

Синицын Н.И., Ёлкин В.А., Бецкий О.В.

Принципиальная роль состояния структуры водосодержащей среды биотканей в современных биомедицинских радиоэлектронных нанотехнологиях миллиметрового и терагерцового диапазонов и развитии новых принципов технологий будущего*ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, Саратовский филиал, г. Саратов*

Изучение особенностей взаимодействия электромагнитных волн с живыми системами и возможностей их практического использования относится к области одних из наиболее важных и перспективных направлений современного естествознания. При этом большой интерес в проводимых исследованиях представляют электромагнитные волны миллиметрового и терагерцового диапазонов. Миллиметровые или крайне высокочастотные (КВЧ) и терагерцовые электромагнитные излучения низкой интенсивности (ЭМИ) благодаря ряду совершенно необычных и уникальных особенностей их взаимодействия с биологическими объектами широко используются в настоящее время в медицине и биологии. Но, хотя миллиметровая или КВЧ медицина уже состоялась и продолжает развиваться, полной ясности в её понимании нет вплоть до настоящего времени.

В наши дни по многим сложным вопросам взаимодействия ЭМИ с живыми системами приходит ясность. В то же время по ряду из них требуется более глубокое понимание. И среди открытых вопросов одним из особенно важных, основополагающих и принципиальных, как удалось в последние годы обнаружить авторам, бесспорно, оказывается вопрос об особой роли структуризации водосодержащей среды в биосистемах в современных биомедицинских радиоэлектронных технологиях, использующих ЭМИ. Сказанное относится, естественно, и к технологиям будущего. При этом, прежде всего, следует особо подчеркнуть, что, как это не парадоксально, вплоть до последнего времени данный вопрос, несмотря на всю его принципиальную значимость, не ставился на повестку дня. И это не случайно и объясняется, наряду со сложностью и не очевидностью самого вопроса, двумя обстоятельствами. Во-первых, у исследователей, работающих в области миллиметровой и терагерцовой медицины, основные усилия были практически полностью направлены на выявление и анализ результатов воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового и терагерцового диапазона на живые структуры, которые проводились традиционными методами лишь только по прошествии определенного времени на основе обработки данных клинических наблюдений. А во-вторых, при попытке исследовать влияние структуризации водной среды в живых системах на её взаимодействие с ЭМИ, прежде всего, должны были быть разработаны специальные невозмущающие радиоэлектронные методы анализа состояния структуры водной среды и создана соответствующая высокочувствительная радиоэлектронная аппаратура. И эта задача уже сама по себе являлась самостоятельной и достаточно сложной проблемой в радиофизике как в научном, так и в техническом плане.

Особая роль структуризации водосодержащей среды в биосистемах при взаимодействии с ЭМИ впервые была обнаружена в работе авторов. Этому предшествовало сделанное авторами открытие явления генерации электрической энергии тонким водосодержащим слоем, связанное со структуризацией водной среды при её контакте с внешними нанонеоднородными материалами.

Авторы экспериментально обнаружили, что при взаимодействии ЭМИ с водной средой определяющую роль в появлении особенностей этого взаимодействия, которые приводят, в частности, к появлению в живых системах биологических эффектов, лежащих в основе биомедицинских технологий, играет структуризация водной среды за счет действия внешних факторов. А также изучили особенности перехода водных сред под действием внешних факторов из одного состояния в другое. В том числе определили время этих переходов. Было установлено, что структуризация водной среды должна иметь место в момент её взаимодействия с ЭМИ. Причем, если водная среда не структурирована, то, как показали проведенные авторами эксперименты, при её взаимодействии с ЭМИ никаких особенностей в изменении структуры самой водной среды не наблюдается. Происходит лишь обычный тепловой нагрев водной среды. Этот чрезвычайно важный фундаментальный вывод лежит в основе работы, развития и совершенствования как современных биомедицинских технологий, так и технологий будущего. Полученные результаты способствуют не только дальнейшему, но принципиально новому и более глубокому пониманию механизма, особенностей и возможностей миллиметровой и терагерцовой медицины.

В докладе обсуждается экспериментально обнаруженная доминирующая роль структуризации водосодержащей среды в биотканях при её взаимодействии с ЭМИ в современных радиоэлектронных биомедицинских нанотехнологиях миллиметрового и терагерцового диапазонов и технологиях будущего. Установлена частотная зависимость этого взаимодействия и зависимость его эффективности от структуры нанонеоднородной поверхности материала, структурирующей водосодержащую среду.

Сделан первый шаг к научному объяснению основ контактной кристаллотерапии. Рассматривается возможность совместного использования методов КВЧ терапии и кристаллотерапии, и делается вывод о перспективности такого подхода. Подтверждается реальность рождения принципиально нового направления в биомедицинских радиоэлектронных технологиях – миллиметровой и терагерцовой наноструктурной медицины именно как нанотехнологии будущего. Эти нанотехнологии могут использовать существующие и развиваемые подходы миллиметровой и терагерцовой медицины, в том числе и в сочетании с особенностями и возможностями структуризации водосодержащих сред в живых тканях от их контакта с живыми структурами, природными минералами или искусственными материалами. Такими материалами могут быть также наноструктурные объекты, доставляемые в живые органы в виде живых наноструктур, нанокапсул, наноконтейнеров и лечебных препаратов.

Обнаруженные эффекты структуризации водосодержащей среды в живых системах открывают перспективы построения на новых принципах высокоэффективной диагностики и терапии различных патологий, включая тяжелые заболевания. Они могут оказаться также принципиально важными при обсуждении вопроса о природе механизма биосовместимости живых и неживых элементов, путей и технологий создания биосовместимых структур.