

УДК 577.359:167.7

DOI:

10.15372/PS20190205

**Д.С. Сердюков**

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ: ФИЛОСОФСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

В статье обсуждаются философские и методологические проблемы, которые имеют место при изучении явления генерации живыми организмами сверхслабых электромагнитных излучений и их регуляторной функции. Показано, как эти проблемы могут выступать ограничениями в исследовании данного феномена и его принятии научной общественностью.

*Ключевые слова:* живой организм; электромагнитное излучение; нетепловой эффект; парадигма; редукционизм; биодетектирование; воспроизводимость; первичные механизмы

**D.S. Serdyukov**

## **ELECTROMAGNETIC INTERACTIONS IN LIVING SYSTEMS: PHILOSOPHICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS**

The article discusses philosophical and methodological problems which arise when studying the phenomenon of the generation of superweak electromagnetic radiation by living organisms and its regulatory function. It is shown how these problems can act as limitations in the study of the phenomenon, as well as in its acceptance by the scientific community.

*Keywords:* living organism; electromagnetic radiation; non-thermal effect; paradigm; reductionism; biodetection; reproducibility; primary mechanisms

### **Биогенный электромагнетизм как слабоизученное и не до конца признанное явление**

С начала XX в. и по настоящее время продолжают накапливаться экспериментальные данные, свидетельствующие о существовании сверхслабых электромагнитных полей (ЭМП) в живых системах и об их регуляторной роли во внутри- и межклеточных взаимо-

действиях. Исследователями предпринимаются попытки строить на основе этих данных теории, призванные обосновать имеющиеся факты и предположения.

Накопленные сведения, подкрепляющие представление о существовании такого рода явлений, служат для формирования концепции взаимодействия структурных и функциональных элементов живых систем посредством генерации и восприятия эндогенных (или биогенных, т.е. формируемых самими живыми организмами) ЭМП. Изучение данного вопроса составляет часть исследования слабых взаимодействий и наиболее тесно связано с изучением биологических откликов на низкоинтенсивные экзогенные (внешние) ЭМП природного и искусственного характера. Изучение же биологических аспектов экзогенных полей является более зрелой сферой электромагнитобиологии, оно имеет относительно длительную историю и основано на обильном фактическом материале, хотя здесь также проявляется ряд сложно интерпретируемых феноменов, выступающих часто отражением нелинейности биологической системы [2; 6; 12; 16].

Само появление эндогенных ЭМП как феномена в принципе можно связывать уже с моментом возникновения живых существ, поскольку сами биологические молекулы с их заряженными группами, молекулярные комплексы, а также различного уровня сложности надмолекулярные структуры выступают в качестве генераторов сверхслабых ЭМП как в силу колебательно-вращательных переходов, так и в силу биохимических реакций, в ходе которых возможно фотонное излучение [6; 12; 13]. Основной вопрос, который для ортодоксальной биологии пока остается открытым, состоит в том, стоит ли рассматривать эти излучения в качестве полей, несущих для живой системы некую «информационную нагрузку», или же они суть побочный фактор «биохимии».

Сразу после обнаружения феноменов, позволяющих предполагать существование сверхслабых эндогенных ЭМП (в противоположность, к примеру, типичной биолюминесценции или достаточно сильным локальным полям, возникающим, в частности, при перекачке ионов через клеточные мембраны), исследователи стали предпринимать попытки к установлению и обоснованию их регуляторной функции, т.е. направленного влияния на биологические структурные компоненты и метаболические процессы. Данная функция подразумевает возможность низкоэнергетического, реали-

зующегося ниже порога включения защитных биологических механизмов взаимодействия поля с молекулярными и клеточными элементами и в принципе актуальна как для эндогенных, так и для экзогенных ЭМП нетепловой интенсивности. В свою очередь, подтверждение этой функции эндогенных ЭМП следует не только из данных, полученных в ходе экспериментов с сообщающимися исключительно по электромагнитному каналу живыми системами. Она также логически вытекает из множественности проявлений биологических эффектов слабых экзогенных ЭМП, что, как уже отмечалось выше, изучено в большей степени.

Началом эры исследований эндогенного электромагнетизма принято считать открытие А.Г. Гурвичем в 1923 г. эндогенных ЭМП, излучаемых растительными организмами [18]. И хотя сам факт существования слабых биогенных излучений был известен и ранее [21; 30], именно тогда была впервые показана их биорегуляторная функция. Гурвич назвал открытое им излучение «митогенетическими лучами» и считал, что оно играет роль формообразующего фактора в онтогенезе организма. Он отмечал, что «идея поля возникает из необходимости признания пространственных взаимоотношений между молекулами, не вытекающих из их ближнедействия» [5, с. 162]. По своим свойствам открытое ЭМП оказалось близко к ультрафиолетовому излучению чрезвычайно низкой интенсивности. Источниками же эндогенных фотонов А.Г. Гурвич полагал некие поддерживаемые энергией метаболизма ансамбли макромолекул, названные им «неравновесными молекулярными констелляциями», пространственная упорядоченность которых обусловлена векторным биологически полем, а любое нарушение метаболизма сопровождается высвобождением энергии из этих ансамблей, в том числе в виде ультрафиолетовых фотонов [5].

С того времени существование открытого А.Г. Гурвичем феномена было многократно подтверждено и изучалось на различных биологических объектах начиная от изолированных эукариотических клеточных органелл [14; 28] и бактерий [29; 32] и заканчивая эксплантами тканей млекопитающих [17] и организмом человека [20; 33]. Написаны теоретические работы, обобщающие накопленный фактический материал [15; 27; 31].

Несмотря на то что идея эндогенных регуляторных ЭМП была подхвачена многими биологами, у данного научного направления были и остаются свои противники, причем их большинство.

Так, например, скептицизм относительно биологических излучений выражен в работах Б.Н. Тарусова, который считал, что непосредственным источником наблюдаемых сверхслабых ЭМП являются свободнорадикальные реакции в клетках и это излучение не играет никакой функциональной роли, его интенсификация может лишь свидетельствовать о нарушении нормального хода биохимических процессов (см., например: [11]). Основным фундаментом для скептицизма, который начал формироваться практически сразу с открытием самого явления и во многом сохраняется по настоящий момент, является сложность интерпретации сигнальной функции слабых биогенных ЭМП с физической точки зрения. В частности А.С. Пресман отмечал, что возможную роль в живой природе естественных ЭМП нетепловой интенсивности большинство физиков всячески отвергают, уподобляя живые системы близким к ним по электрофизическим свойствам неживым объектам, взаимодействие которых с ЭМП обязательно должно носить энергетический характер и сопровождаться преобразованием электромагнитной энергии в тепловую. По утверждению сторонников такой позиции, естественные ЭМП для этого слабо подходят ввиду их недостаточной интенсивности [10]. Тем не менее к настоящему времени нетепловой эффект доказан многочисленными работами, самыми показательными из которых можно считать те, в которых рассматриваются реакции, соответствующие скорее охлаждению облучаемых объектов – как биологических [2], так и сугубо физических [7]. Другой аспект проблемы – это вопрос о том, чем обуславливается высокая помехоустойчивость эндогенных излучений низкой интенсивности в среде с высоким уровнем электромагнитного шума. Данный вопрос, как и многие другие, также постепенно начинает находить свое разрешение. В частности, в последнее время накапливаются прямые и косвенные подтверждения ранним предположениям о том, что электромагнитный коммуникационный канал может обеспечиваться за счет когерентности сверхслабого излучения [3; 26; 33].

Сегодня модель живого организма, электромагнитные взаимодействия внутри которого играют существенную роль, все чаще принимается при разрешении вопросов во многих проблемных областях биологической науки. Например, это понимание фолдинга белковых молекул: если исходить лишь из типичных геометрических и термодинамических построений, данный процесс невозможен в столь короткое время (обычно менее одной секунды), что фактически наблюдается *in vivo* [22].

Эволюция идеи об эндогенном электромагнетизме как важном элементе прежде всего в структуре биологических наук тесно сопряжена с развитием физической мысли и опирается на обобщение, анализ и интерпретацию экспериментальных фактов, получение которых, в свою очередь, связано с совершенствованием материально-технической базы. Многие полученные результаты пока еще носят феноменологический характер, и здесь физике, несомненно, еще предстоит сыграть свою ключевую роль в формировании прогностических физико-математических моделей, корректно и полно интерпретирующих накопленные в этой области данные.

Резюмируя, важно отметить, что само явление генерации живыми системами регуляторных ЭМП и их рецепция с последующей специфической биологической реакцией за практически 100-летний период их изучения не получили удовлетворительного объяснения. По сути, мы констатируем парадоксальность биологического действия и значимости для организмов слабых ЭМП, «которые по энергии далеко не сопоставимы с характерной энергией биохимических превращений» [2, с. 15]. Это приводит к неоднозначной реакции со стороны значительной части научного сообщества и, разумеется, вносит весомый вклад – как сугубо практического, так и концептуального толка – в изложенные ниже философские и методологические проблемы, связанные с данным научным направлением.

### **Проблема доминирующей парадигмы**

Даже по прошествии фактически столетия со дня открытия А.Г. Гурвичем биологических регуляторных ЭМП большинство современных ученых-биологов крайне скептически относятся к весьма существенной роли этого и многочисленных последующих в данной области открытий, придерживаясь в основном механистического подхода к описанию различного рода взаимодействий в живых системах и опираясь преимущественно на «химию жизни», оставляя вне должного внимания «физику жизни».

Разумеется, существующее положение обусловлено такими факторами, как низкая воспроизводимость результатов экспериментов, сложность их интерпретации и отсутствие адекватного физического базиса. Каждый из указанных моментов важен и заслуживает отдельного внимания, но представляется, что главная причина не-

приятия обсуждаемой здесь концепции кроется во многом в устоявшихся воззрениях. И в этом плане мы наблюдаем парадокс, который хорошо иллюстрируется словами Э.Н. Чирковой: «Своими колоссальными успехами физика XX века обязана именно открытию дуализма свойств, присущих всем видам материи. Однако, несмотря на фундаментальность открытого в физике закона, в теоретической биологии и практической медицине процессы и факты чаще всего рассматриваются статически, с учетом только корпускулярных свойств, без учета волновых свойств живой материи» [13, с. 31].

В связи с этим важно отметить, что, по сути, в настоящий момент в биологии сосуществуют две достаточно общие парадигмы, первая из которых, главенствующая, сводит процессы жизни сугубо к биохимии, а вторая, менее распространенная среди биологов, ставит биофизику как минимум на уровень, близкий по значимости с биохимией. В том или ином научном кругу привязка к конкретной парадигме явно прослеживается.

Классическим примером того, как ограничивается ход новой научной мысли в целом в электромагнитной биофизике, может выступать так называемая проблема  $kT$ : квант энергии слабого ЭМП на много порядков меньше характерной энергии единичного акта химических превращений порядка  $k_b T$  ( $k_b$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура по шкале Кельвина) [2; 12]. В соответствии с этим физики часто расценивают многочисленные наблюдения биологических эффектов сверхслабых ЭМП как артефакты. Получается, что «эти явления не просто не находят объяснения, они как бы противоречат современной научной картине мира» [2, с. 17], оставаясь фундаментальной научной проблемой.

Разумеется, можно утверждать, что господствующая парадигма успешно продолжает существовать по причине отсутствия «критической массы» аномалий по Т. Куну внутри той «нормальной» биологии, какую для большинства мы имеем сегодня. Однако необходимо признать, что наука, в том числе биологическая, часто вовсе не служит более углубленному пониманию устройства мира и повышению качества жизни человеческого общества, как должно быть в идеале. Более того, можно констатировать обострение этого явления за последнее столетие. Классический, даже избитый пример представляет фармация – комплекс научно-практических дисциплин, целиком и полностью опирающихся на постулат «жизнь и болезнь – это химия». Разумеется, концепции, подрывающие автори-

тет самой основы фармацевтической индустрии, не всегда и не для всех уместны. Или, например, военно-промышленный комплекс, зачастую занимающийся закрытыми разработками типов вооружений, базирующимися на «несуществующих» технологиях и, следовательно, на как бы несуществующих концепциях. Видится наиболее интересным и важным, что биофизика и биология в целом при ускоренной смене своих господствующих парадигм теоретически могут привести к пересмотру самого определения жизни, а это обстоятельство выводит искусственное вмешательство в поддержание существующих концепций на принципиально иной уровень, в некоторой степени, помимо прочего, подпитывая уже установленные идеологические принципы.

Обобщая сказанное, логично заявить, что утверждение об отсутствии всякой искусственности в сохранении господствующих парадигм в биологии *de facto* должно быть жестко отвергнуто. Отсюда же закономерно следует предположение о множественности сосуществующих парадигм по принципу «знание – сила»: каждая парадигма базируется на том или ином знании, но в обществе, в т. ч. научном, уровень знаний (или принятых знаний) по той или иной проблематике среди его представителей распределен неравномерно, соответственно, и сосуществующие парадигмы дифференцируются по их прогрессивности, т.е. степени соответствия истине. И здесь уместно вспомнить слова В.И. Вернадского: «...Господствующее научное мировоззрение данного времени – не есть *maximum* раскрытия истины данной эпохи» [4, с. 230–231].

Таким образом, господствующая в биологии парадигма в отношении биогенного электромагнетизма, вероятно, как и многие другие, имеет механизмы своего искусственного поддержания, глубинные причины которого могут носить достаточно сложный характер. К сожалению, приходится констатировать, что данный факт часто не принимается во внимание, а плоды официальной науки принято считать а priori верхом научно-технического прогресса.

### **Проблема редукционных подходов**

Данная проблема тесно связана с проблемой доминирующей парадигмы и может рассматриваться как ее производная. Наличие в живых системах ЭМП практически всех частотных диапазо-

нов, их генерация и нелинейное восприятие через различные структурные и функциональные элементы разного уровня организации и в целом очень сложный биологический ответ на такие излучения в очередной раз дают понять, что живой организм – крайне сложно устроенная система. Тем не менее биология, в особенности наиболее современные ее ветви, которым в то же время в наибольшей степени свойственны физикализм и механицизм, – молекулярная биология и биохимия, продолжает «разбирать на части» эту систему, пытаясь, таким образом, работать на самых фундаментальных и, следовательно, *de jure* приоритетных уровнях. При этом ученые чаще исследуют отдельные элементы системы как сугубо вещественные структуры, исключая удаленное нехимическое (полевое) взаимодействие. На фоне этого часто прослеживается игнорирование холистичности биологических систем. Надо признать, что при этом многие ключевые вопросы биологии, такие как природа целостности, природа упорядоченности развития, до сих пор остаются открытыми.

Осознавая всю сложность, а во многом и антинаучность крайне противоположных друг другу виталистических подходов, здесь уместно вспомнить более приемлемый для современной биологической науки эмерджентный подход [25], в рамках которого специфика жизни определяется как качественный скачок, происходящий в процессе физико-химической организации. Можно предположить, что эндогенные поля играют в этом ключевую роль, формируясь в живых клетках физико-химическими структурами и процессами и в то же время оказывая на них свое влияние. Они же могут иметь принципиальное значение в таком антиредукционистском подходе, как органицизм [19], приближая нас к ответу на вопрос о том, какие же механизмы лежат в основе формирования целостного организма. Кроме того, полных оснований для отказа от самой идеи витализма пока нет (лишь создание искусственных живых систем *de novo* сможет радикально повлиять на ситуацию), и эндогенным ЭМП в этом случае, возможно, присуща некая более фундаментальная роль. Помимо вышеупомянутых альтернативных редукционному подходов к пониманию биологических процессов важно отметить зародившиеся в середине прошлого столетия кибернетические подходы в биологии [34], которые претендуют на разрешение сложившихся противоречий. Однако эндогенные ЭМП, которые, по сути, могут выполнять существенную, если не главную,

управленческую информационную функцию, пока, к сожалению, чаще остаются вне поля зрения сторонников этих подходов.

### **Проблема использования методов биодетектирования**

Крайне высокая чувствительность живых систем к ЭМП различной интенсивности и с различными иными характеристиками свидетельствует о том, что живой организм можно рассматривать в качестве высокочувствительного «детектора» таких излучений. И хотя при первых успешных попытках исследования биологических ЭМП уже применялись технические методы детекции (например, в работе [30]), надо признать, что на всем протяжении изучения данного явления превалировало применение методов биодетектирования, когда в роли датчиков использовались живые объекты как аналогичных, так и иных биологических видов в сравнении с исследуемыми «излучателями» [3; 5; 8; 27]. При этом ответные реакции организмов-детекторов на слабые электромагнитные сигналы проявлялись в изменении хорошо фиксируемых параметров жизнедеятельности, таких как темпы клеточной пролиферации, макро- и микроморфологические изменения, экспрессия отдельных генов и проч. Использование же для этих задач прямых физических методов оставалось крайне ограниченным ввиду недостаточного потенциала имевшейся на тот или иной момент материально-технической базы.

В настоящее время метод биодетектирования не потерял своей значимости. Суть же описываемой здесь проблемы заключается в том, что и в наши дни возможности физического инструментария часто уступают возможностям биодетектирования в отношении чувствительности приема сверхслабых сигналов. Кроме того, «живые детекторы» исходя из особенностей их сложных, часто очень специфичных ответных реакций позволяют в той или иной степени косвенно характеризовать биогенные излучения и выносить суждения об их информационной функции, что, в свою очередь, подразумевает модуляцию этих ЭМП. В то же время определить это технически удастся далеко не всегда. Так, например, суждения о коллективной упорядоченности эндогенных ЭМП, вытекающие из их свойств, наблюдаемых в многочисленных экспериментах с биодетектированием, далеко не сразу нашли прямое (т.е. с применением технических детекторов) экспериментальное подтверждение,

и до настоящего момента соответствующие исследования немногочисленны [26; 33].

Можно констатировать, что пока практически нет жестких эмпирических доказательств, которые бы свидетельствовали о существовании вполне специфических мишеней для слабых регуляторных ЭМП в клетках или за их пределами, или же количество таких доказательств очень скудно. Более того, предполагается, что мишенями могут выступать первичные акцепторы разных типов. Последнее обстоятельство в совокупности с многостадийностью восприятия сигнала клетками и ответа на него (по аналогии с усилением, реализованным в технических схемах) в общих чертах проясняет причину высокой чувствительности живых систем к слабым электромагнитным факторам. В то же время предполагаемая множественность первичных физических мишеней, их динамичность и динамичность последующих звеньев в развитии ответной реакции выступают на стороне специфичности живых организмов как детекторов ЭМП, порой очень трудно поддающейся интерпретации.

Становится понятно, что данная проблема переплетается с проблемой редукционизма в биологии: слабые «отголоски» такой сложной системы, как живая клетка (или иная биологическая структура), способна воспринять система, близкая к ней по уровню организованности, и сам ответ на излучение носит системный характер. Решение этой проблемы прямо упирается в целом в состояние аналитического инструментария в физике, а точнее, в приборные возможности фиксации и характеристики (полной и всесторонней) слабых электромагнитных сигналов. Если же рассматривать проблему более локально, то логично отметить, что развитие соответствующей биофизической теории будет способствовать конструированию физических приборов, более адаптированных к детектированию и анализу биогенных излучений. Использованию же в качестве детекторов биологических объектов должна отводиться все более второстепенная роль.

### **Проблема низкой воспроизводимости**

По сути, данную проблему можно переформулировать как проблему качества проводимых экспериментов. Прочитируем слова В.Н. Бинги: «Встречается мнение: если результаты лабораторных

исследований трудно воспроизводимы, значит, они некачественны. Здесь имеет место подмена тезиса: аргументация построена на подмене понятия воспроизводимости понятием качества эксперимента» [2, с. 35]. Применительно к эндогенным ЭМП, как и в целом к электромагнитобиологии, эта проблема напрямую связана с невозможностью полного воспроизведения всех факторов эксперимента, особенно в разных лабораториях, а это провоцирует подрыв идеалов научности в данной области исследований. Однако «недостаток научности свойствен каждому сравнительно молодому научному направлению и этот недостаток не означает какой бы то ни было псевдонаучности» [2, с. 574]. Слабое понимание вовлеченных в эксперимент процессов также играет свою отрицательную роль в попытках учесть все критические факторы эксперимента.

Здесь важно также понимать особенность биологических объектов, которая заключается в том, что каждый их единичный представитель всегда отличен от другого, а это накладывает условность даже на параллельные, жестко синхронизированные эксперименты. Но даже если принять равенство исследуемых индивидуумов, то сама гетерогенность живой системы, которая определяет ее сложно предсказуемое поведение в тех или иных условиях, также отрицательно влияет на воспроизводимость. «Очень проблематично поставить эксперимент, в котором интересующие исследователя процессы были бы отделены от сопутствующих, взаимосвязанных явлений, особенно тогда, когда представления об этих процессах и явлениях находятся на стадии формирования» [9, с. 121].

С учетом всей многофакторности генерации живыми системами ЭМП с теми или иными физическими параметрами (что, в принципе, относится и к восприятию внешних полей низкой интенсивности) проблема воспроизводимости предстает как само собой разумеющееся явление в данной области знаний, в целом понятное биологам, но провоцирующее известный скептицизм в среде физиков.

Естественно, для решения данной проблемы необходимо прежде всего принять тезис: при постановке экспериментов по исследованию эндогенного электромагнетизма малозначимых факторов просто-напросто нет. Многие факторы, которые можно расценивать как несущественные при проведении более традиционных в биологии «химико-вещественных» исследований, в случае «физико-полевых» экспериментов часто оказываются роковыми. Это, в свою очередь, не только вызывает необходимость в более скрупу-

лезной экспериментальной работе, но и требует большего количества повторений опытов.

### Проблема «черного ящика»

Существование сверхслабых эндогенных ЭМП и их регуляторной функции теснейшим образом сопряжено со способностью биологических систем к генерации и рецепции таких излучений. И хотя при детектировании и анализе этих полей многократно показано, что их свойства сильно зависят от параметров жизнедеятельности исследуемых живых объектов, связующее звено между тем или иным метаболическим актом и детектируемым электромагнитным «эхом» во многом остается *terra incognita*. Имеем типичную ситуацию «черного ящика», которая в более общем виде может быть обозначена так: «...Эмпирические исследования нередко принимают вид выявления причинно-следственной связи между воздействующим фактором и изменением какой-либо наблюдаемой характеристики. При этом вне зоны внимания остаются не наблюдаемые явно механизмы реализации такой связи» [9, с. 125]. И здесь также применимы уже указанные выше ограничения: «проблемы могут возникнуть из-за того, что изучаемые биологические процессы имеют принципиально иную природу, выходящую за рамки существующей научной картины мира» [9, с. 123]. Но даже без пересмотра фундаментальных концепций в отношении живого «нередко неприменимы критерии линейного приближения или других, хорошо зарекомендовавших себя в физике, аппроксимаций» [9, с. 123].

Характеризуя обсуждаемую здесь проблему, в качестве примера можно привести ситуацию с далеко не до конца понятыми механизмами генетического кодирования, т.е., по сути, «ящиком»: на входе ген, на выходе признак. Вопрос о том, насколько эндогенные ЭМП вовлечены в процесс реализации закодированной в ДНК информации, остается открытым. В частности, с учетом высокой чувствительности живых систем к слабым ЭМП [2; 6; 12; 16] особый интерес представляют данные в пользу того, что молекулы ДНК могут проявлять свойства лазерно-активной среды и служить источником таких низкоинтенсивных ЭМП [1; 26]. Особого внимания заслуживают работы нобелевского лауреата Л. Монтанье [23; 24], результаты которых свидетельствуют не только о генерации

в определенных условиях электромагнитных волн молекулами ДНК и о возможности модуляции этих излучений последовательностью нуклеотидов, но и о восприятии таких волн водными, в том числе живыми, системами. По сути, заявлено о передаче генетической информации посредством ЭМП. Если признать успешность проводимых Монтанье и его коллегами экспериментов, то революционность этих работ сложно переоценить.

В целом, уместно сказать, что в большинстве своем накопленные к настоящему моменту экспериментальные данные отражают результаты исследования живых систем на макроуровне. Работы на уровне отдельных молекул, их конгломератов или биохимических реакций пока крайне немногочисленны. Это существенно влияет на успешность попыток отразить физику первичных процессов генерации клетками ЭМП, а также их рецепции и сигнальной трансдукции.

### **Заключение**

Рассмотренные кратко представления об электромагнитных взаимодействиях в живых организмах и сопряженные с ними философские и методологические проблемы, показывают обсуждаемое явление как реальный, но малоизученный фактор существования любого живого организма от бактерий до человека. Сложившаяся, во многом запутанная ситуация провоцирует вполне обоснованное негодование у большей части биологического и физического научных сообществ и ведет к формированию ложного статуса «лженаука» по отношению к соответствующим научным областям. Безусловно, природа биогенных излучений есть один из важнейших предметов современной биофизики. Исследование этой природы еще переживает свое детство, а дальнейшее ее углубленное понимание будет выстраивать все более ясные представления о соотношении вещественных и полевых взаимодействий в живых системах.

### **Литература**

1. Агальцов А.М., Гаряев П.П., Горелик В.С., Раматуллаев И.А., Щеглов В.А. Двухфотонно-возбуждаемая люминесценция в генетических структурах // Квантовая электроника. – 1996. – Т. 23, № 2. – С. 181–184.

2. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики. – М.: Физматлит, 2011. – 592 с.
3. Будаговский А.В. Дистанционное межклеточное взаимодействие. – М: НИЛЦ «Техника», 2004. – 104 с.
4. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
5. Гурвич А.Г. Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей. – М.: Наука, 1991. – 288 с.
6. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.
7. Ильенков Р.Я., Прудников О.Н., Тайченачев А.В., Юдин В.И. Квантовая теория лазерного охлаждения: статистическое описание динамики процесса // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2016. – Т. 150, Вып. 1(7). – С.5–17.
8. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. – Новосибирск: Наука, 1985. – 180 с.
9. Попова С.С. Методологическая специфика биофизического эксперимента // Философия науки. – 2012. – №2(53). – С. 121–131.
10. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 287 с.
11. Тарусов Б.Н., Иванов И.И., Петрусевич Ю.М. Сверхслабое свечение биологических систем. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967. – 70 с.
12. Федоров В.И., Попова С.С. Нижний терагерцевый диапазон электромагнитных волн и реакция на него биологических объектов разных уровней организации // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2006. – № 2. – С. 3–19.
13. Чиркова Э.Н. Иммуноспецифичность волновой информации в живом организме. – М.: Новый Центр, 1999. – 304 с.
14. Ba'tianov A.P. Distant-optical interaction of mitochondria through quartz // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 1984. – Vol. 97(6). – P. 675–677.
15. Cifra M., Fields J.Z., Farhadi A. Electromagnetic cellular interactions // Progress in Biophysics and Molecular Biology. – 2011. – Vol. 105, No 3. – P. 223–246.
16. Funk R.H.W., Monsees T., Ozkucur N. Electromagnetic effects – From cell biology to medicine // Progress in Histochemistry and Cytochemistry. – 2009. – Vol. 43, No 4. – P. 177–264.
17. Galantsev V.P., Kovalenko S.G., Moltchanov A.A., Prutskov V.I. Lipid peroxidation, low-level chemiluminescence and regulation of secretion in the mammary gland // Experientia. – 1993. – Vol. 49, No 10. – P. 870–875.
18. Gurwitsch A.G. Die Natur des spezifischen Erregers der Zellteilung // Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsmechanik. – 1923. – Bd. 100 (1/2). – P. 11–40.
19. Haldane J.S. Organism and Environment as Illustrated by the Physiology of Breathing. – New Haven: Yale University Press. 1917.
20. Kobayashi M., Kikuchi D., Okamura H. Imaging of ultraweak spontaneous photon emission from human body displaying diurnal rhythm // PLOS ONE. – 2009. – Vol. 4, No 7. – P. e6256.
21. Ludwig E. Radiation from yeast // Wochenschrift für Brauerei. – 1918. – Bd. 35, Nr. 4. – S. 19–20.
22. Meijer D.K.F., Geesink H.J.H. Guided folding of life's proteins in integrate cells with holographic memory and GM-biophysical steering // Open Journal of Biophysics. – 2018. – Vol. 8. – P. 117–154.
23. Montagnier L., Aissa J., Del Giudice E., Lavallee C., Tedeschi A., Vitiello G. DNA waves and water // Journal of Physics: Conference Series. 2011. Vol. 306. P. 012007.

24. *Montagnier L., Del Giudice E., Aissa J., Lavallee C., Mutschwiller S., Capolupo A., Polcari A., Romano P., Tedeschi A., Vitiello G.* Transduction of DNA information through water and electromagnetic waves // *Electromagnetic Biology and Medicine*. – 2014. – Vol. 34, No 2. – P. 106–112.
25. *Morgan C.L.* Emergent evolution. – London: Williams and Norgate. – 1923.
26. *Popp F.A., Nagl W., Li K.H., Scholz W., Weingrner O., Wolf R.* New evidence for coherence and DNA as source // *Cell Biophysics*. – 1984. – Vol. 6, No 1. – P. 33–52.
27. *Prasad A., Rossi C., Lamponi S., Pospisil P., Foletti A.* New perspective in cell communication: Potential role of ultra-weak photon emission // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 2014. – Vol. 139. – P. 47–53.
28. *Rahnama M., Tuszyński J.A., Bokkon I., Cifra M., Sardar P., Salari V.* Emission of mitochondrial biophotons and their effect on electrical activity of membrane via microtubules // *Journal of Integrative Neuroscience*. – 2011. – Vol. 10, No 1. – P. 65–88.
29. *Reguera G.* When microbial conversations get physical // *Trends in Microbiology*. – 2011. – Vol. 19, No 3. – P. 105–113.
30. *Scheminzyk F.* Photographischer nachweis von emanationen bei biochemischen prozessen // *Biochemische Zeitschrift*. – 1916. – Bd. 77. – S. 13–16.
31. *Trushin M.V.* Distant non-chemical communication in various biological systems // *Rivista di Biologia*. – 2004. – Vol. 97, No 3. – P. 409–442.
32. *Trushin M.V.* Studies on distant regulation of bacterial growth and light emission // *Microbiology*. – 2003. – Vol. 149. – P. 363–368.
33. *Van Wijk R., Van Wijk E.P., Bajpai R.P.* Photocount distribution of photons emitted from three sites of a human body // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 2006. – Vol. 84, No 1. – P. 46–55.
34. *Wiener N.* *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine*. – Paris: Hermann & Cie Editeurs; Cambridge, MA: The Technology Press; New York: John Wiley & Sons, 1948. – 194 pp.

## References

1. *Agaltsov, A.M., P.P. Garyaev, V.S. Gorelik, I.A. Ramatullaev & V.A. Shcheglov.* (1996). Dvukhfotonno-vozbuzhdaemaya lyuminescentsiya v geneticheskikh strukturakh [Two-photon-excited luminescence in genetic structures]. *Kvantovaya elektronika [Quantum Electronics]*, 23 (2), 181–184.
2. *Bingi, V.N.* (2011). Printsipy elektromagnitnoy biofiziki [Principles of Electromagnetic Biophysics]. Moscow, Fizmatlit Publ., 592.
3. *Budagovskiy, A.V.* (2004). Distantionnoye mezhkletchnoe vzaimodeystvie [Distant Intercellular Interaction]. Moscow, Research and Production Laser Center «Tehnika», 104.
4. *Vernadsky, V.I.* (2004). Biosfera i noosfera [Biosphere and Noosphere]. Moscow, Ayris-Press, 576.
5. *Gurvich, A.G.* (1991). Printsipy analiticheskoy biologii i teorii kletochnykh poley [Principles of Analytical Biology and the Theory of Cell Fields]. Moscow, Nauka Publ., 288.
6. *Devyatkov, N.D., M.B. Golant & O.V. Betskiy.* (1991). Millimetrovye volny i ikh rol v protsessakh zhiznedeyatel'nosti [Millimeter Waves and Their Role in Processes of Vital Activity]. Moscow, Radio i Svyaz Publ., 168.
7. *Ilyenkov, R.Ya., O.N. Prudnikov, A.V. Taychenachev & V.I. Yudin.* (2016). Kvantovaya teoriya lazernogo okhlazhdeniya: statisticheskoye opisanie dinamiki protsessa

[Quantum theory of laser cooling: a statistical description of the dynamics of the process]. *Zhurnal eksperimental'noy i teoreticheskoy fiziki* [Journal of Experimental and Theoretical Physics], Vol. 150, Iss. 1(7), 5–17.

8. *Kaznacheev, V.P. & L.P. Mikhailova.* (1985). *Bioinformatsionnaya funktsiya estestvennykh elektromagnitnykh poley* [Bioinformation Function of Natural Electromagnetic Fields]. Novosibirsk, Nauka Publ., 180.

9. *Popova, S.S.* (2012). Metodologicheskaya spetsifika biofizicheskogo eksperimenta [Methodological specificity of the biophysical experiment]. *Filosofiya nauki* [Philosophy of Science], 2 (53), 121–131. (In Russ.)

10. *Presman, A.S.* (1968). *Elektromagnitnye polya i zhivaya priroda* [Electromagnetic Fields and Nature]. Moscow, Nauka Publ., 287.

11. *Tarusov, B.N., I.I. Ivanov & Yu.M. Petrusevich.* (1967). *Sverkhslaboe sveschenie biologicheskikh sistem* [Superweak Luminescence of Biological Systems]. Moscow, Moscow University Press, 70.

12. *Fedorov, V.I. & S.S. Popova.* (2006). *Nizhnii teragertsevyy diapazon elektromagnitnykh voln i reaktsiya na nego biologicheskikh ob'ektov raznykh urovney organizatsii* [Lower terahertz range of electromagnetic waves and the response to it of biological objects of different levels of organization]. *Millimetrovye volny v biologii i meditsine* [Millimeter Waves in Biology and Medicine], 2, 3–19.

13. *Chirkova, E.N.* (1999). *Immunospetsifichnost volnovoy informatsii v zhivom organizme* [Immunospecificity of Wave Information in a Living Organism]. Moscow, Novyy Tsentr Publ., 304.

14. *Bai'yanov, A.P.* (1984). Distant-optical interaction of mitochondria through quartz. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 97(6), 675–677.

15. *Cifra, M., J.Z. Fields & A. Farhadi.* (2011). Electromagnetic cellular interactions. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Vol. 105, No. 3, 223–246.

16. *Funk, R.H.W., T. Monsees & N. Ozkucur.* (2009). Electromagnetic effects – From cell biology to medicine. *Progress in Histochemistry and Cytochemistry*, Vol. 43, No. 4, 177–264.

17. *Galantsev, V.P., S.G. Kovalenko, A.A. Moltchanov & V.I. Prutskov.* (1993). Lipid peroxidation, low-level chemiluminescence and regulation of secretion in the mammary gland. *Experientia*, Vol. 49, No. 10, 870–875.

18. *Gurwitsch, A.G.* (1923). Die Natur des spezifischen Erregers der Zellteilung. *Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsmechanik*, 100 (1/2), 11–40.

19. *Haldane, J.S.* (1917). *Organism and Environment As Illustrated by the Physiology of Breathing*. New Haven, Yale University Press, ???.

20. *Kobayashi, M., D. Kikuchi & H. Okamura.* (2009). Imaging of ultraweak spontaneous photon emission from human body displaying diurnal rhythm. *PLoS One*, Vol. 4, No. 7, e6256.

21. *Ludwig, E.* (1918). Radiation from yeast. *Wochenschrift für Brauerei*, Bd. 35, Nr. 4, 19–20.

22. *Meijer D.K.F. & H.J.H. Geesink.* (2018). Guided folding of life's proteins in integrate cells with holographic memory and GM-biophysical steering. *Open Journal of Biophysics*, 8, 117–154.

23. *Montagnier, L., J. Aissa, E. Del Giudice, C. Lavallee, A. Tedeschi & G. Vitiello.* (2011). DNA waves and water. *Journal of Physics: Conference Series*, 306, 012007.

24. *Montagnier, L., E. Del Giudice, J. Anssa, C. Lavallee, S. Motschwiller, A. Capolupo, A. Polcari, P. Romano, A. Tedeschi & G. Vitiello.* (2014). Transduction of DNA information through water and electromagnetic waves. *Electromagnetic Biology and Medicine*, Vol. 34, No. 2, 106–112.

25. *Morgan, C.L.* (1923). *Emergent Evolution*. London, Williams and Norgate, xii+313.
26. *Popp, F.A., W. Nagl, K.H Li., W. Scholz, O. Weingrtner & R. Wolf.* (1984). New evidence for coherence and DNA as source. *Cell Biophysics*, Vol. 6, No. 1, 33–52.
27. *Prasad, A., C. Rossi, S. Lamponi, P. Pospisil & A. Foletti.* (2014). New perspective in cell communication: Potential role of ultra-weak photon emission. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 139, 47–53.
28. *Rahnama, M., J.A. Tuszyński, I. Bokkon, M. Cifra, P. Sardar & V. Salari.* (2011). Emission of mitochondrial biophotons and their effect on electrical activity of membrane via microtubules. *Journal of Integrative Neuroscience*, Vol. 10, No. 1, 65–88.
29. *Reguera, G.* (2011). When microbial conversations get physical. *Trends in Microbiology*, Vol. 19, No. 3, 105–113.
30. *Scheminzky, F.* (1916). Photographischer Nachweis von emanationen bei biochemischen prozessen. *Biochemische Zeitschrift*, 77, 13–16.
31. *Trushin, M.V.* (2004). Distant non-chemical communication in various biological systems. *Rivista di Biologia*, Vol. 97, no. 3, 409–442.
32. *Trushin, M.V.* (2003). Studies on distant regulation of bacterial growth and light emission. *Microbiology*, 149, 363–368.
33. *Van Wijk, R., E.P. Van Wijk & R.P. Bajpai.* (2006). Photocount distribution of photons emitted from three sites of a human body. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, Vol. 84, No. 1, 46–55.
34. *Wiener, N.* (1948). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, Hermann & Cie Editeurs; Cambridge, MA: The MIT Press; New York, John Wiley & Sons, 194.

### Информация об авторе

*Сердюков Данил Сергеевич* – инженер-исследователь Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики СО РАН» (10, 630090, Новосибирск, просп. Ак. Лаврентьева, 10); младший научный сотрудник Института лазерной физики СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Ак. Лаврентьева, 15Б); аспирант Новосибирского национального исследовательского государственного университета (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, e-mail: Rna5s120@yandex.ru).

### Information about the author

*Serdyukov Danil Sergeevich* – Research Engineer at Federal Research Center "Institute of Cytology and Genetics of the SB RAS" (10, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia); Junior Researcher at the Institute of Laser Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (15B, Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia); Graduate Student at Novosibirsk National Research State University (1, Pirogov st., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: Rna5s120@yandex.ru).

Дата поступления 01.10.2018