия магнитного поля для различных видов животных

	Масса живая тело m, кг	Концентрация эритроцитов в крови C, $10^{15} \text{ л/м}^3$	Объем крови V, $\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$	Число эритроцитов в организме $N_{\text{э}}, 10^{12}$	Число молекул гемоглобина в крови $N_{\text{г}}, 10^{20}$	Энергия магнитного поля E, $10^{-22}$ , Дж
Лошадь	300	6,85	27,6	189	778,68	9577,76
КРС	200	6,25	14,7	91,87	378,5	4655,5
Коза	40	13,6	2,36	32,1	132,25	1626,7
Человек	70	5	5	25	102,9	1268
Обезьяна	60	6	4	24	98,88	1216,2
Собака	30	5,37	2,1	11,28	46,47	571,6
Кошка	3	8,6	0,189	1,625	6,695	82,34
Кролик	5	5,62	0,262	1,47	6,06	745,4

Число  $N_r$  в (5) можно выразить через число эритроцитов следующим образом

$$N_r = N_{\ominus} n,$$

где  $n = 4,12 \cdot 10^8$  число молекул гемоглобина в одном эритроците млекопитающих.

Значения характеризующие влияние энергии магнитного поля для различных видов животных приведены в таблице 1. Величины  $C$  и  $V$  были рассчитаны на основе данных, которые приведены в [7].

Из проведенных расчетов следует, что величина магнитной энергии, действующая на гемоглобина крови для всех видов животных на много порядков больше, чем тепловая энергия, следовательно животные проявляют способность ориентироваться по магнитному полю.

#### Список литературы

1. Волькенштейн М.В. Структура и физические свойства молекул - М.:АН СССР, 1955, 355с.
2. Ёгибеков П.Ё., Ёгибеков М.П. Влияние низкочастотной геомагнитной пульсации на патологические эффекты при солнечной активности. ММК. Худжант, 2002, С.56-59.
3. Ёгибеков П.Ё., Идиев С.Б. Воздействие магнитного поля на крови живого организма. ТАУ, Земледелец, 3(63), Душанбе, Мехргон ТАУ, 2014, с.81-84.
4. Чижевский А.Л. Электрические и магнитные свойства эритроцитов. АН Украинской ССР- Киев, «Наукова думка», 1973, 94с.
5. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомagnetизме: Т.2: Пер. с англ./ Под ред. Дж. Киршвина, Д. Джонса, Б. Мак – Фаддена. – М.: Мир, 1989.-525.
6. Ёгибеков П.Ё., Идиев С.Б. Определение масса и плотности гемоглобина крови. Материалы международной научно практической конференции.«Современные проблемы точных наук и их преподавания», посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан и 75-летию профессора ШарифоваДж.Ш. Курган-Тюбе, Ношир-С, 2014, с.31-34.
7. Чижевский А.Л. Структурный анализ движущейся крови // Площадь поверхности и объем лейкоцитов // – М.: АН СССР, 1959, 475с.