

ТЕРАГЕРЦОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — МЕДИЦИНЕ

И. М. Чекрыгина, А. Э. Чекрыгин, В. Э. Чекрыгин

Аннотация — Представлен краткий обзор уникальных возможностей и биофизических эффектов волн терагерцового (ТГц) диапазона внедренных в медицинскую технику. Показана ценность и преимущества ТГц приборов, разработанных в стране и за рубежом по сравнению с аналогами.

I. Введение

К концу XX века все диапазоны электромагнитного излучения оказались изучены, исключая три частотные декады, расположенные между СВЧ - и инфракрасным диапазонами - от 100 ГГц (3 мм) до 100 ТГц (3 мкм). Сегодня этот ТГц диапазон оказался на переднем крае исследований и разработок. [1] Какие особенности ТГц-диапазона привлекли к нему такое пристальное внимание? Это:

1. Огромный диапазон частот, неионизирующее излучение.
2. Сильная реакция многих веществ на ТГц-излучение.
3. Прозрачность многих тел для этого диапазона.
4. Все окружающие нас предметы излучают в ТГц-диапазоне.
5. Чувствительность (поглощение) ТГц-излучения к воде и другим полярным жидкостям.
6. Каждое вещество имеет в ТГц-диапазоне свой присущий только ему спектральный «портрет».
7. Возможность получения контрастных изображений.

Благодаря использованию ТГц-волн ожидается прорыв в ряде медицинских технологии.

II. Основная часть

Биотропные параметры ТГц-волн позволят создать приборы для контроля старения лекарственных препаратов, свежести пищевых продуктов, а также для определения опасных примесей в этих технологических процессах.

Вскоре ТГц аппараты с безвредным ЭМИ войдут в практику медицинской диагностики и заменят в ряде случаев рентгеновские аппараты. Самые большие надежды связаны с лечением онкологических больных. ТГц-волны хорошо проникают в верхние слои кожи, и дают возможность контролировать развитие недоброкачественных процессов на самых ранних стадиях.

В медицинскую практику РФ начинают внедряться новые методы терапии с использованием ТГц-волн NO-терапия, КВЧ-акустотерапия и др.

Технология, разработанная английской компанией TeraView, ускорит разработку готовых лекарственных средств.

Участки тела, пораженных раком кожи, трудно определить на глаз, поскольку 85% раковых клеток лежат в эпителии под поверхностью кожи. По сравнению со здоровыми тканями такие клетки содержат больше воды, которая интенсивно поглощает излучение в диапазоне частот от 100 ГГц до 3 ТГц. По ТГц излучению можно строить полную карту зоны поражения. [2]

С конца 2002 года фирма TeraView выпускает первые сканирующие устройства для работы онколо-

гов и стоматологов. Оборудование совершенно безопасно для здоровья пациентов и врачей. В отличие от рентгеновского просвечивания здесь выдается содержательная спектральная информация об элементах изображения.

Компанией TeraView был представлен первый прототип медицинского диагностического сканера. Это пассивная камера, формирующая изображение терагерцового излучения, которое испускается практически всеми объектами, включая людей, скалы, воду, деревья и звезды.

Намечена разработка терагерцевых сенсоров для бесконтактного отслеживания уровня глюкозы в крови пациентов, для фармакологических исследований лекарств.

Применяя методы наноинжиниринга для создания микромашинных конструкций из мельчайших антенн, участники StarTiger создали датчик, способный «видеть» объекты в диапазоне волн 0,2-0,3 ТГц.

Техника используется для генерации и детектирования сигналов в этом диапазоне, представляет собой смесь оптических и СВЧ устройств.

Фирма «Тидекс» занята созданием производства диагностических систем для ТГц томографии: томографы, микросхемы, детекторы для различных областей (стоматологии, дерматологии), биологии, фармацевтики, пищевой промышленности, и др.

ТГц системы будут обладать значительно большей чувствительностью, разрешением, быстродействием и надежностью, чем их аналоги.

Уникальная особенность терагерцевого анализа в том, что с его помощью можно одновременно проводить измерения амплитуды и фазы. Можно получить очень точные измерения коэффициентов преломления и поглощения исследуемого образца.

Врачи смогут обнаруживать рак кожи на более ранних этапах развития, чем это возможно сейчас, можно будет контролировать процесс заживления ран под бинтами или гипсом без их снятия.

Последние достижения в литографии и микромашинной обработке позволили создать камеру со значительно меньшими физическими размерами. Основу телекамеры составляет блок размером с сигаретную пачку. Изображения получают с помощью излучения от самого объекта, она работает при комнатной температуре в режиме реального времени.

ТГц приборы позволяют заглядывать вглубь самых разных предметов и материалов. Становится возможным анализ содержимого закрытых упаковок, пакетов, конвертов и так далее. Метод также может стать альтернативой УЗИ и рентгену. Прибор (Mini-Z,) созданный Брайаном Шулкиным, найдет применение в медицине для выявления злокачественных опухолей и оценки глубины ожогов. В РФ создана установка для ТГц терапии -Инфратератрон для использования в ожоговых центрах.

Появилась возможность фокусировать излучение в пятно с диаметром в миллионные доли метра, что позволит обнаружить в биологических клетках заболевания или нарушения.

В будущем будет создано устройство для получения *in vivo* Т-изображений внутренних органов человека наподобие рентгеновских снимков. Будет создана эндоскопическая система, представляющая собой Т-изображение с высоким пространственным разрешением с возможностью в реальном времени производить необходимый спектроскопический анализ. Диагностика болезни может быть значительно улучшена, если удастся обнаружить отклонения от нормы на молекулярном уровне.

Новые методы могут заменить существующий метод биопсии, позволят не только обнаруживать, но и следить за развитием и распространением раковых клеток. Методы ТГц-диагностики уменьшат число ненужных хирургических биопсий и ускорят быстроту постановки диагноза — с часов до минут. ТГц-оборудование обеспечивает врачей немедленной картиной подозрительного роста или поражения тканей. Делаются попытки обнаружения с помощью такого оборудования рака костного мозга.

Резонансные частоты многих веществ лежат в пределах ТГц-диапазона. Резонансные частоты эритроцитов крови находятся в диапазоне 0,5-1 ТГц, хромосомы различной генной активности 0,75 – 15 ТГц. Возможное применение ТГц-томографии в области биомедицинской диагностики, где образцы обладают сложной морфологией.

Система ТГц томографии, включая компьютерную томографию, дифракционную томографию и томографию с двойными линзами - являются новыми видами томографии основанными на свойствах ТГц-волн. Измерительная ТГц-система, сопоставляя переданную амплитуду и фазу широкополосного ТГц-сигнала при различных углах падения, получает полную информацию об объекте и, соединяя секционные двумерные изображения, программно получает 3-х мерное [3].

Способность ТГц-волн проходить через стены позволяет использовать их для обнаружения людей при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях в разрушенных зданиях, при завалах и т.п. Ведутся разработки ТГц-устройств, которые могли бы работать на удалённых расстояниях от объектов. По Программе фундаментальных исследований Президиу-

ма РАН выполнены научно-исследовательские проекты по направлениям: источники излучения, элементная база диапазона, применение ТГц излучений. Большой интерес привлек Новосибирский лазер на свободных электронах.

III. Заключение

ТГц-диапазон частот найдет вскоре широкое применение в медицинских технологиях: терапия, диагностика, экология.

Одно из направлений таких технологий – спектрально-молекулярная диагностика в широком диапазоне частот существования молекулярных спектров излучения и поглощения живых объектов.

Человечество вполне освоило этот необычный диапазон волн и требуется широкое его внедрение.

IV. Список литературы

- [1] *Чекрыгина И. М., Чекрыгин А. Э., Чекрыгин В. Э.* «Радиоэлектроника на службе здоровья», «БАННЭРплюс», Таганрог, 2009 г.
- [2] *Бецкий О. В., Креницкий А. П. и др.* «Биофизические эффекты волн терагерцового диапазона и перспективы развития новых направлений в биомедицинской технологии: терагерцовая терапия и терагерцовая диагностика». Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003, №12, с.3-6.
- [3] *Чекрыгин В. Э.* «Терагерцовый диапазон на страже здоровья», Известия ЮФУ, Технические науки, №7, 2009 г.

TECHNOLOGY TERAHERTZ — MEDICINE

Chekrygina I. M., Chekrygin A. E., Chekrygin V. E.
JSC "TRISTAN"
Taganrog, Russia
e-mail: tristan@itt.net.ru

Abstract — Unique properties and biophysical effects of terahertz range implemented in medical devices are considered. Harmlessness of use of the given frequencies for a human body, perspective and efficiency of introduction in medical devices is proved. Importance and advantages of terahertz devices developed in our country and abroad are shown in comparison with similar devices.