

УДК 577.3 ; 53.082.64

Водоэлектрические датчики для регистрации слабых физических полей и биоизлучения.

Агеев И.М., Рыбин Ю.М., Шишкин Г.Г., Еськин С.М.

Разработаны датчики слабых физических полей и излучений биологических объектов. Принцип работы датчиков основан на измерении электрической проводимости воды при ее нагревании. Подробно описана конструкция датчиков и методика их применения. Уникальная чувствительность датчиков позволяет применять их для исследований в области биофизики и биохимии, физики воды и солнечно-земных связей. Зависимость показаний датчика от психоэмоционального состояния человека открывает широкие перспективы для их практического использования.

Введение.

Разработку водоэлектрических датчиков стимулировали исследования, ведущиеся в двух различных направлениях, которые, тем не менее, оказались взаимосвязанными благодаря воде. Первое направление – это исследование последствий облучения слабыми электромагнитными полями живых организмов. (Обзор работ, посвященных этой проблеме см. [1]). Обратим внимание на то, что во многих случаях, особенно при медицинских и биологических наблюдениях, эффект влияния обнаруживается по косвенным признакам, а сами наблюдения и эксперименты часто имеют плохую воспроизводимость, и это, естественно, порождает скептическое отношение к рассматриваемой проблеме и ставит под сомнение предлагаемую интерпретацию результатов наблюдений. Механизм влияния слабых электромагнитных полей на биологические процессы неизвестен, но уже давно было обращено внимание на универсальность и неспецифический характер действия слабых полей, что наводит на мысль о существовании "приемника", общего для всех живых организмов – воды, входящей в их состав [2]. Однако выполненные к настоящему времени экспериментальные исследования недостаточны как для определения роли воды в наблюдаемых явлениях, так и, тем более, для выяснения механизма таких воздействий.

Второе направление связано с проблемой существования слабых полей и излучений живых организмов, разработкой методов их регистрации и использования в целях медицинской диагностики и терапии. Хорошо известно, что живые организмы, и человек в частности, являются источником акустических и электромагнитных излучений в широком спектральном диапазоне [3]. Однако некоторые явления, обнаруживаемые при исследовании эмбриогенеза [4], высокочастотного разряда Кирлиана [5] и нагревании воды [6], свидетельствуют о необходимости более глубокого изучения, как самих полей, так и механизмов их генерации.

Для проведения исследований по указанным направлениям были разработаны водозлектрические датчики, в которых перестройка структуры воды под действием внешних физических факторов фиксируется путем измерения ее электропроводности. Первый опыт их применения показал высокую эффективность использованного метода. В работе [7] сообщалось о наблюдении корреляции значений относительного температурного коэффициента электропроводности и параметра, связанного с солнечной активностью – числами Вольфа. В работе [6] описан необычный эффект, состоящий в значительном отличии температурного коэффициента электропроводности при нагревании воды рукой и неживым источником тепла. Очевидно, что в обоих случаях на свойства воды оказывают влияние слабые физические поля, хотя, как отмечалось, физический механизм, приводящий к указанным эффектам неясен. В упомянутых выше работах [6, 7] описание датчика и в особенности методики измерения приведено недостаточно подробно, что затрудняет независимое воспроизведение и проверку описанных эффектов. Изложенный ниже материал восполняет этот пробел.

Конструкция водозлектрических датчиков и регистрирующая аппаратура.

Водозлектрический датчик представляет собой кондуктометрическую ячейку, т.е. емкость из диэлектрического материала в форме плоского параллелепипеда объемом несколько миллилитров с двумя электродами. В центре датчика располагается терморезистор для измерения температуры воды. В экспериментах использовались как открытые, так и герметичные датчики. На рис.1 приведена схема герметичного датчика с вертикально установленным терморезистором типа ТМП-4.

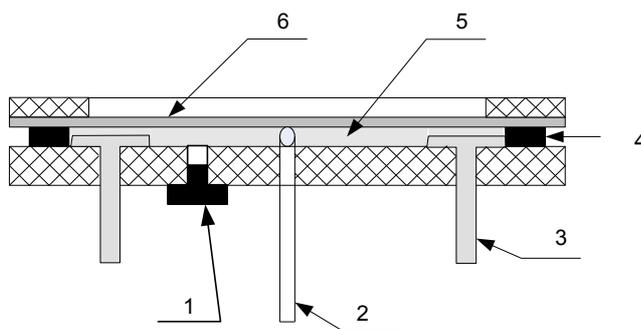


Рис.1.

Схема герметичного водозлектрического датчика.
1 – заглушка; 2 – терморезистор; 3 – электрод; 4 –
уплотнение (силиконовая резина); 5 – вода; 6 –
диэлектрическая пластина.

Для исследования воздействия физических полей на воду обычно используются два одинаковых открытых датчика с площадью основания несколько квадратных сантиметров. Один из них является контрольным и располагается в нескольких метрах от рабочего, на который

производится воздействие. При исследовании свойств биоизлучения датчики располагаются рядом, и воздействие осуществляется одновременно на оба датчика.

Измерение электрической электропроводности воды осуществляется с помощью электронного блока, состоящего из генератора пилообразного напряжения и пикового детектора. Генератор формирует пилообразные импульсы амплитудой 0.5В, следующие с частотой около 800Гц. Пиковый детектор преобразует импульсное напряжение на сопротивлении, включенном последовательно с водоелектрическим датчиком, в постоянное напряжение, примерно равное амплитудному, и его значение регистрируется аналого-цифровым преобразователем "Advantech", установленным в компьютере.

При исследованиях действия на воду электромагнитных полей и излучений и в особенности биополей очень сложно избежать нагревания воды источниками излучений и увеличения вследствие этого ее электропроводности. Поэтому при такого рода измерениях необходимо учитывать изменение электропроводности вследствие нагревания. Это обстоятельство обусловило методику проведения экспериментов, при которой производится предварительное нагревание воды в датчиках и определяется относительный температурный коэффициент электропроводности. Этот параметр испытывает значительные колебания в зависимости от окружающих условий (в частности от солнечной активности [7]), и не может считаться постоянным.

Поскольку в экспериментах по исследованию биоизлучения человека были получены наиболее интересные и неожиданные результаты ниже подробно описана методика проведения и обработки этих измерений.

Последовательность действий при исследовании биоизлучения обычно состоит в следующем. В датчики заливается вода и выдерживается несколько минут для выравнивания температуры по объему и со стенками датчика. Затем производится нагревание воды с помощью источника тепла (нагревателя) на 1 – 2 градуса. В качестве источников тепла применялись электрические нагреватели, лампы накаливания, сосуды с теплой водой, и другие. Существенного различия в результатах замечено не было. Поэтому в настоящее время как более удобный применяется электрический нагреватель, представляющий собой медную пластинку с черным диэлектрическим покрытием. Источником тепла служит высокоомная проволока, которая подсоединена к регулируемому источнику постоянного напряжения. Ток нагревателя устанавливается таким, чтобы приращение температуры воды за одно и то же время (скорость нагревания) при биовоздействии и при использовании нагревателя примерно совпадали.

В начале исследований после измерения зависимости электропроводности воды от температуры при нагревании, вода охлаждалась до первоначальной температуры, и затем производилось измерение электропроводности воды при нагреве ее рукой. В дальнейшем было установлено, что охлаждение воды совершенно не обязательно. Поэтому в настоящее время

последовательное нагревание воды и биовоздействие производится без ее промежуточного охлаждения.

На рис.2 показан результат измерения по описанной методике с применением пикового детектора. Частота опроса аналого-цифрового преобразователя составляла 2Гц. При достижении температуры 22.5°C электрический нагреватель был заменен рукой оператора, что, как видно, привело к заметному изменению наклона зависимости электропроводности от температуры.

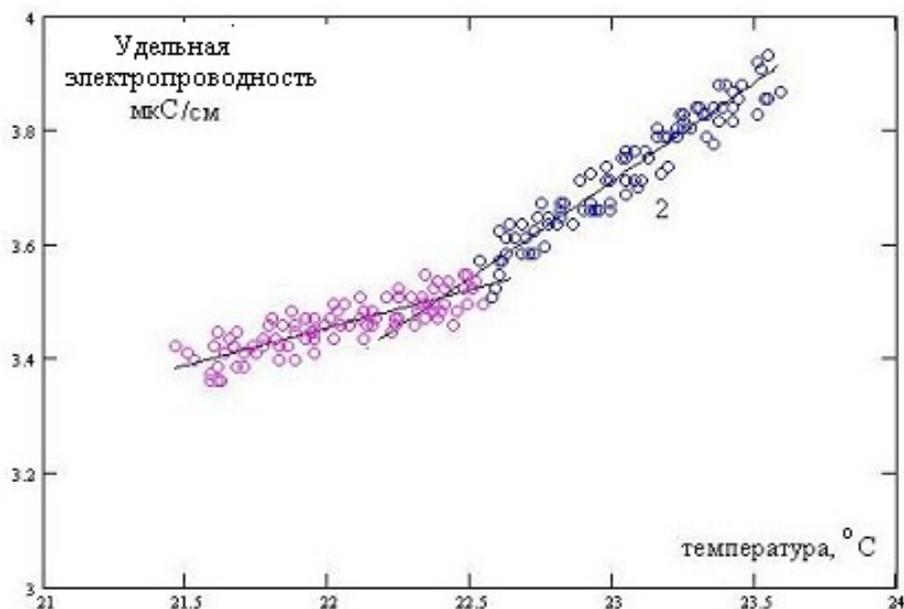


Рис. 2.
Зависимость удельной электропроводности воды при ее нагревании двумя источниками тепла. 1 - электрический нагреватель, 2 - рука.

Параметр биоизлучения.

Для количественной характеристики "интенсивности" биоизлучения (или другого фактора) необходимо ввести соответствующий параметр (обозначим его "В"). Основной величиной, входящей в выражение для параметра В, является приращение электропроводности за счет нетеплового воздействия. Для его определения необходимо из суммарной величины приращения электропроводности при биовоздействии вычесть приращение электропроводности воды за счет ее нагревания. Это можно сделать, используя либо зависимость электропроводности от времени, либо ее зависимость от температуры, определяемые при измерениях.

Использование зависимости электропроводности от времени, требует точной настройки нагревателя, для того чтобы скорости изменения температуры при нагреве воды и при биовоздействии не отличались. В этом случае можно вычислить величину нетепловой компоненты, вносящей вклад в повышение электропроводности при биовоздействии. Поскольку при этом требуется точная настройка нагревателя, такой способ определения параметра В, используется редко. Тем не менее, он не требует измерения температуры воды. Поэтому при

слабых тепловых потоках, например при относительно большом расстоянии от биообъекта до датчика, приходится его использовать, так как чувствительность разработанной аппаратуры для измерения электропроводности значительно выше температурных измерений с использованием стандартных терморезисторов. Указанного недостатка можно избежать, применяя двойной водозлектрический датчик, одна из частей которого реагирует только на тепловое излучение. В этом случае необходимость использования нагревателя отпадает.

Для определения параметра воздействия с использованием температурных зависимостей (V_T) режим работы нагревателя не играет роли.

В экспериментах температурные изменения параметров обычно невелики, так что все зависимости можно аппроксимировать линейными функциями. После вычитания из суммарного приращения электропроводности приращения, обусловленного нагреванием воды, получается зависимость электропроводности, возникающей за счет, или при участии внешнего действующего фактора (биоизлучения), от времени или температуры. Т.е. зависимости вида:

$$\begin{aligned} Y_b &= h_{b1} \cdot t + h_{b0} & Y_b &= g_{b1} \cdot T + g_{b0} \\ Y_T &= h_{T1} \cdot t + h_{T0} & Y_T &= g_{T1} \cdot T + g_{T0} \end{aligned} \quad \text{или} \quad (1)$$

связанные зависимостью температуры от времени:

$$T = f_1 t + f_0. \quad (2)$$

Здесь Y_b и Y_T соответственно значения электропроводности при воздействии ("биоэлектропроводность") и при нагревании ("термоэлектропроводность"), отнесенные к начальной электропроводности, T – температура, t – время.

Для характеристики "интенсивности" действия на воду внешнего фактора (биоизлучения) в общем случае можно использовать следующие параметры:

Изменение биоэлектропроводности при изменении температуры на 1° – g_{b1} .

Изменение биоэлектропроводности за единицу времени (секунду) – h_{b1} .

Отношение биоэлектропроводности к термоэлектропроводности, вычисленные с использованием временных или температурных зависимостей h_{b1}/h_{T1} или g_{b1}/g_{T1} .

Очевидно, все параметры равноценны, и дают один и тот же конечный результат (т.е. аналогичные зависимости V от внешних условий). Их выбор определяется приведенными выше соображениями точности и удобства проведения измерений. Некоторое предпочтение можно отдать третьему способу определения параметра V . Первые два требуют определения относительной электропроводности, т.е. деления на начальное (или еще на какое-либо) значение электропроводности. Использование отношения приращения проводимостей позволяет избежать неопределенности в выборе начального значения электропроводности.

Опыт применения водозлектрических датчиков.

Разнообразие задач, решаемых с применением водозлектрических датчиков, при сохранении основного функционального элемента обуславливает особенности их конструкции. Здесь не имеет смысла подробно останавливаться на всех деталях конкретных приборов; изложенный ниже материал призван продемонстрировать возможности применения и следующие из поставленных задач конструктивные особенности приборов. Датчик для исследования солнечной активности располагается на элементе Пельтье с радиатором, что позволяет нагревать и охлаждать воду в датчике. Включение нагревания или охлаждения производится с помощью электронного ключа, управляемого компьютером. Один из двух датчиков должен располагается в специальной камере со сменной стенкой, а второй – контрольный датчик остается открытым. Описанный прибор предназначается для автоматического измерения относительного температурного коэффициента электропроводности воды в течение нескольких суток в условиях экранирования ее различными материалами. Цель этих измерений состоит в следующем. Хорошо известно влияние солнечной активности на биосферу и ноосферу Земли [8]. Однако физическая природа действующего фактора солнечной активности не установлена, и по этому поводу высказываются разнообразные предположения. В связи с этим следует также упомянуть эксперименты Пиккарди [9], обнаружившего влияние солнечной активности на скорость протекания химических реакций, которые трудно интерпретировать на основе известных данных о влиянии электромагнитного излучения на химические реакции.

На рис.2 была представлена зависимость удельной электропроводности воды от температуры при нагревании и при биодействии. Этот эффект, наблюдавшийся в сотнях проведенных измерений, пока не находит исчерпывающего объяснения. На возможную причину неодинакового эффекта нагревания воды различными объектами, состоящую в различии спектров инфракрасного излучения указал в частном сообщении А.Т. Лукьянов со ссылкой на работу [10]. В этом случае различие в температурном коэффициенте может быть связано с изменениями структуры воды при резонансном поглощении излучения в определенных частотных интервалах. В работе [11] О.В.Бецкий с сотрудниками указал на стохастический резонанс как на возможную причину изменения структуры воды при действии излучения биологического объекта.

Исследование природы явления (пока безрезультатные) позволили обнаружить зависимость параметра "В" от психоэмоционального состояния человека. Для подобных исследований применяются двойные водозлектрические датчики. Такой датчик, по сути, представляет два датчика, расположенные таким образом, чтобы была обеспечена возможность одновременного воздействия на них. Терморезисторы в датчиках отсутствуют, но один из датчиков закрывается материалом, задерживающим биоизлучение, и служит для регистрации приращения

электропроводности вследствие нагревания. Это позволяет по разности сигналов определять параметр V_t без предварительного нагревания воды и измерения температурного коэффициента.

С помощью такого двойного датчика были измерены коэффициенты "В" студентов, находящиеся в различных эмоциональных состояниях: перед экзаменом, после экзамена, в спокойном состоянии и во время выполнения расчетной работы. Всего было обследовано более двухсот человек. У большинства обследованных наблюдается повышение параметра "В" перед экзаменом и во время расчетной работы по сравнению со спокойным состоянием. Аналогичное повышение параметра стабильно наблюдается у преподавателей во время чтения лекций. Значение "В" сразу после окончания лекции обычно в 1.5 – 2 раза больше, чем перед ее началом.

Заключение.

Обнаруженная зависимость температурного коэффициента электропроводности воды от внешних физических факторов позволяет создавать уникальные по чувствительности датчики полей или излучений биологического происхождения, слабых полей техногенного происхождения и исследования солнечной активности. Открывающиеся при этом возможности представляют значительный интерес, как в теоретическом плане, так и с точки зрения возможных практических применений. Датчики могут использоваться для исследований в области биофизики и биохимии, физики воды и солнечно-земных связей.

Практическое применение датчиков связано с установленным фактом – зависимостью регистрируемой интенсивности биоизлучения человека от его психо-эмоционального состояния. Это может позволить с успехом использовать их для контроля состояния операторов и повышения надежности их работы, контроля и корректировки нагрузки при различных видах профессиональной деятельности, учебе и спортивных тренировок. Возможно также их использования в качестве одного из каналов в детекторах лжи. Тот факт, что датчики реагируют на очень слабые электромагнитные поля и излучения, а также на состояние солнечной активности, позволяет использовать их для экологических целей и прогнозирования влияния этих факторов на человека.

Список литературы.

1. Григорьев Ю.Г. и др. Электромагнитная безопасность человека. – Российский национальный комитет по защите от неионизирующего излучения. 1999. 146с
2. Фесенко Е.Е., Пономарев О.А. Свойства жидкой воды в электрических и магнитных полях// Биофизика. - 2000, т.45, №3, 389 – 398.
3. Гуляев Ю.В. Физические поля и излучения человека: новые методы ранней медицинской диагностики // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2000, №12, 3 – 12.
4. Белинцев Б.Н. Физические основы биологического формообразования. М.: Наука, 1991.- 252с.

5. Коротков К. Г., Виллиамс Б., Виснески Л.А. Энтропия и энергия в биологических системах. Биофизические механизмы активности "энергетических" меридианов. <http://www.madra.dp.ua/> (18.04.06).

6. Агеев И.М., Шишкин Г.Г. Изменение проводимости воды при ее нагревании различными типами источников тепла, включая биообъекты // Биофизика. - 2002, т.47, вып.5, с. 782 – 786,

7. Агеев И.М., Шишкин Г.Г. Корреляция солнечной активности и электропроводных свойств воды // Биофизика. – 2001, т.46, вып5, с.829 – 832.

8. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу (Гелиобиология от А.Л. Чижевского до наших дней). М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. - 374с.

9. Пиккарди Д. Солнечная активность и химические тесты // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. М.: Наука. 1971. с.141-147.

10. Лукьянов А.Т. Уточнение понятия температуры закона Авогадро // Доклады нац. академии наук Респ. Казахстан. Физика. – 2000, №6, с.18 – 22.

11. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Необычные свойства воды в слабых электромагнитных полях // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. - 2003, №1, 37 – 44.

Сведения об авторах

Агеев Игорь Михайлович, доцент кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета), к.т.н.;

телефон: 158-44-39, e-mail: ageev@mai-trt.ru

Рыбин Юрий Маратович, доцент кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета), к.т.н.;

Шишкин Геннадий Георгиевич, профессор кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета), д.т.н., засл. деят. науки РФ. академик РАИИ им. Прохорова А.Н.;

телефон: 158-44-39, t-mail: ntil@mai.ru

Еськин Сергей Михайлович, аспирант кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института (государственного технического университета).

e-mail: sam320@mail.ru