

УДК 62-93

UDC 62-93

05.00.00. Технические науки

Engineering

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИПОТЕЗ
МЕХАНИЗМОВ ВОЗДЕЙСТВИЙ
АКУСТИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ
НА ОБРАБАТЫВАЕМУЮ ЖИДКОСТЬ**

**ANALYSIS OF EXISTING HYPOTHESES OF
MECHANISMS OF INFLUENCES OF
ACOUSTIC AND MAGNETIC FIELDS ON
TREATED LIQUID**

Оськин Сергей Владимирович

д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 2746-7547

kgauem@yandex.ru

*Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина, Краснодар,
Россия*

Oskin Sergey Vladimirovich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code: 2746-7547

kgauem@yandex.ru

*Kuban State Agrarian University
named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

Коржаков Алексей Валерьевич

к.т.н., доцент

*Адыгейский государственный университет, Майкоп,
Республика Адыгея, Россия*

Korzhakov Alexey Valeryevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Profes-
sor

*Adyghe State University, Maikop, the Republic of
Adygeya, Russia*

Лойко Валерий Иванович

д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ

РИНЦ SPIN-код: 7081-8615

*Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия*

Loiko Valery Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Honoured
scientific Worker of the Russian Federation

RSCI SPIN-code: 7081-8615

*Kuban State Agrarian University named after I. T.
Trubilin, Krasnodar, Russia*

Коржакова Светлана Александровна

к.с.н., доцент

Korzhakova Svetlana Aleksandrovna

Candidate of Sociology, Associate professor

Коржаков Валерий Евгеньевич

к.т.н., доцент

*Адыгейский государственный университет, Майкоп,
Республика Адыгея, Россия*

Korzhakov Valery Evgenievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Profes-
sor

*Adyghe State University, Maikop, the Republic of
Adygeya, Russia*

В статье сопоставляются различные гипотезы, объясняющие механизмы воздействия магнитного поля с различными характеристиками на жидкости, физико-химические и биологические системы. Физические воздействия, вызывающие специфическую биологическую активность воды (магнитная обработка воды, получение талой воды, дегазирование и пр.) приводят воду в метастабильные или отличные от равновесного состояния. Вода привлекает внимание исследователей как вероятный универсальный посредник в передаче сигналов электромагнитного поля на биологический уровень. Вода участвует в разнообразных химических и метаболических реакциях, поэтому возникает вопрос о способности изменения свойств воды и растворов под действием полей различной природы: электромагнитного поля с различными частотами, с различными комбинациями ориентации полей (параллельное постоянное и переменное магнитное поле, наклонные поля, вращающиеся магнитные поля, близкие к нулю магнитные поля, электрические поля). В основе существующих методов об-

The article compares various hypotheses that explain the mechanisms of the influence of the magnetic field with different characteristics on liquids, physico-chemical and biological systems. Physical effects that cause specific biological activity of water (magnetic treatment of water, production of thawed water, degassing, etc.) make water be metastable or non-equilibrium states. Water attracts the attention of researchers as a likely universal mediator in the transmission of electromagnetic field signals to the biological level. Water is involved in a variety of chemical and metabolic reactions, so the question about the ability to change the properties of water and solutions under the influence of fields of different nature: an electromagnetic field with different frequencies, with different combinations of field orientations (parallel constant and variable magnetic field, slope fields, rotating magnetic fields, magnetic fields close to zero and electric fields) arises. At the heart of existing methods for treating liquids lie methods that use the energy of the acous-

работки жидкостей лежат способы, использующие энергию акустического и магнитного полей, а также комплексные способы воздействия электромагнитного поля в сочетании с термическим нагревом, изменением давления и т.д. Проведённый анализ существующих гипотез о механизмах воздействий полей различной природы на обрабатываемую жидкость позволяет выдвинуть гипотезу о возможности совместного влияния акустического и магнитного поля на жидкость посредством акусто-магнитного аппарата

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АКУСТО-МАГНИТНЫЙ АППАРАТ, МАГНИТОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДУ, ОБРАБОТКА ЖИДКОСТИ ПОЛЯМИ

tic and magnetic fields, as well as complex methods of influencing the electromagnetic field in combination with thermal heating, pressure change, etc. The analysis of existing hypotheses about the mechanisms of the influences of fields of a different nature on the treated liquid makes it possible to put forward a hypothesis about the possibility of the joint influence of the acoustic and magnetic fields on the liquid by means of the acoustic and magnetic device

Keywords: ACOUSTIC AND MAGNETIC DEVICE, MAGNETIC BIOLOGICAL EFFECT, MECHANISMS OF INFLUENCE OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD ON WATER, TREATING OF LIQUID BY FIELDS

Doi: 10.21515/1990-4665-130-017

Актуальность исследования

В настоящее время существует целый ряд гипотез, пытающихся объяснить механизм действия электромагнитного поля на физико-химические и биологические системы. В научной литературе наиболее часто обсуждаются следующие из них: кластерная, ядерного магнитного резонанса, параметрического магнитного резонанса, модуляции под действием электромагнитного поля скорости потока взаимодействующих частиц, стохастического и циклотронного резонанса и т.д. Первоначально усилия исследователей были направлены на исследования действия электромагнитного поля на химические реакции. Если электромагнитное поле может изменять скорости химических реакций, то, следовательно, оно способно влиять на биологические объекты, так как химические реакции определяют рост клеток, преобразование энергии в форму пригодную для разных биологических процессов, кодирование генетической информации [3].

Постановка и решение задачи.

Проведённый анализ существующих гипотез механизмов воздействий полей различной природы на обрабатываемую жидкость позволяет выдвинуть гипотезу о возможности совместного влияния акустического и магнитного поля на жидкость посредством акусто-магнитного аппарата.

Анализ существующих гипотез механизмов воздействий акустических и магнитных полей на обрабатываемую жидкость.

В.Н. Бинги в своей работе «Магнитобиология: эксперименты и модели» рассмотрел большой ряд экспериментальных работ различных авторов и выявил области исследования биологических систем в электромагнитных полях. По его мнению, исследователи наблюдают поведение биологических систем в электромагнитных полях с частотами $f = 1$ Гц; $f = 1 \div 100$ Гц; $f = 10^2 + 10^3$ Гц; $f = 1 \div 10^6$ Гц; $f = 10^2 + 10^3$ МГц; $f > 1$ ГГц. Также исследователи используют различные комбинации и ориентации полей: параллельное постоянное и переменное магнитное поле, наклонные поля, вращающиеся магнитные поля, близкие к нулю магнитные поля, электрические поля, также и в комбинации с магнитными полями, параллельные магнитные поля и перпендикулярные электрические поля, импульсы и пачки импульсов магнитных полей различной формы, с низкочастотной модуляцией электромагнитные поля, движение биосистем в измененном магнитном поле, низкочастотные магнитные поля сверхмалой (< 1 кТл) интенсивности, электромагнитные излучения сверхмалой интенсивности[7].

Известна точка зрения, согласно которой в основе механизма биологического действия низкочастотных магнитных полей лежит магниточувствительный процесс рекомбинации свободных радикалов, присутствующих в биологических тканях. Этот процесс зависит от состояния электронных спинов радикалов, вступающих в реакцию. Состояние спинов, в свою очередь, зависит от магнитного поля. Однако, пока нет надёжных экспериментальных данных, подтверждающих такой механизм магниторецепции, в основном причина состоит в том, что этот механизм не обладает свойством частотной избирательности и чувствителен лишь к абсолютной величине магнитного поля. Факт магниторецепции сам по себе, таким образом, не указывает на обязательное участие спинов, – существуют и дру-

гие, не связанные со спинами, объяснения магнитобиологического эффекта [7].

Исследователи (Смит и др.) многократно проверяли гипотезу о том, что действующим фактором при облучении биологических систем низкочастотным магнитным полем являются вихревые электрические токи, индуцируемые переменным магнитным полем в биологических тканях. Полк показал, что вихревые токи также могут вызвать электрохимические эффекты за счет перераспределения зарядов [26].

Многие авторы связывают биологическое действие магнитного поля с измененными состояниями воды [12,19,22,13].

Изменение состояний происходит вследствие воздействия внешних полей на воду и передается далее на биологический уровень за счет участия воды в разнообразных метаболических реакциях. На сегодня неясно, что именно в жидкой воде могло бы быть мишенью действия магнитного поля. Предполагали [11], что часть ионов кальция в воде образует гексааквакомплексы с октаэдрической координацией молекул воды (по кислороду). Комплексы, в свою очередь, замкнуты в более сложные структуры, размер полости которых соответствует размеру комплексов. Это как бы обеспечивает относительную устойчивость конструкций. Магнитное поле сдвигает равновесие в сторону связывания свободного кальция в комплексы и, таким образом, влияет на биологическую сигнализацию. В [22] на основании исследования низкочастотных спектров электропроводности воды обсуждали устойчивые водно-молекулярные ассоциаты, обладающие свойством памяти на электромагнитное воздействие. Устойчивые структурные изменения в воде наблюдали в [15] по спектрам люминесценции и связывали с наличием в воде дефектов разного типа с характерными центрами излучения.

В минимальной степени магнитные свойства проявлены у диамагнетиков. Они приобретают магнитный момент, направленный преимуще-

ственно против магнитного поля. Практически все вещества, из которых состоит живая ткань, в частности, молекулы воды, жиров, белков, углеводов в основном состоянии диамагнитны. Диамагнетизм является следствием квантовых свойств молекул. Электронные облака, окружающие ядро атома или молекулы, представляют собой кольцевые области повышенной электропроводности. Рост потока магнитного поля через такие области индуцирует в них электрический ток, который и создает противоположно направленное магнитное поле, ослабляющее внешний поток. Существование диамагнетизма, общего явления, часто вызывает вопрос, не может ли оно лежать в основе хотя бы части магнитобиологических эффектов [7].

Кузнецов и Ванаг в [14] рассмотрели различные варианты упорядоченных молекулярных структур из одинаково ориентированных анизотропных молекул и пришли к выводу, что поля, превышающие 1–10 Тл, могли бы вызывать заметную ориентацию и, следовательно, биологический отклик. Конечно, механизм ориентации диамагнитных молекул и их комплексов не в состоянии объяснить биологические эффекты слабых магнитных полей.

В ряде случаев биологические эффекты слабых магнитных полей имеют резонансный характер, причем эффективные частоты, как первоначально установлено в [25,26], близки к циклотронным частотам ионов Ca^{2+} , Na^+ и др. Это позволило предположить, что циклотронный резонанс лежит в основе наблюдаемых явлений. Появление идеи циклотронного резонанса в магнитобиологии связывают с именем Либова из Оклендского университета (США). Тема такого резонанса в магнитобиологии развивалась разными авторами, но не получила признания из-за невозможности корректного физического обоснования. Вместе с тем, этими экспериментами была показана существенная роль ионов, особенно Ca^{2+} в магнитобиологии. Около 12 % работ по электромагнитобиологии содержат обсуждения роли ионов и 9 % роли кальция [7].

В работе [21] впервые было показано, что некоторые параметры движения заряда, в частности иона Ca^{2+} , в комбинированном магнитном поле зависят от отношения амплитуды переменного и величины постоянного магнитного поля. Очевидно, что модель неприменима к реальным условиям движения ионов в биологических структурах. Несмотря на это, наличие амплитудных и частотных окон эффективности магнитного поля в модели, которые удачно соответствовали окнам, наблюдаемым в эксперименте, указывало на перспективность поиска механизмов магнитно-биологического эффекта, связанных с динамикой ионов. Леднев предположил, что динамика ионов, заключенных в связывающих полостях некоторых белков, также могла бы следовать закономерностям параметрического резонанса атомной системы.

На сегодня нет приемлемого с точки зрения физики понимания того, как слабые низкочастотные магнитные поля 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. Многие физики, не занимающиеся этой проблемой специально, задают себе вопрос, ставший уже почти риторическим: «Отдельный акт химического превращения молекул требует инициирующего импульса с энергией порядка chem , то есть, теплового масштаба. Как же квант энергии низкочастотного магнитного поля, энергия которого на десять порядков меньше, может повлиять на этот процесс?» Другая форма этого вопроса апеллирует к тому, что акт химического превращения с характерной энергией кТ локализован в микроскопическом объеме. Такая же, порядка кТ , энергия слабого магнитного поля H , например, геомагнитного, содержится в объеме V на двенадцать порядков большем (соответствует объему биологической клетки) [7]. Как же собрать энергию по макроскопическому объему и передать ее на микроуровень? По широко

распространенному мнению, эти вопросы как бы закрывают проблему, указывая на невозможность магнитобиологического эффекта. В то же время существуют и контраргументы к такой точке зрения. Во-первых, известны нетермические активируемые реакции, например, ферментативные, типа «ключ–замок». Во-вторых, само понятие кванта электромагнитного поля в низкочастотном диапазоне имеет ограниченный смысл. При данной интенсивности магнитного поля адекватное физическое описание электромагнитного поля дают уравнения Максвелла классической электродинамики. В-третьих, к живым системам неприменимы понятия равновесной термодинамики, в частности тепловой масштаб kT . В термодинамической равновесной системе энергия kT 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 kT . С одной стороны, термодинамический фактор kT надо учитывать. С другой стороны ясно, что мы имеем дело с промежуточной областью, где, как указано в [17], законы механики и принципы термодинамики «...теряют свою конструктивность, то есть, способность описывать явления и предсказывать их.» В-четвертых, две формы вышеприведенного вопроса, сопоставляющие энергии kT в одном случае квант поля, а в другом плотность энергии поля, выделяют отдельные аспекты, в первом случае — частотный, во втором — амплитудный, единой целостной сущности электромагнитного поля. Это указывает на логическую неполноценность вопроса. Вероятно, есть и другие контраргументы. Существенно, однако, что они пока не привели, — и счет пошел уже на десятки лет, — к построению подходящего физического механизма магнитоцепции [7].

Где и в каком виде хранится та информация, что поступает от магнитного поля на самой первой стадии? Только в случае конструктивного ответа можно было бы признать смысл в идее информационности магнит-

ного поля. По-видимому, единственный способ сохранить информацию о магнитном поле состоит в том, чтобы преобразовать ее в состояние микро-частиц(ы) в подходящей биофизической системе, если, конечно, такое хранение не противоречит каким-либо другим принципам. Альтернативы этому утверждению пока не видно. Таким образом, эти рассуждения со всех сторон сходятся на необходимости изучения динамики микрочастиц в магнитном поле. Эта тема выглядит давно и хорошо изученной. Оказывается, тем не менее, что квантовая динамика достаточно тяжелых частиц, таких как ионы, в сочетании с нелинейными свойствами биофизических систем приводят к ряду особенностей в динамике таких систем. Ими можно с успехом объяснять биологическое действие слабых низкочастотных магнитных полей [7].

К физическим воздействиям, вызывающим специфическую биологическую активность воды, относятся магнитная обработка воды, получение талой воды, дегазирование и др. В зависимости от ситуации, природа биологической активности воды связана, например, с очень малым содержанием растворенных газов после дегазирования, с сохранением в воде льдоподобных микрокластеров после оттаивания и т.п. Во всех случаях биологическая активность воды возникает как следствие пребывания воды в метастабильных (отличных от равновесного) состояниях, независимо от природы этих состояний. Вода давно привлекает внимание исследователей как вероятный универсальный посредник в передаче сигналов электромагнитного поля на биологический уровень. Биологическое действие электромагнитного поля связывают в этом случае с измененными состояниями воды [12,8,9,4,6,18,27,22,13,10,23]. Изменение состояния происходит вследствие воздействия внешних полей на воду и передается далее на биологический уровень за счет участия воды в разнообразных метаболических реакциях. Интересно, может ли вода меняться под действием слабых полей, запоминать магнитную предысторию, и что тогда в воде могло бы быть

мишенью действия электромагнитного поля. В работе автора [6] ядерные спины протонов воды рассматривались как первичные мишени для магнитного поля. Они взаимодействуют своими магнитными моментами с внешним магнитным полем и одновременно участвуют в спин-орбитальном взаимодействии с состояниями пространственных степеней свободы. Гипотеза состояла в том, что особенные квантовые состояния протонов метастабильны и способны влиять на скорость образования и распада структурных ассоциатов в воде [5], биохимических процессов.

При протекании электрического тока через жидкую среду в ней могут возникать конвекционные потоки, которые способны привести к перераспределению содержащихся в ней веществ, что может явиться причиной изменения электрохимических реакций, происходящих на границе раздела жидкость-электрод. Энергия взаимодействия иона, находящегося в растворе со слабым электрическим полем, обычно пренебрежимо мала по сравнению с тепловой энергией.

Электромагнитное поле может существенно влиять на ориентацию больших асимметричных молекул, обладающих дипольными моментами, что может повлиять на стерический фактор. Молекулы могут ориентироваться в магнитном поле в направлении более или менее благоприятном для реакции, что увеличивает и уменьшает соответственно вероятность благоприятного соударения [3].

В статье автора Александрова и др., [2] предложен механизм ионизации молекул воды в магнитном поле при резонансе электромагнитных процессов: «При значительной силе взаимодействия между вектором напряжённости внешнего магнитного поля и вектором магнитного момента электрона, сопоставимой с величиной силы воздействия потенциала ионизации, может произойти отрыв электрона от ядра, т.е. ионизация атома. Это возможно в том случае, если каким-то образом в отдельных частях пространства происходит концентрирование энергии магнитного поля. В

первую очередь, это возможно в условиях частотного резонанса плоскости орбиты электрона (частоты Лармора) с частотой дополнительного внешнего переменного магнитного поля.... Оказывается, при циркуляции водного раствора через постоянное магнитное поле может самопроизвольно возникать переменное электромагнитное поле, если в циркулирующем водном растворе имеются заряды в виде ионов или другие заряженные частицы.» Этим же автором предложен механизм ионизации молекул воды в магнитном поле при равномерном распределении энергии поля, заключающийся в следующем: «Для теоретического обоснования механизма магнитной активации воды нами принята концепция активации воды, заключающаяся в ионизации атомов водорода молекул воды под действием магнитного поля. При разложении молекул воды на ионы H^+ и OH^- велика вероятность выделения газообразного водорода из воды и обогащения ее отрицательно заряженными ионами OH^- , что приведет к увеличению параметра pH. Все это формирует эффект активации воды в магнитном поле. Влияние внешнего магнитного поля на атомы водорода молекулы воды осуществляется через его взаимодействие с электронами атомов под действием силы Лоренца. Когда магнитное поле отсутствует, на электрон действует электрическая сила F_e притяжения его ядром, играющая роль центробежной силы».

Одним из возможных кооперативных механизмов воздействия электромагнитного поля низкой интенсивности на биологические и физико-химические системы может быть диссипативный резонанс. Диссипативный резонанс — это явление нарастания колебаний под действием внешних периодических сил за счет образования в системе структуры порядка. Диссипативный резонанс представляет собой частный случай более общего класса процессов самоорганизации в диссипативных структурах, отличительной особенностью которого является квазипериодический характер изменения некоторых параметров системы. Простейшая модельная систе-

ма, в которой наблюдается диссипативный резонанс, представляет собой одномерную струну с расположенными на ней случайным образом одинаковыми частицами. При этом частицы имеют возможность перемещаться вдоль неё.

Способность биологических объектов поддерживать постоянство внутриклеточной среды при изменяющихся внешних условиях, а также адекватно реагировать на стимулы, в значительной мере обусловлена функционированием кооперативных систем с пороговым реагированием [16].

В настоящее время ультразвуковые методы все более широко применяются в медицине и ветеринарии. При этом соображения безопасности стимулируют постоянное снижение интенсивности диагностического ультразвука при разработке новых методов, а для увеличения информативности и разрешающей способности ультразвуковых методов требуется применение коротковолнового (высокочастотного) ультразвука. Однако с повышением частоты увеличивается поглощение ультразвука тканями, и для визуализации внутренних органов необходим достаточно интенсивный ультразвук, обеспечивающий уверенный приём отраженного от глубоколежащих тканей сигнала. Поиск компромисса привел к использованию в диагностике либо непрерывного ультразвука относительно низкой частоты (1...2 МГц) и невысокой интенсивности (меньше 0,05 Вт/см²), либо импульсного высокочастотного (до 10 МГц), мощного (до 500 Вт/см²) ультразвука с короткой длительностью импульса (2...5 мкс) и невысокой частотой их чередования (1 Гц). Несмотря на высокую интенсивность в импульсе, усреднённая по времени и пространству интенсивность в этом случае не превышает тысячной доли Вт/см². Вероятность возникновения кавитации в таких условиях пренебрежимо мала [1].

Заключение

Предложенный ряд гипотез для объяснения механизма действия полей различной физической природы на физико-химические и биологические системы, не позволяет описать полностью все явления взаимодействия биологических систем с электрическим, магнитным и акустическим полем.

В основе существующих методов обработки жидкостей лежат способы, использующие энергию акустического и электромагнитного поля, а также комплексные способы воздействия электромагнитного поля в сочетании с термическим нагревом, изменением давления и т.д.

Проведённый анализ существующих гипотез механизмов воздействий акустических и электромагнитных полей на обрабатываемую жидкость подтверждают выдвинутую гипотезу о совместном влиянии акустического и магнитного поля на жидкость посредством акусто-магнитного аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Акоюн Б.В. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии: Учеб. пособие / Ершов Ю.А. Под ред. С.И. Шукина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 224 с.: ил. – (Биомедицинская инженерия в техническом университете).
- 2 Александров Б.Л., Александров А.Б., Красавцев Б.Е., Симкин В.Б., Цатурян А.С. Экспериментальное и теоретическое обоснование воздействия электромагнитного поля на воду // Научные труды VI Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», ISBN 5-86456-007-3, СПб, 2012, – С.1, www.biophys.ru/archive/congress2012/proc-p1.pdf 1983.
- 3 Барнс Ф.С. Влияние электромагнитных полей на скорость химической реакции. // Биофизика. 1996. Т.41. Вып. 4. С.790-797.
- 4 Бинги В. Н. Индукция метастабильных состояний воды. — Препринт №.3, МНТЦ ВЕНТ, Москва. — 1991. — 35 с.
- 5 Бинги В. Н. «Токовые» состояния протона в воде // Журнал физической химии. — 1991. — Т. 65, № 7. — С. 2002 – 2008.
- 6 Бинги В. Н. Биоманитные корреляции и гипотеза токовых состояний протона в воде // Биофизика. — 1992. — Т. 37, № 3.— С. 596 – 600.
- 7 Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели. М., «МИЛТА», 2002. – 592 с.

8 Девятков Н. Д. Взаимодействие миллиметрового излучения с биологически активными соединениями и полярными жидкостями // Радиотехника и электроника. — 1978.—Т. , № 9.— С. 1882 – 1890.

9 Н. Д. Девятков, В. Я. Кислов, В. В. Кислов и др. Обнаружение эффекта нормализации функционального состояния внутренних органов человека под воздействием активированной миллиметровым излучением воды // Миллиметровые волны в биологии и медицине.— 1996. — Ноябрь. — Т. , №8. — С.5 – 68.

10 Катин А. Я. Длительность влияния воды, заряженной миллиметровым воздействием, на организм человека // Миллиметровые волны в биологии и медицине. — 1996. — Ноябрь. — Т. , № 8. — С. 63 – 64.

11 Кикучи Е. Ультразвуковые преобразователи /Перевод с английского И.П. Голяминой. – М.: Мир, 1972. - 424с.

12 Кисловский Л. Д. О возможном молекулярном механизме влияния солнечной активности на процессы в биосфере // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. — Москва: Наука, 1971. — С. 147 –164.

13 Конюхов В. К., Логвиненко В. П., Тихонов В. И. Разделение воды на спин-модификации и определение времени спин-конверсии молекул воды // Краткие сообщения по физике ФИАН. — 1995. — Т. , №5 – 6. — С. 83 – 86.

14 Кузнецов А. Н., Ваняг В. К. Механизмы действия магнитных полей на биологические системы //Известия АН СССР, серия биологическая.—1987.— №6.— С. 814 – 827.

15 Лобышев В. И., Рыжиков Б. Д., Шихлинская Р. Э. Особенности люминесценции воды, обусловленные полиморфизмом ее структур // Вестник МГУ, серия Физика. Астрономия.—1995.—Т. 36, № 2.— С. 48 – 54.

16 Макеев В.М. Стохастический резонанс и его возможная роль в живой природе. //Биофизика. 1993. Т.38. Вып.1. С. 194-200.

17 Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. — Москва: Наука, 1984. — 304 с.

18 Ayrapetyan S. N. Magnetic fields alter electrical properties of solutions and their physiological effects / S. N. Ayrapetyan, K. V. Grigorian, A. S. Avanesyan, K. V. Stamboltsian // Bioelectromagnetics. — 1994. — Vol. 15. — Pp. 133 – 142.

19 Binhi V. N. Biomagnetic correlations and the hypothesis of current states of proton-water // Biofizika.—1992.—Vol. 37, no. 3.—Pp. 596–600.

20 Briiner H., Rindfleisch H., Uber die biologische Wirkung von Ultraschall, Naturwiss., 34, 347 (1947).

21 Chiabrera A. Electric and magnetic field effects on ligand binding to the cell membrane / A. Chiabrera, B. Bianco, F. Caratozzolo et al. // Interaction Between Electromagnetic Fields and Cells / Ed. by A. Chiabrera, C. Nicolini, H. Schwan.—New York: Plenum, 1985.—Pp. 253–280.

22 E. E. Fesenko. Preliminary microwave irradiation of water solutions changes their channel-modifying activity / E. E. Fesenko, V. I. Geletyuk, V. N. Kazachenko, N. K. hemeris // FEBS Lett. — 1995. — Vol. 366. — Pp. 49 – 52.

23 Goldsworthy A., Whitney H., Morris E. Biological effects of physically conditioned water // Water Res. — 1999. — Vol. 33, no. 7. — Pp. 1618 – 1626.

24 Lednev V. V. Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems // Bioelectromagnetics —1991.—Vol. 12.—Pp. 71–75.

25 Liboff A. R. Geomagnetic cyclotron resonance in living cells // J. Biol.Phys. — 1985.—Vol. 13, no. 4.—Pp. 99–102.

26 Liboff A.R., Smith S.D., McLeod B.R. Experimental evidence for ion cyclotron resonance mediation of membrane transport // Mechanistic Approaches to Interactions of

Electric and Electromagnetic Fields with Living Systems / Ed. by M. Blank, E. Findl.—New York: Plenum, 1987. — Pp. 109–132.

27 Polk C. Physical mechanisms by which low-frequency magnetic fields can affect the distribution of counterions on cylindrical biological cell surfaces // *J. Biol. Phys.*—1986.— Vol. 14, no. 1.— Pp. 3-8.

References

1 Akopjan B.V. Osnovy vzaimodejstvija ul'trazvuka s biologicheskimi ob'ektami: Ul'trazvuk v medicine, veterinarii i jeksperimental'noj biologii: Ucheb. posobie / Ershov Ju.A. Pod red. S.I. Shhukina. — M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2005. — 224 s.: il. — (Biomedicinskaja inzhenerija v tehničeskom universitete).

2 Aleksandrov B.L., Aleksandrov A.B., Krasavcev B.E., Simkin V.B., Caturjan A.S. Jeksperimental'noe i teoreticheskoe obosnovanie vozdejstvija jelektromagnitnogo polja na vodu // *Nauchnye trudy VI Mezhdunarodnogo kongressa «Slabye i sverhslabye polja i izluchenija v biologii i medicine»*, ISBN 5-86456-007-3, SPb, 2012, — C.1, www.biophys.ru/archive/congress2012/proc-p1.pdf 1983.

3 Barns F.S. Vlijanie jelektromagnitnyh polej na skorost' himicheskoj reakcii.// *Biofizika*. 1996. T.41. Vyp. 4. S.790-797.

4 Bingi V. N. Indukcija metastabil'nyh sostojanij vody. — Preprint №3, MNTC VENT, Moskva. — 1991. — 35 s.

5 Bingi V. N. «Tokovye» sostojanija protona v vode // *Zhurnal fizicheskoj himii*. — 1991.— T. 65, № 7. —S. 2002 – 2008.

6 Bingi V. N. Biomagnitnye koppeljacie i gipoteza tokovyh sostojanij protona v vode // *Biofizika*. — 1992. — T. 37, № 3.— S. 596 – 600.

7 Bingi V.N. Magnitobiologija: jeksperimenty i modeli. M., «MILTA», 2002. — 592 s.

8 Devjatkov N. D. Vzaimodejstvie millimetrovogo izluchenija s biologicheski aktivnymi soedinenijami i poljarnymi zhidkostjami // *Radiotekhnika i jelektronika*. — 1978.—T. , № 9.— S. 1882 – 1890.

9 N. D. Devjatkov, V. Ja. Kislov, V. V. Kislov i dr. Obnaruzhenie jeffekta normalizacii funkcional'nogo sostojanija vnutrennih organov cheloveka pod vozdejstviem aktivirovannoj millimetrovym izlucheniem vody // *Millimetrovye volny v biologii i medicine*.— 1996. — Nojabr'. — T. , №8. — S.5 – 68.

10 Katin A. Ja. Dlitel'nost' vlijanija vody, zarjazhennoj millimetrovym vozdejstviem, na organizm cheloveka // *Millimetrovye volny v biologii i medicine*. — 1996. — Nojabr'. — T. , № 8. — S. 63 – 64.

11 E.Kikuchi. Ul'trazvukovye preobrazovateli./Perevod s anglijskogo I.P. Goljaminaj. — M.: Mir, 1972. - 424s.

12 Kislovskij L. D. O vozmozhnom molekularnom mehanizme vlijanija solnečnoj aktivnosti na processy v biosfere // *Vlijanie solnečnoj aktivnosti na atmosferu i biosferu Zemli*. — Moskva: Nauka, 1971. — S. 147 –164.

13 Konjuhov V. K., Logvinenko V. P., Tihonov V. I. Razdelenie vody na spin-modifikacii i opredelenie vremeni spin-konversii molekul vody // *Kratkie soobshhenija po fizike FIAH*. — 1995. — T. , №5 – 6. — S. 83 – 86.

14 Kuznecov A. N., Vanag V. K.Mehanizmy dejstvija magnitnyh polej na biologicheskie sistemy // *Izvestija AN SSSR, serija biologicheskaja*.—1987.— №6.— S. 814 – 827.

15 Lobyshev V. I., Ryzhikov B. D., Shihlinskaja R. Je. Osobennosti luminescencii vody, obuslovlennye polimorfizmom ee struktur // *Vestnik MGU, serija Fizika. Astronomija*.—1995.—T. 36, № 2.— S. 48 – 54.

16 Makeev V.M. Stohaticheskij rezonans i ego vozmozhnaja rol' v zhivoj prirode. //Biofizika. 1993. T.38. Vyp.1. S. 194-200.

17 Romanovskij Ju.M., Stepanova N.V., Chernavskij D.S. Matematicheskaja biofizika. — Moskva: Nauka, 1984. — 304 s.