DOI: 10.17117/na.2016.06.02.391

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.391.pdf>

Поступила (Received): 24.06.2016

Терехов И.В.**Биофизические аспекты оценки эффективности
слабых и сверхслабых электромагнитных
воздействий на водосодержащие среды****Terekhov I.V.****Biophysical aspects of efficiency estimation of weak and very weak
electromagnetic impacts on the aqueous environment**

В работе демонстрируется возможность идентификации, качественной и количественной оценки слабых и сверхслабых электромагнитных воздействий на водосодержащие среды и ткани организма. Использование программного обеспечения метода активной радиометрии и серийного сверхвысокочастотного радиометра позволяет применять технологию радиометрической оценки в биофизических исследованиях

The study demonstrates the possibility of identifying, qualitative and quantitative evaluation of weak and very weak electromagnetic impacts on the aqueous environment and the tissues of the body. The software use method of active radiometry and serial of the microwave radiometer allows us to apply the technology of radiometric estimation in biophysical studies

Ключевые слова: радиометрия, водосодержащая среда, микроволны, 1 ГГц

Key words: radiometry, aqueous environment, the microwaves of 1 GHz

Терехов Игорь Владимирович

Кандидат медицинских наук, доцент
Тульский государственный университет
г. Тула, пр. Ленина, 92

Terekhov Igor Vladimirovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Tula state university
Tula, Lenina ave., 92

В настоящее время широко распространяющаяся «информационная» медицина использует в качестве саногенного фактора электромагнитные излучения (ЭМИ) с длиной волны 4,9, 5,6 и 7,1 мм, реализованные в лечебных аппаратах миллиметровой (КВЧ) терапии, таких как «Явь», «МТА-КВЧ» и т.п. [1]. Использование подобных физиотерапевтических методов для объективной оценки влияния их на организм, требует привлечения в клинику технологий контроля биофизических показателей [1, 2].

Коллективом ученых Саратовского филиала института Радиотехники и электроники РАН, а так же сотрудниками научно-производственной фирмы «Телемак» разработан метод диагностики состояния внутренних органов, основанный на эффекте возбуждения в водных и водосодержащих средах молекулярных колебаний, при воздействии на них резонансным низкоинтенсивным

ЭМИ КВЧ [2-6]. Проникая в глубину водосодержащей среды внешнее низкоинтенсивное резонансное КВЧ излучение (65 ГГц) стимулирует генерацию в них низкоинтенсивного излучения в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне (1 ГГц), которое воспринимается аппликаторной антенной радиоэлектронного комплекса [4-6]. Изменение радиофизических свойств среды будет приводить к изменению чувствительности их к внешнему зондирующему воздействию, и, соответственно, отражаться на эффективности преобразования ими зондирующих волн и, в итоге, мощности преобразованного излучения. Благодаря очень высокой чувствительности метода, могут улавливаться очень слабые изменения [6]. Данная технология оценки состояния водосодержащих сред реализована в программно-аппаратном комплексе, что позволяет сделать процесс исследования максимально технологичным.

Целью настоящего исследования являлось изучение эффектов взаимодействия внешнего низкоинтенсивного ЭМИ резонансных частот КВЧ диапазона с водосодержащими средами в аспекте оценки метода активной радиометрии в идентификации слабых и сверхслабых внешних воздействий на водосодержащие среды.

Материалы и методы. Исследование выполнено на радиоэлектронном комплексе «Аквафон». Диагностирующий комплекс состоит из модуляционного СВЧ-радиометра прямого усиления, настроенного на прием радиоволн на частоте $1,0 \pm 0,025$ ГГц, а так же приемно-излучающего модуля (ПИМ), включающего источник зондирующего низко-интенсивного (плотность потока мощности менее 10 мВт/см^2) крайневых высокочастотного (КВЧ) излучения частотой 65 ГГц и приемной аппликаторной антенны [6]. Таким образом, метод активной радиометрии водосодержащих сред заключается в зондировании обследуемой области низкоинтенсивным излучением, на частоте радиопрозрачности водосодержащих сред (65 ГГц) и регистрации радиоотклика ткани в смещенном частотном диапазоне, на частоте $1,0 \pm 0,025$ ГГц [3, 4]. В основе метода лежит способность молекулярной системы воды, образованной за счет водородных связей, преобразовывать внешнее (стимулирующее) низкоинтенсивное излучение на частоте, совпадающей с частотой колебаний молекул воды в собственное радиоизлучение, являющееся информационным, анализируемым параметром [6-8]. Способность тканей организма генерировать СВЧ излучение под влиянием внешнего КВЧ поля, носит название волновой активности среды (ВА) [6, 7]. При этом оценка излучения тканей производится в относительных единицах радиоотклика (РО). За 100 единиц принимается уровень дистиллята воды при 37°C , что соответствует уровню мощности излучения $\sim 10^{-14} \text{ Вт}$ [6].

Результаты проведенных исследований позволили сформулировать критерии резонансно-волновой нормы для здоровых лиц и патологических состояний [9-11]. Новый метод нашел свое применение в диагностике и дифференциальной диагностике патологии внутренних органов, включая органы грудной и брюшной полостей [9-16]. Так же активная радиометрия используется в оценке функционального состояния, состояния сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем [17-25].

Используя существующие модельные представления о механизмах генерации резонансного радиоотклика [5-7], нами были проведены исследования динамики РО в течение 600 секунд с использованием дистиллята воды. График экспериментальной зависимости «время – радиоотклик (РО)», при повторных измерениях, представлен на рис.1.

Рис. 1. Амплитуда РО при повторных измерениях

Визуальный анализ динамики радиоотклика при первичном (1) и повторном (2) измерениях свидетельствуют о хорошей воспроизводимости результатов. Проводимый спектральный анализ, призванный оценить мощность периодических составляющих полученного временного ряда, позволил более тонко охарактеризовать динамику РО. Результаты спектральной оценки временных рядов представлены на рис. 2.

Рис. 2. Спектральная оценка временных рядов

Результаты спектральной оценки свидетельствуют о воспроизводимости (повторяемости) временных рядов значений РО. При этом на спектрограмме повторного измерения РО (рис.2, правое изображение), отмечается обогащение спектральной картины после КВЧ-облучения.

Исследование динамики РО с поверхности тела при повторных измерениях свидетельствует о сходных по направлению изменениях распределения амплитуды РО с течением времени, однако при исследовании «in vivo» наблюдаются определенные отличия поведения динамики РО с поверхности дистиллята и поверхности тела человека. Прежде всего, изменения касаются спектральной составляющей временного ряда. Спектр повторного исследования временной динамики амплитуды РО с поверхности тела представлен на рис.3.

Рис. 3. Спектральная оценка временных рядов «in vivo»

В полученных спектрограммах обращает на себя внимание значительное обогащение спектральной картины после однократного КВЧ-облучения тканей пациента. Кроме того, наблюдается хорошая повторяемость спектральных картин с усилением спектральной мощности одних и тех же гармоник. Таким образом, повторные воздействия зондирующим излучением области исследования (зондируемой среды) приводит к структуризации сигнала, его временному упорядочиванию.

Проведенные исследования свидетельствуют об информативности и высокой чувствительности радиометрии в оценке воздействия физических факторов на водосодержащие среды, включая ткани организма. Указанное обстоятельство позволяет использовать данный метод для идентификации, качественной и количественной оценке слабых и сверхслабых воздействий на живые организмы.

Список используемых источников:

1. Девятков Н.Д., Голант О.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991. 186 с.
2. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В.И. Петросян, Н.И. Синицын, В.А. Ёлкин и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. № 5-6. С. 62-129.

3. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование) / Г.Е. Брилли, В.И. Петросян, Н.И. Синицын, В.А. Елкин // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. №2. С. 29-31.
4. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне. Письма в ЖТФ. 2005, 31: 23:29-33. Резонансы воды в радиодиапазоне / В.И. Петросян, А.В. Майбородин, Б.Л. Дягилев, А.П. Рытик // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2006. № 12. С. 42-45.
5. Транс-резонансная функциональная топография. Биофизическое обоснование / Петросян В.И., Громов М.С., Власкин С.В. и др. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2003. №1. С. 23-26. Избранные технологии диагностики: Монография / В.М. Еськов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.Г. Зилова, Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 296 с.
6. Терехов И.В. Транс-резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. дисс. канд. мед. наук, Тула, 2007. 24 с.
7. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
8. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации очагов патологии в маммологии и пульмонологии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, Е.Б. Никитина и др. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2005. №1 (37). С. 56-66.
9. Аржников В.В., Громов М.С., Терехов И.В. Диагностика и мониторинг инфильтративных процессов в грудной полости с помощью люминесцентного излучения водосодержащих сред // Медицинский вестник МВД. 2009. № 2 (39). С. 40-46.
10. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминесцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 46-50.
11. Громов М.С., Аржников В.В., Терехов И.В. Мониторинг воспалительного процесса при внебольничной пневмонии с помощью СВЧ-излучения органов грудной полости // Медицинский вестник МВД. 2010. № 5 (48). С. 16-17.
12. Использование активной резонансной СВЧ радиометрии для идентификации и мониторинга иммунно-воспалительных изменений у больных с острыми инфильтративно-воспалительными процессами нижних отделов респираторного тракта / М.С. Громов, И.В. Терехов, М.А. Дзюба, В.В. Аржников // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 1. С. 38-41.
13. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии / В.В. Аржников, В.Б. Лифшиц, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.
14. Идентификация и дифференциация костных новообразований методом активной радиометрии / М.Н. Незнамов, В.А. Зайцев, Н.А. Ругина и др. // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №2. Публикация 2-16. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-2/5172.pdf> doi: 10.12737/11568.
15. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.И. Петросян и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
16. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С. 187-190.
17. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.В. Аржников и др. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
18. Исследование состояния транкапиллярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
19. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
20. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения / И.В. Терехов, М.А. Дзюба, С.С. Бондарь и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
21. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.

22. Громов М.С., Терехов И.В. Динамика иммунно-воспалительного ответа в его связи с интенсивностью СВЧ-излучения органов грудной полости при внебольничной пневмонии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т. 91. № 5. С. 611-614.
23. Громов М.С., Терехов И.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и водной компоненты внутренней среды организма при внебольничной пневмонии // Профилактическая и клиническая медицина. 2009. № 3. С. 82-84.

© 2016, Терехов И.В.

*Биофизические аспекты оценки эффективности
слабых и сверхслабых электромагнитных
воздействий на водосодержащие среды*

© 2016, Terekhov I.V.

*Biophysical aspects of efficiency estimation of weak
and very weak electromagnetic impacts on the
aqueous environment*