

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОВОЛНОВОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ МИКРОСКОПИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Слипченко Н. И., Бородкина А. Н., Мельник С. И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники МОНУ
г. Харьков, просп. Ленина, 14, 61166, Украина, тел.: 0-57-740-10-10

Аннотация — Обсуждается проблема применения микроволновой диагностики в области медицины. Проанализированы основные задачи такой диагностики. Показано, что для их решения перспективно применение микроволновой сканирующей микроскопии (МСМ). Предложена программа исследований по разработке методики применения МСМ биологических жидкостей в диагностике различных заболеваний.

I. Введение

В медицине особенную важность в последнее время приобретает задача ранней диагностики, поскольку именно на ранних этапах лечения наиболее простое и вероятность успеха максимальна.

Современная диагностика должна быть, в-первых, неинвазивной. Ряд параметров жизнедеятельности организма можно определять только такими средствами, которые не нарушают целостности кожной или слизистой покрова. А для диагностики регуляторной и нервной систем человека необходимо наблюдать динамику процессов функционирования организма в нормальных физиологических условиях или в условиях, максимально близких к таким.

Во-вторых, экспрессной. В первую очередь в таких областях, как анестезиология, реаниматология, кардио- и нейрохирургия.

В-третьих, чувствительной. Методики должны предоставлять врачу такой набор характеристик организма, чтобы по возможности исключить вероятность неоднозначного диагноза.

Для диагностических целей уже созданы методы, среди которых оптические методы занимают одно из ведущих мест, в первую очередь благодаря неинвазивности. Широкое разнообразие методик исследования различных заболеваний с использованием микроскопии в медицине и улучшение технического обеспечения лабораторий, больниц открывают дополнительные возможности для быстрой и качественной диагностики заболеваний.

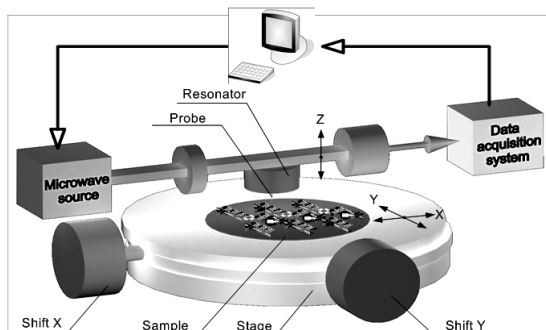


Рис. 1. Схема проведения МСМ биологических жидкостей.

Fig. 1. Scheme of MSM of biological fluids

В последнее время для медицинской диагностики, в частности, для ближнепольной диагностики, стало применяться и микроволновое излучение [1-4]. В тоже время до сих пор нет достаточно полного и подробно-

го обзора состояния этих исследований. Они имеют разрозненный характер. Целью настоящего доклада является обсуждение полученных в таких исследованиях результатов, рассмотрение их перспектив и разработка программы подобных исследований на основе МСМ биологических жидкостей.

II. Основания для применения микроволновой диагностики биологических жидкостей в медицине

Исследование биологических жидкостей человека традиционно играет важную роль в развитии представлений о нормальном функционировании и дисфункциях соответствующих органов и систем. Данные о биохимическом составе биологических жидкостей человека дают для практической медицины новые инструменты позволяющие проводить клиническую лабораторную диагностику на качественно новом уровне [5].

Как показано в работе [6], биологические жидкости больного человека отличаются по составу и концентрации разных метаболитов от соответствующих биологических жидкостей здорового.

Доступность исследования биологических жидкостей (слюны, мочи, крови), простота, как самой методики, так и интерпретации результатов для получения объективной информации делают возможным данный диагностический тест для доклинической оценки профессиональной интоксикации и позволяют рекомендовать его для широкого применения.

Таким образом, является перспективной задача разработки по возможности универсальной методики микроволновой сканирующей микроскопии биологических жидкостей применительно к диагностике заболеваний. Состояние биологической жидкости оценивается по ее электродинамическим параметрам: диэлектрической проницаемости и проводимости. В рамках этого будет проведен сравнительный анализ диэлектрических характеристик биологических жидкостей здоровых и больных людей.

III. Методика исследований применения МСМ для диагностики различных заболеваний

МСМ имеет ряд особенностей, позволяющих получить дополнительную информацию о биологических жидкостях по сравнению с другими методами. Перечислим их.

МСМ позволяет локализовать область взаимодействия поля с диагностируемым объектом. При этом глубина проникновения микроволнового излучения в объем образца различна для разных объектов при разных частотах.

Современные методы МСМ позволяют изменять частоту, интенсивность облучения, задавать временной характер воздействия.

В результате взаимодействия формируется полезный сигнал, включающий относительный сдвиг резонансной частоты и добротности датчика. Схема измерений показана на рисунке 1.

Точность измерений определяется параметрами эквивалентной схемы.

С учетом этих особенностей можно предложить следующую программу исследований

В качестве объекта изучения выбираются биологические жидкости, например, кровь, слюна и моча. С помощью микроволнового сканирующего микроскопа регистрируются значения диэлектрической проницаемости и проводимости объекта, рассчитанные по специальным алгоритмам на основании первичных измерений. Диэлектрические свойства биожидкостей сравниваются в двух выборках: в 20 пробах биожидкостей, полученных от здоровых (группа сравнения) и 30 пробах, взятых у испытуемых с заболеваниями. Результаты этого анализа сохраняются в виде файлов в специальном формате.

Дальнейшая задача состоит в обработке этих файлов с целью формирования базы данных и разработки на её основе графических отображений разных состояний при каждом заболевании. На основании этих данных будут сформированы критерии того или иного заболевания.

IV. Выводы

Можно рассчитывать, что применение микроволновой диагностики позволит улучшить систему массового обследования населения, выявления больных в ранней стадии и групп риска. Она экономична, так как не связана с использованием каких-либо расходных материалов.

Существенно более высокая проникающая способность микроволн в тело человека по сравнению с волнами оптического и инфракрасного диапазонов делает соответствующие методы особенно перспективными для обнаружения различных аномалий связанных с воспалениями и опухолями.

На основании анализа актуальных задач диагностики и возможностей МСМ разработана программа исследований по развитию этого метода:

1. разработать модель взаимодействия СВЧ-поля датчика микроволнового микроскопа с указанными биологическими жидкостями (кровь, моча, слюна);
2. исследовать, установить взаимосвязь их электрофизических свойств и биологических особенностей объектов;
3. разработать биофизическую модель для объяснения этого взаимодействия;
4. исследовать пространственную неоднородность электрофизических параметров исследуемых объектов;
5. разработать методику экспресс-диагностики заболеваний, результаты которых могут найти применение в клинических лабораториях.

V. Список литературы

- [1] Fear E. C., Hagness S. C., Meaney P. M. et al. IEEE Microwave Mag. 2002. Vol. 3, № 1. p. 48.
- [2] Резник А. Н., Юрасова Н. В. Изв. вузов. Радиофизика. 2005. Т. 48, № 10–11. с. 990–995.
- [3] Резник А. Н., Юрасова Н. В. ЖТФ. 2006. Т. 76, вып. 1. с. 90–104.

- [4] Chen Y., Gunawan E., Low K.S., Wang S. et al. IEEE Trans. Antennas and Propagat. 2007. Vol. 55, № 1. p. 194–204.
- [5] Луцкий Д. Л., 2000, Дмитриев Г. А., 2003, Молчанов О. Л. и др., 2004.
- [6] Вавилова Т. П. Избранные лекции по стоматологической биохимии. М. Издательство ММСИ, 1994.

ASPECTS OF APPLICATION OF MICROWAVE SCANNING MICROSCOPY FOR DIAGNOSIS OF DISEASES

Slipchenko N. I., Borodkina A. N., Melnik S. I.
Kharkov National University of Radioelectronics, MES
Ukraine, 14, Lenina ave., Kharkov, 61166, Ukraine
Ph.: +0-57-7401010, e-mail smelnyk@yandex.ru

Abstract — The problem of application of microwave diagnostics in the field of medicine is considered. The basic tasks of such diagnosis have been analyzed. It has been shown that the application of microwave scanning microscopy (MSM) had been perspective for their solution. The research program of development of methods of MSM in the diagnosis of various diseases has been proposed.

I. Introduction

A wide variety of methods of investigation of various diseases using microscopy in medicine and improved technical support laboratories, hospitals, provides additional opportunities for the fast and high-quality diagnostics.

II. Reasons for Application of Microwave Diagnostics of Biological Fluids in Medicine

The study of human biological fluids has traditionally played an important role in the development of ideas about the normal functioning and dysfunction of the organs and systems. At the same time it has not been sufficiently explored. The purpose of this report is to discuss the results of studies in order to examine their perspectives and develop a program of similar investigations based on MSM.

III. Method of Investigation of MSM for the Diagnosis of Various Diseases

MSM has several features that would provide additional information about the biological fluids in comparison with other methods. MSM allows you to localize the interaction region of the field with diagnostic facility. The depth of penetration of microwave radiation in the sample is different for different objects at different frequencies.

IV. Conclusions

You might expect that the use of microwave diagnostics will improve the system of mass screening, identification of diseases of patients on early stages and different risk groups.

Based on analysis of actual problems of diagnosis and opportunities for IMS the program of researches of development of this method has been created:

1. develop a model of interaction of the microwave field of the sensor of microwave microscope with the specified body fluids (blood, urine, saliva);
2. investigate and establish the relationship of their electrical properties and biological characteristics of the objects;
3. generate the biophysical model in order to explain this interaction;
4. investigate the spatial heterogeneity of the electrical parameters of the objects;
5. formulate the method of express diagnostics of diseases, the results of which might be used in clinical laboratories.