

## Воздействие слабых магнитных полей на биологическую активность водной фазы

Э. М. Трухан<sup>1,а</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет),  
141700, г. Долгопрудный Московской обл., Институтский переулок, д. 9

E-mail: <sup>а</sup> bioph@pop3.mipt.ru

*Получено 31 марта 2008 г.*

Обнаружено, что вода, предварительно активированная векторным потенциалом, изменяет подвижность внесенных в нее инфузорий, скорость сбраживания сахара дрожжами и свою привлекательность для питья мышей. Показано также изменение некоторых физических параметров после активации воды: УФ-спектра поглощения и состояния примеси кремнезема в воде. Высказано предположение, что вода является первичной мишенью при воздействии слабых электромагнитных полей на биологические объекты.

Ключевые слова: электромагнитное поле, водная фаза

### Impact of weak electro-magnetic fields on biological activity of water phase

E. M. Trukhan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Institutskii pereulok 9, 141700, Dolgoprudny, Moscow Region, Russia*

**Abstract.** — It was found that water preliminary activated by a vector potential changes mobility of infusoria, rate of sugar fermentation in yeast cells and is more attractive for drinking for mice. Modifications of certain physical characteristics of water (UV absorbtions spectrum and state of a silica admixture) was also discovered. It was supposed that water is the primary target for weak electro-magnetic fields impact on biological objects

Key words: electro-magnetic field, water phase

Citation: *Computer Research and Modeling*, 2009, vol. 1, no. 1, pp. 101–108 (Russian).

## Введение

В последние годы отчетливо обозначилась проблема поиска физического механизма биологического действия слабых электромагнитных полей и излучений. Эти факторы внешнего воздействия, слабые в энергетическом смысле, способны иногда оказывать достаточно сильное воздействие на состояние или поведение биологического объекта. Такие свойства характерны для информационных воздействий, при которых интенсивность реакции объекта соразмерна не столько энергии фактора воздействия, сколько информационной значимости его для объекта и той доли энергии метаболизма, которая вовлекается в формирование его ответной реакции. Экспериментальные факты в этой области исследований множатся, а перспективные теоретические подходы к выявлению биофизических механизмов этих явлений пока не найдены. Многие остроумные гипотезы о первичных механизмах действия слабых полей и излучений, использующие предполагаемые уникальные свойства живого организма или клетки, все более теряют свою привлекательность с ростом числа экспериментальных работ, в которых показано, что многие наблюдаемые биологические эффекты могут быть воспроизведены при предварительном воздействии на воду (точнее, на водную систему с растворенными в ней солями и газами) и при последующем воздействии обработанной воды на биологический объект. Это подкрепляет часто высказываемые предположения о том, что именно водная компонента живого объекта может быть первичной мишенью воздействия слабых электромагнитных полей и излучений.

Недавно обнаруженная нами биологическая активность векторного потенциала электромагнитного поля расширяет класс биологически активных слабых (в энергетическом смысле) физических факторов [1, 2].

Векторный потенциал,  $\mathbf{A}$ , впервые появился в физике в середине XIX в. усилиями ряда ученых (М. Фарадея, В. Вебера, Ф. Неймана, У. Томсона, Г. Кантора, Д. Максвелла) как качественная, а затем и количественная характеристика деформационного электротонического напряжения эфира, ответственного за взаимодействие токов [3]. Впоследствии после появления уравнений Максвелла за векторным потенциалом укрепилось представление как о вспомогательной математической величине, облегчающей вычисление магнитного и электрического полей (а именно: индукция магнитного поля  $\mathbf{B} = \text{rot}\mathbf{A}$ ) и не претендующей на самостоятельный физический смысл [4]. Однако после идеи, высказанной в 1959 г. Аароновым и Бомом [5], стало возможным вернуться к рассмотрению векторного потенциала как субстанции, имеющей самостоятельное физическое значение и способное оказывать непосредственное воздействие на физические процессы, в том числе и тогда, когда в месте расположения объекта воздействия  $\text{rot}\mathbf{A} = 0$ , т. е. магнитного поля нет. Такой магнитный векторный потенциал получил название «безполевого» [6]. Физический механизм действия векторного потенциала основан на том, что, входя в уравнение Шредингера, он изменяет фазу  $\psi$ -функции частицы и влияет на пространственное распределение амплитуды волновой функции, если она складывается из нескольких когерентных компонент. Это важное обстоятельство подробно обсуждается Р. Фейнманом в его знаменитых лекциях [7], но почти полностью игнорируется в нашей отечественной литературе. Экспериментально это явление наглядно проявляется в эффекте Ааронова–Бома в виде смещения полос электронной плотности на экране при интерференции электронных волн от двух щелей в вакууме [8]; в периодическом изменении суммарного тока с ростом приложенного  $\mathbf{A}$  при интерференции параллельных токов через микрополукольца в проводнике при низких температурах [9]; в эффекте Джозефсона при туннелировании электронных пар сквозь тонкий зазор между двумя сверхпроводниками [7]. Эти физические явления обнаружены экспериментально и уже находят практическое применение [9–11].

Обнаруженная биологическая активность векторного потенциала удивительно похожа на активность других слабых полей и излучений, найденную во многих лабораториях, в том числе и в нашей [12]. Это побуждает предположить, что все указанные виды воздействия слабых полей и излучений могут иметь общую первичную мишень воздействия. Теоретические соображе-

ния о квантово-физическом механизме воздействия векторного потенциала на молекулярные объекты [1, 13] говорят о возможности воздействия его на структуру водной системы в качестве первичной мишени воздействия. Поэтому представляет принципиальный интерес экспериментальное изучение воздействия векторного потенциала на воду и простейшие водные растворы как важный шаг в обобщении проблемы биологической активности слабых физических полей. В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований, проводившихся в течение нескольких лет с разными соавторами, и в первую очередь с участием трагически погибшего В. Н. Аносова.

## Экспериментальные исследования

В качестве лабораторного источника векторного потенциала использовалось устройство, описанное в [1, 13]. Устройство состоит из специально расположенных в виде тора самарий-кобальтовых постоянных магнитов с индукцией 150 мТ и создает замкнутый локализованный поток магнитной индукции, вне которого имеется область «безполевого» (безроторного) векторного потенциала, теоретически лишенная магнитного поля. Расчетная максимальная величина векторного потенциала, создаваемого в «дырке бублика», составляет  $3,5 \cdot 10^{-4}$  Т. м, измеренное остаточное магнитное поле рассеяния, проникающее в эту область из-за неточности сборки устройства, составляет величину в несколько долей мТ. В дополнительных контрольных опытах устройство помещалось в специальный стальной экран, ослабляющий остаточное магнитное поле вне него в десятки раз, но не изменяющий величину векторного потенциала. Эти опыты показали, что остаточное поле не влияет на получаемые результаты. Так как результирующая величина векторного потенциала в объеме испытуемого образца является суперпозицией исходного векторного потенциала в данном месте природного происхождения и нашим лабораторным источником, то в экспериментах всегда использовалась одинаковая (а именно, вертикальная) ориентация дополнительного векторного потенциала. Наблюдаемый эффект по отношению к «контролю» являлся, в сущности, реакцией объекта на *вариацию* векторного потенциала.

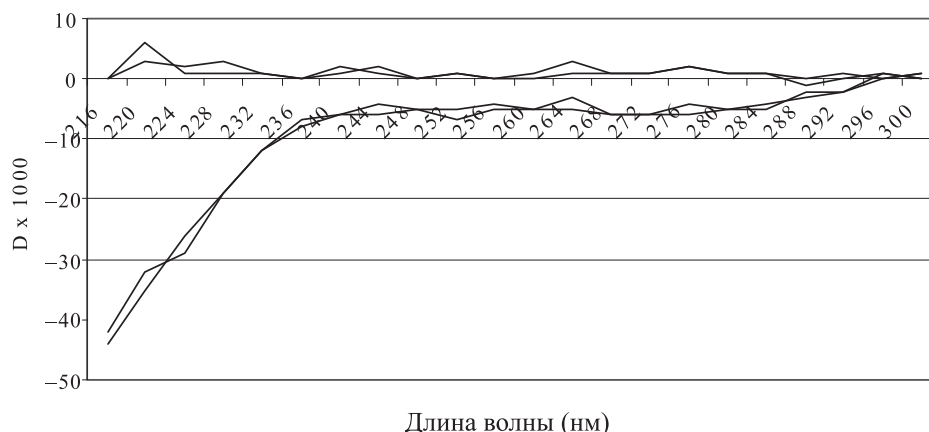
В работе использовалась вода высокой очистки («Миллипор», удельное сопротивление 18,2 Мом. см при 20 °С) с добавкой при необходимости солевых компонентов, в отдельных случаях — кипяченая или отстоянная водопроводная вода.

В опытах применялись два типа обработки водной пробы: стационарный и кинетический. В первом случае проба воды в стеклянной колбе выдерживалась в течение 0,5–1 часа непосредственно над источником векторного потенциала. Расчетная величина дополнительного векторного потенциала при этом лежала в пределах  $(0,5–1) \cdot 10^{-4}$  Т. м. Во втором случае свободно текущая струя воды в стеклянной трубке пропусклась через область максимума лабораторного векторного потенциала. При этом время пребывания водной пробы в этой области составляло 40–50 мсек.

Основной целью экспериментальных исследований на данном этапе была верификация изменений физико-химических и биологических свойств водной среды под действием безроторного векторного потенциала. В работе регистрировались изменения оптической плотности, электропроводности, адгезии, теплоемкости, вязкости, органолептических свойств воды, а также скорости некоторых химических и биохимических реакций в ней. Большинство результатов и соответствующие экспериментальные методики описаны в [1, 2, 13–18]. Приведем некоторые из них.

На рис. 1 приведено изменение спектра поглощения физраствора (0,9 % раствор NaCl в дистилляте) после 20-минутной экспозиции его в безполевым векторном потенциале.

Отчетливо видно уменьшение оптической плотности обработанной воды в области  $\lambda < 290$  нм, особенно выраженное при  $\lambda < 240$  нм. Воздействие векторного потенциала на чистый дистиллят приводит к увеличению поглощения в этой спектральной области. Так как поглощение «чистой» воды, находящейся в равновесии с окружающей газовой атмосферой, в УФ-диапазоне ( $\lambda \leq 220$  нм) обусловлено в основном растворенным кислородом, то эти наблюдения свидетельствует об изменении состояния или концентрации кислорода в воде. В свою очередь, это может быть связано с изменением молекулярной структуры водной среды.



**Рис. 1.** Дифференциальный спектр оптического поглощения двух идентичных кювет с физраствором. Две верхние кривые — повторы контрольной записи дифференциального спектра до воздействия источника векторного потенциала. Две нижние кривые — повторные записи после 20-минутной экспозиции одной из кювет в поле векторного потенциала

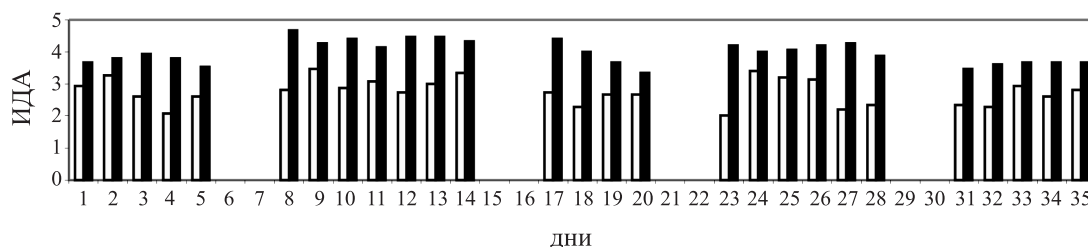
Другое свидетельство изменений физико-химических свойств воды получено при наблюдении за состоянием кремнезема в воде. Кремнезем (различные формы  $\text{SiO}_2$ ) всегда присутствует в водной среде и живых тканях [19]. При этом он может быть в двух формах: мономерной (это  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) или полимерной, образующей гель. В крови человека концентрация кремнезема составляет 0,0008 %, причем его состояние в плазме крови больше зависит от атмосферных условий, чем от других факторов жизни. Поэтому, полагая, что вариации векторного потенциала в наших экспериментах отчасти имитируют параметры метеоусловий, можно было ожидать изменения состояния кремнезема в пробе воды при вариации векторного потенциала. Действительно, измерение концентрации мономера кремнезема методом Айлера [19] выявило уменьшение доли мономерной формы в обработанной воде на 5–6 % от ее исходной величины. Если принять в соответствии с [19], что в обычной воде в полимерной форме содержится 5–10 % всего кремнезема, то полученное уменьшение мономерной формы означает увеличение доли полимерной на 4–5 % от общего количества кремнезема, т. е. в 1,5–2 раза. В данный момент преждевременно обсуждать физико-химический смысл обнаруженного эффекта. Можно лишь высказать предположение о том, что столь существенное увеличение доли полимерной формы кремнезема вызвано локальным защелачиванием водной фазы в окрестности вкраплений кремнезема или структуризацией воды, способствующей сдвигу распределения кремнезема в сторону его полимерной формы. И то, и другое свидетельствует об изменении физико-химического состояния воды при вариации векторного потенциала.

Удобным биоиндикатором качества воды является поведение одноклеточных организмов или простейших гидробионтов.

Для определения подвижности простейших гидробионтов в воде использовались инфузории спиростомы *Spirostomus ambiquum*, культивируемые в лабораторных условиях. Подвижность инфузорий определялась известным способом — визуально с использованием микроскопа МБС-9. Индекс двигательной активности вычислялся как число пересечений инфузориями, свободно плавающими в пробе воды, маркерной линии за 5 минут непрерывного наблюдения. Этот тест часто применяется в экологическом мониторинге водных объектов.

Ранее было описано изменение индекса двигательной активности (ИДА) спиростом при экспонировании их в поле векторного потенциала. В данной работе экспонированию подвергалась опытная порция чистой воды, которая затем в соотношении 1:1 добавлялась к воде с инкубируемыми инфузориями. В контрольных экспериментах к инфузориям добавлялся такой же объем

необработанной воды. Измерения проводились в течение нескольких недель по несколько раз за день. Усредненные за день результаты приведены на рис. 2. Отчетливо видно стимулирующее действие «векторно потенцированной» воды на подвижность инфузорий. Не было ни одного измерения, в котором результат воздействия был бы иным.



**Рис. 2.** Индекс двигательной активности спиростом при обработке воды векторным потенциалом. Светлые столбики значения ИДА в контрольном опыте, темные — в опыте с обработанной водой

Для верификации воздействия вариации векторного потенциала на внутриклеточные процессы был использован метаболизм углеводов в клетках дрожжей. Для наблюдения скорости сбраживания сахарозы культурой дрожжей была изготовлена специальная установка, позволяющая с высокой точностью измерять разность скоростей газовыделения в двух изолированных от атмосферы суспензиях дрожжей («контроль» и «опыт») по изменению объемов газа над каждой суспензией, разделенных друг от друга подвижным водным затвором. Суспензия дрожжей готовилась на кипяченой водопроводной воде с добавлением сахарозы. Измерения скорости выделения CO<sub>2</sub> начинались через полчаса после приготовления суспензии и проводились при комнатной температуре. Были реализованы две схемы опытов. В одной из них испытывалось действие векторного потенциала на готовую суспензию непосредственно в рабочем сосуде. При этом на 20-й минуте наблюдения под опытную кювету подводился источник векторного потенциала. Во второй схеме воздействию векторного потенциала в кинетическом режиме подвергалась только вода, на которой затем готовилась суспензия для опытной кюветы. Результаты этих опытов представлены на рис. 3.



**Рис. 3.** Изменения скорости газовыделения в суспензии дрожжей. Повторные контрольные опыты без внешнего воздействия — ■. Отклонение от контроля при воздействии источника векторного потенциала, подведенного под опытную колбу на 20-й минуте опыта, — ▲. Отклонение от контроля при внесении в опытную колбу перед началом измерения воды, активированной векторным потенциалом, — X

Контрольные опыты показали практически полную идентичность кинетики брожения в обеих колбах при отсутствии вариации векторного потенциала. Подведение под одну из колб («опытную») источника векторного потенциала практически сразу же оказывало эффект значительно замедления скорости газовыделения в этой колбе (рис. 3). Эта пониженная скорость сохраня-

лась в течение всего времени присутствия источника векторного потенциала (1 час) и после его устранения за весь период наблюдения. Аналогичный эффект ингибирующего типа наблюдался и в опытах, проводившихся по второй схеме, когда вода подвергалась предварительному воздействию векторного потенциала в кинетическом режиме (рис. 3). Чтобы отделить наблюдаемый эффект от возможного воздействия на объект исследования остаточного магнитного поля величиной в несколько десятков гаусс, создаваемого источником векторного потенциала, были проведены дополнительные измерения. Вместо специального источника векторного потенциала под «опытную» колбу был подведен постоянный магнит, создающий в объеме колбы магнитное поле около 40 гаусс, но значительно (в 5–6 раз) меньшую расчетную величину векторного потенциала, чем от нашего источника безполевого векторного потенциала. Отсутствие наблюдаемого воздействия на скорость брожения при данной постановке опытов говорит о том, что эффект действия специального источника векторного потенциала коррелирует с величиной векторного потенциала, а не магнитного поля.

Известным показателем биологических свойств воды является ее органолептическое (вкусовое) качество. Однако оценка вкусовых качеств воды участниками эксперимента весьма субъективна и не позволяет получить надежную количественную характеристику пробы. Для решения этой задачи были использованы мыши, которым предлагались для питья пробы отстоянной водопроводной воды (контрольной и обработанной) в идентичных поилках. Конструкция устройства позволяла вести ежедневный учет объема воды, выпитой десятком мышей из обеих поилок.

Многодневные наблюдения над мышами показали, что мыши легко различали пробы воды и отчетливо предпочитали воду, обработанную векторным потенциалом. Вода в поилках менялась ежедневно, но если роль опытной поилки оставалась неизменной несколько дней, то мыши привыкали к этой ситуации, и тогда объем воды, выпитой из опытной поилки, в 5–8 раз превышал контрольный. Смена ролей поилок вводила мышей в заблуждение, но к концу суток опытный объем снова превышал контрольный. За все время наблюдения не было ни одного результата, который бы противоречил выводу о явном предпочтении мышами воды, экспонированной в поле векторного потенциала.

В ряде экспериментов с кровью доноров, имеющих некоторые патологии, было обнаружено, что действие векторного потенциала на кровь *in vitro* приводит к изменениям, которые можно рассматривать как «терапевтические». Так, скорость оседания эритроцитов после обработки уменьшается, если она была выше нормы, и увеличивается в обратном случае; скорость пролиферации лимфоцитов в крови доноров с пониженным иммунным потенциалом (туберкулезные и онкологические больные) возрастает на десятки процентов. У мышей, подвергнутых получасовой экспозиции векторным потенциалом, на третьи сутки существенно возрастает фагоцитарная активность нейтрофилов.

Создается впечатление, что изменение свойств водной фазы векторным потенциалом (и другими факторами информационного воздействия) на системном уровне выражается в активации защитных сил организма, в частности, активации репарационных процессов. Это хорошо видно, например, в воздействии на кровь доноров, подвергнутую действию ионизирующей радиации. Так, при  $\gamma$ -облучении от источника  $^{137}\text{Cs}$  крови здоровых доноров в дозе 1 Грей в эксперименте наблюдалось появление хромосомных aberrаций в лимфоцитах с частотой, значительно превышающей интактную фоновую величину. Однако выдерживание облученной пробы крови в течение часа в безполевого векторном потенциале снижало общую частоту проявляемых aberrаций на 20 %, а aberrаций типа колец и дицентриков — в 2–2,5 раза. Выявленное снижение частоты сложных aberrаций хромосом и aberrантных метафаз может свидетельствовать о репарационном эффекте действия векторного потенциала. Важно отметить, что уровень спонтанных aberrаций в крови при воздействии самим векторным потенциалом не повышается.

Подобные материалы могут представить большой интерес для практического использования векторного потенциала в борьбе с лучевыми и иными поражениями человека. Действительно, испытания источника векторного потенциала на онкологических больных, проведенные в МНИОИ им. П. А. Герцена под руководством д. м. н Р. К. Кабисова на контингенте 180 больных, показа-

ли весьма обнадеживающие результаты. В общей сложности более чем у 85 % пациентов наблюдалось улучшение состояния по части снижения болевого синдрома, уменьшения ранних лучевых повреждений, улучшения трофики пересаженных кожных лоскутов, стимуляция послеоперационных репаративных процессов. Случаев ухудшения состояния не зарегистрировано.

## Выводы

Целью проведенного экспериментального исследования была лишь верификация изменений биологической активности воды при вариации векторного потенциала, а не изучение физического механизма явления. Полученные результаты дают несомненные экспериментальные свидетельства воздействия вариации векторного потенциала на воду и ее биологическую активность, проявляющуюся в последующих испытаниях. Этот вывод подтверждает взгляд на воду как на первичную мишень слабых электромагнитных воздействий и стимулирует изучение их механизма.

## Список литературы

1. *Аносов В. Н., Трухан Э. М.* Новый подход к проблеме воздействия слабых магнитных полей на живые объекты // Доклады РАН. 2003. Т. 392, № 5. С. 689–693.
2. *Трухан Э. М., Аносов В. Н.* Векторный потенциал и биологическая активность слабых полей // Физика взаимодействия живых объектов с окружающей средой: Сб. науч. тр. / Под ред. В. Н. Бинги. М.: МИЛТА, 2004. С. 71–86.
3. *Уиттекер Э.* История теории эфира и электричества. М.–Ижевск: Dynamics, 2001. 511 с.
4. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теория поля. М.: Физматгиз, 1960. 400 с.
5. *Aharonov Y., Bohm D.* Significance of electromagnetic potential in quantum theory // Phys. Rev. 1959. Vol. 115. P. 485–492.
6. *Чирков А. Г., Агеев А. Н.* О природе эффекта Ааронова–Бома // ЖТФ. 2001. Т. 71, № 2. С. 16–21.
7. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир. Т. 9. 1967. 259 с.
8. *Tomomura A., Osakabe N., Matsuda T., Kawasaki T., Endo J., Yano S., Yamado H.* Evidence for Aharonov–Bohm effect with magnetic field completely shielded from electron wave // Phys. Rev. Lett. 1986. Vol. 56, № 8. P. 792–795.
9. *Имри Дж., Уэбб Р.* Квантовая интерференция и эффект Ааронова–Бома // В Мире Науки. 1989. № 6. С. 24–31.
10. *Gelinas R. C.* Apparatus and method for transfer of information of curl-free magnetic vector potential field // Patent US 4.432.098 14.02.1984.
11. *Puthoff H. E.* Communication method and apparatus with signal comprising scalar and vector potentials without electromagnetic fields // Patent US 5.845.220 December 01 1998.
12. *Аносов В. Н., Трухан Э. М.* Новые аспекты проблемы биологической активности низкоинтенсивного лазерного излучения // Физика взаимодействия живых объектов с окружающей средой: Сб. науч. тр. / Под ред. В. Н. Бинги. М.: МИЛТА, 2004. С. 15–42.
13. *Трухан Э. М., Аносов В. Н.* Векторный потенциал как канал информационного воздействия на живые объекты // Биофизика. 2007. Т. 52, № 2. С. 376–381.
14. *Аносов В. Н., Заико В. М., Новоселецкий В. Н., Сускова В. С., Трухан Э. М., Цытин А. Б.* Воздействие векторного потенциала на живые объекты в лабораторных условиях // Медицинская кибернетика в клинической практике: Сб. науч. тр. / Т. 1. М.: ГВНК им. Н. Н. Бурденко, 2004. С. 304–318.

15. Трухан Э. М., Аносов В. Н., Новоселецкий В. Н., Абрамов В. Ю. Чувствительность реакции антиген-антитело к вариации векторного потенциала // Открытое образование: Науч. практ. журн. 2006. № 3. С. 401–402.
16. Аносов В. Н., Заико В. М., Трухан Э. М., Цытин А. Б. О воздействии векторного потенциала на биологические свойства воды // Тез. докл. 111 съезда биофизиков России. Воронеж, 2004. Т. 2. С. 614.
17. Аносов В. Н., Егоров Ю. В., Трухан Э. М. Влияние векторного потенциала на индекс двигательной активности инфузорий-спиростом // Физические проблемы экологии (экологическая физика): Тр. IV Всеросс. конф., М.: МГУ. 2004. С. 195–196.
18. Аносов В. Н., Заико В. М., Сусков И. И., Трухан Э. М., Цытин А. Б. Радиопротекторное влияние поля векторного потенциала на кровь человека // Тез. докл. 111 съезда биофизиков России. Воронеж, 2004. Т. 2. С. 613–614.
19. Айлер А. Химия кремнезема. М.: Мир, 1982. Ч. 1. С. 295.