

## ПРОБЛЕМА ЭНЕРГИИ КТ В МАГНИТОБИОЛОГИИ

Г. А. Тоноян, Б. В. Баласанян, А. Ш. Оганесян

*Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци  
Кафедра физики*

**Ключевые слова:** энергия КТ, МП – магнитное поле, МБЭ – агнитобиологический эффект, ЭМП – электромагнитное поле.

**В** наших предыдущих работах представлены некоторые физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы, в частности некоторое обсуждение проблемы тепловой энергии масштаба КТ.

На сегодня нет приемлемого, с точки зрения физики, понимания того, как слабые низкочастотные МП вызывают реакцию живых систем. Парадоксально, что такие поля способны менять скорость биохимических реакций, причем по типу резонанса. Физическая природа этого явления неясна, и это составляет одну из самых важных, если не основную, проблему магнитобиологии.

Известно, что отдельный акт химического превращения молекул требует иницирующего импульса с энергией КТ, т.е. теплового масштаба. Многие физики из тех, кто не занимается этой проблемой специально, задают себе вопрос, как тогда квант энергии низкочастотного МП, энергия которого на десять порядков меньше, может повлиять на этот процесс. Другая сторона этого вопроса связана с тем, что акт химического превращения с характерной энергией КТ локализован в микроскопическом объеме. Такая же, порядка КТ

энергия слабого МП (например, геомагнитного) содержится в объеме  $V$  что, на 12 порядков больше объема биологической клетки. Это легко найти из формулы для плотности энергии МП.

$$KT : \frac{1}{8\pi} \int H^2 dv$$

$K=138 \cdot 10^{-23}$  Дж/Моль постоянная Больцмана,  $H$  - напряженность магнитного поля

Как же собрать энергию по микроскопическому объему и передать ее на микроуровень. По широко распространенному мнению, эти вопросы как бы закрывают проблему, указывая на невозможность МБЭ. В то же время существуют и контраргументы к такой точке зрения.

Во-первых, известны нетермически активируемые реакции, например, ферментные, типа “ключ-замок”.

Во-вторых, само понятие кванта ЭМП в низкочастотном диапазоне имеет ограниченный смысл. При данной интенсивности МП адекватное физическое описание ЭМП дает уравнение Максвелла классической электродинамики.

В-третьих, к живым системам неприменимы понятия равновесной термодинамики, в частности, тепловой масштаб КТ. В термодинамически

равновесной системе энергия КТ есть средняя энергия теплового движения на одну динамическую переменную или, как говорят, на одну степень свободы. В неравновесной системе, в общем случае, отсутствуют объекты, которые могли бы быть охарактеризованы энергией КТ. С одной стороны, термодинамический фактор КТ надо учитывать. С другой стороны, ясно, что мы имеем дело с промежуточной областью, где, как указано [5], законы механики и принципы термодинамики теряют свою конструктивность, т.е. способность описывать явления и предсказывать их.

В-четвертых, две стороны вышеприведенного вопроса, сопоставляющие энергии КТ в одном случае квант поля, а в другом – плотность энергии поля, выделяют отдельные аспекты (в первом случае – частотный, во втором – мощностной) единой целостной сущности ЭМП.

Это указывает на логическую неполноценность вопроса.

Вероятно, есть и другие контраргументы. Существенно, однако, что они пока не привели к построению подходящего физического механизма магниторецепции.

Дискутируемый вопрос содержит в себе, на самом деле, два равно парадоксальных вопроса, а проблема биологического действия низкочастотных МП имеет два видимых аспекта:

1. Каков механизм преобразования сигнала слабого низкочастотного МП, приводящий к изменениям на уровне биохимического процесса масштаба КТ.

2. Каков механизм устойчивости, т. е. как столь малые воздействия не теряются на фоне тепловых возмущений среды с масштабом КТ.

“Проблема КТ”, сформулированная в этом виде, допускает подробный физический анализ.

**R**

**Ամփոփում**

**KT ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՊՐՈՔԼԵՄԸ ՄԱԳՆԻՍԱԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒ-ԹՅՈՒՆՈՒՄ**

**Գ.Ա.Տոնոյան, Բ.Վ.Բալասանյան, Ա.Շ.Հովհաննիսյան**

*Մ.Հերացու անվան Երևանի Պետական բժշկական համալսարան  
Բժշկական ֆիզիկայի ամբիոն*

Ներկայացված է մագնիսակենսաբանությունում KT էներգիայի պրոբլեմը: Ներկայումս ֆիզիկայի տեսանկյունից ընդունելի հասկացողություն չկա այն մասին, թե ինչպես է թույլ ցածրահաճախային մագնիսական դաշտը ռեակցիա առաջացնում կենդանի օրգանիզմում:

Պարադոքսալ է, որ այդպիսի դաշտերը ընդունակ են փոխելու կենսաքիմիական ռեակցիաների արագությունը, ընդ որում ռեզոնանսի տիպի: Այդ երևույթի ֆիզիկական բնույթը անհասկանալի է, և դա հանդիսանում է մագնիսակենսաբանության ամենակարևոր, եթե ոչ հիմնական պրոբլեմը:

Այդ հարցի մյուս կողմը այն է, որ քիմիական փոխարկումների ակտը “KT բնույթի էներգիայով” տեղայնացված է մակրոսկոպիկ ծավալում:

Ինչպես հավաքել էներգիան միկրոսկոպիկ ծավալից և հաղորդել մակրոմակարդակին: Զննարկվող հարցը իր մեջ ընդգրկում է երկու հավասար պարադոքսալ հարցեր: Ցածրահաճախային մագնիսական դաշտերի կենսաբանական ազդեցության պրոբլեմը ունի երկու տեսանելի տեսակետներ.

1. Ինչպիսի՞ն է թույլ ցածրահաճախային մագնիսական դաշտի ազդանշանի փոխակերպման մեխանիզմը, որը բերում է կենսաքիմիական պրոցեսների մակարդակի վրա KT փոփոխությանը:

2. Ինչպիսի՞ն է հավասարակշռության մեխանիզմը, այսինքն ինչպե՞ս այդքան փոքր KT մասշտաբով ազդեցությունը չի կորչում միջանկյալ ջերմային ազդեցության ֆոնի վրա:

“KT էներգիայի պրոբլեմը”, ձևակերպված այս տեսքով, թույլատրում է մանրակրկիտ ֆիզիկական անալիզ:

**Summary****KT ENERGY PROBLEM IN MAGNETOBIOLGY****G.A.Tonoyan, B.V.Balasanyan, A. Sh.Hovhannisyan***Yerevan State Medical University after M. Heratsi**Department of Medical Physics*

This paper presents the KT energy problem in magnetobiology.

Currently, from the physics point of view, there is no acceptable understanding of how weak low-frequency magnetic field creates reaction in a living organism.

It is paradoxical, that such fields are capable of changing the speed of biochemical reactions, moreover of resonance type. The physical nature of this phenomenon is incomprehensible, and this represents the most important, if not the main problem of magnetobiology.

The other aspect of this issue is that the act of chemical conversion, “with KT energy”, is localized in the macroscopic volume.

How can we collect the energy from microscopic volume and transmit it to the macro level? The issue under discussion involves two equally paradoxical questions, while the problem of the biological effect of low-frequency magnetic fields has two visible views:

1. What is the signal conversion mechanism of low-frequency magnetic field, which leads to KT change on the level of biochemical processes?
2. What is the balance mechanism, that is, how does such small KT scale effect not get lost amid intermediate heat noise.

“KT energy problem” formulated in this text allows for a detailed physical analysis.

**Литература**

1. Ross S. M. Bioelectromagnetics 11 27 (1990)
2. Blacman C. F., Banane S. G. House D. E. FASEB J. 1, 801 (1993)
3. Jenrow K. A., Smith C. H., Libof A. R. Bioelectromagnetics 16 106 (1995)
4. Proto F. Setal FASEB J. 9 801 (1995)
5. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Черневский Д. С. Математическая биофизика (М., Наука, 1984)