

## РАДИОЭЛЕКТРОНИКА НА СЛУЖБЕ ЗДОРОВЬЯ

*Чекрыгина И.М., Чекрыгин А.Э., Чекрыгин В.Э.  
ОАО «НПК «ТРИСТАН» E-mail: [3stan\\_tag@mail.ru](mailto:3stan_tag@mail.ru)*

*Рассмотрены некоторые результаты внедрения радиоэлектроники в медицинскую технику в борьбе за сохранение и продление человеческой жизни. Кратко изложены расширяющиеся сферы деятельности радиоинженеров, физиков, математиков в медицине.*

Прошедшее столетие явились истинным триумфом использования электромагнитной энергии человеком. Трудно представить современную жизнь без радио, телевидения, радиолокации, интернета. Эта техника берет свое начало от скромных первых опытов великого русского ученого А.С.Попова. Идеи радиоэлектроники находят широкое применение во многих областях человеческой деятельности, в том числе и медицине.

Ученых прежде всего интересовал механизм воздействия электромагнитных излучений на живой организм. Организм, в котором возникают электрические явления, не может оставаться безучастным по отношению к внешнему электромагнитному полю.

Если радиоволны поглощаются какой-то средой, то электромагнитная энергия превращается в тепловую и среда нагревается. Аппараты микроволновой диатермии позволяют прогреть находящиеся в глубине ткани. Они пригодны и для терапии, не связанной с повышением температуры тела. Этот метод особенно благоприятно действует при острых воспалительных процессах.

Когда *запуск космических кораблей* стал почти повседневным занятием, а на борту корабля появились космонавты, возникла необходимость следить за состоянием их здоровья. Диагностика на расстоянии играет очень важную роль. Введение *телеметрического метода* в медицинскую практику открыло новые возможности ранней и точной диагностики заболеваний. Доказано, что каждый организм имеет свою собственную частоту очень слабых электромагнитных излучений, позволяющих "общаться" с тканями и органами на понятном им языке. На основе этого феномена разработаны приборы, которые позволяют лечить человека. При воздействии на человека индивидуальной электромагнитной частотой в его организме возникают резонансные явления. Если частота колебаний, вводимая извне, совпадает с собственной частотой колебаний системы, то амплитуда их увеличивается. Это явление дало ключ к совершенно новому типу лечения, который и называют *биорезонансной терапией*. Электромагнитное излучение позволяет воздействовать сразу на весь организм в целом и активизировать его защитные силы.

### *Интеграция медицинских и технических наук в XX веке*

При АН СССР в 1957г. А.И.Берг основал секцию «Применение радиоэлектроники в биологии и медицине». ИРЭ АН СССР делает огромный шаг в изучение физических полей человека и его органов. Создаются не имеющие аналогов медицинские приборы: магнитный кардиограф, инфракрасный термограф, установки для регистрации акустических сигналов и многое другое.

Коллективными усилиями специалистов разнообразных областей науки и техники: биологии, медицины, физики, химии, радиоэлектроники, материаловедения создаются новые технологии. [1-5].

Анализ результатов, отмеченных нобелевскими премиями в области физиологии и медицины [6], демонстрирует принципы формирования и развития медико-технических наук в XX веке. В 1903 году нобелевская премия присуждается датскому ученому Нильсу Файсену за развитие методов лечения болезней при помощи лучей света. Современную медицинскую науку невозможно представить без методов воздействия разнообразных видов концентрированных потоков энергии на биологические объекты, в первую очередь лазерных технологий.

Огромным достижением в изучении физиологии и патологии сердца явилось изобретение *электрокардиографии*. В Эйнтховен удостоен Нобелевской премии в области физиологии и медицины за 1924 год.

Величайшим достижением человечества явилось открытие рентгеновских лучей (нобелевская премия 1895г.). Триумфом медико-технической науки XX века явилось создание рентгеновской компьютерной томографии (нобелевская премия 1979 г.)

*Моделирование работы организма как единой целостной системы*

Прогресс средств вычислительной техники позволил приступить к моделированию работы организма как единой целостной системы. Совместные усилия медицинских и технических наук ярко выражены в международном проекте “The Physiome Project” [7]. Стратегическая цель его состоит в развитии понимания и описания организма человека, его физиологии и патофизиологии для использования в новых медицинских технологиях.

Особенно плодотворным представляется синтез математического моделирования работы организма как единой целостной системы с развивающимися методами визуализации: трехмерным изображением объектов; новыми томографическими методами, комбинированными системами визуализации, совмещающими разнообразные физические принципы визуализации и количественные измерения характеристик визуализируемых объектов; совмещением систем визуализации с хирургической и микрохирургической атрибутикой [8]; анализом изображений с помощью систем искусственного интеллекта, наконец, визуализацией атомно-молекулярных систем.

Разработана система проектирования биомедицинских микросистем, включающая проектирование биочипов и геносенсоров [9]. Развитие новых медицинских технологий в XXI веке в значительной мере связано с развитием имплантируемых биомедицинских миниатюрных систем: стимуляторы, биохимические анализаторы, протезы и т.д. Важное значение имеет также автоматизация проектирования систем временного замещения функций организма.

*Разработка новых методов исследования человека, прежде всего на основе достижений радиофизики, открывает новые горизонты исследования, позволяет открывать новые факты и явления.* Разработан и внедрен в широкую лечебную практику метод скрининговой экспресс-диагностики: пунктурное тепловидение. Подход существенно раздвинул границы диагностических возможностей тепловидения и является столь же универсальным и информативным, как рентген, выгодно отличаясь безвредностью и технической простотой.

*В 50-е годы в клинической практике был разработан метод полярографического исследования содержания и динамики кислорода в тканях. Методика получила широкое распространение у нас и за рубежом.* Выявились большие перспективы полярографии в пластической хирургии, космической медицине и пр. *Развитие ритмодиагностики и ритмотерапии стало актуальнейшей проблемой медицины.*

*Фундаментальные открытия академика Н.Н. Девяткова в области резонансной диагностики и терапии с помощью радиоволн КВЧ-диапазона сделали переворот в медицинской науке. Появляется огромный ряд медицинских приборов мм диапазона.* [10-12]

В 50-80 годах технологический прогресс в области медико-технической науки развивался очень высокими темпами, что связано, с общей научно-технической революцией и, в частности, с разработками в военных областях науки и техники. Многие примеры свидетельствуют о плодотворности такого "переноса" знаний и опыта:

- ультразвуковое сканирование тела человека, использование многоканальных излучателей и приемников на сверхвысоких частотах, эффекта Доплера, программная реконструкция получаемых изображений внутренних органов и тканей стали в настоящее время частью рутинного диагностического обследования;
- открытия биологами механизмов внутриклеточного взаимодействия и познания генных структур создали качественный сдвиг в реконструктивном лечении многих заболеваний;
- теоретическое, экспериментальное и математическое моделирование строения и функций внутренних органов позволили создать искусственные клапаны сердца, сосуды, кровь, суставы, искусственную кожу, протезы конечностей, имплантируемые стимуляторы деятельности сердца, мышечные стимуляторы;

- развитие компьютерной техники привели к созданию сложной диагностической аппаратуры, такой как рентгеновские и ЯМР-томографы, позитронные эмиссионные томографы, гамма-камеры, позволяющие проводить диагностику различных заболеваний;
- Благодаря широкому использованию микротехнологии, электроники, компьютеризации, разработки новых химико- физикоаналитических методов лабораторная техника перешла к методам автоматизированного микроанализа и пробоприготовления, с рекордно высокой чувствительностью и надежностью получаемого результата.
- компьютерная техника и информатика явились также основой построения информационно-справочных систем различного уровня, от экспертной системы – советчика врача, до медицинских банков данных глобального уровня.
- на основе достижений современных систем спутниковой связи, сотовых телесетей и современных банков данных развивается новая сфера медицинской помощи и обслуживания населения – телемедицина.

Области применения медицинской техники чрезвычайно разнообразны и сферы деятельности радиоинженеров, физиков, математиков в медицине расширяются. Это:

1 *Информационные технологии* обеспечения диагностики, терапии и прогнозирования состояния организма, его органов, систем, тканей на основе цифрового кодирования, фильтрации и компьютерной обработки биологических сигналов и изображений, их визуализации, в т.ч. многомерной, использования методов и средств искусственного интеллекта,

2 *Биомедицинские исследования* в сочетании с математическим и компьютерным моделированием строения, функций, поведения, генеза и патологии живого организма, его систем органов, тканей, клеток, энерго- и массообмена, физических полей, воспринимаемых сигналов, построение и использование имитационных моделей функционирования органов и систем для компьютерного управления аппаратурой жизнеобеспечения и терапии, в том числе, с биологической обратной связью.

3 *Микроанализ биологических жидкостей и тканей* радионуклидными, иммуноферментными, флюоресцентными, люминесцентными, интерференционными аналитическими методами, с автоматизацией отбора и приготовления проб и компьютерной обработкой получаемой информации.

4 *Создание искусственных органов и тканей*, в т.ч. гибридных и обеспечение их биологической совместимости, их инструментальная, терапевтическая и фармакологическая поддержка пациента.

5 *Многофакторные энергетические воздействия в диагностических и терапевтических целях* на системы, органы и ткани организма, в т.ч. на клеточном и геномном уровне.

6 *Нанотехнологии*: зондовая микроскопия, туннельная спектроскопия, молекулярная сборка биосенсоров и др.

Одна из наиболее развивающихся областей медицинского приборостроения - *системы, комплексы и аппаратура визуализации внутренних органов*. Основные тенденции развития этого класса аппаратуры:

- создание "цифровых" комплексов и аппаратов, позволяющих повысить информативность изображений и снизить лучевые нагрузки;
- создание т.н. "открытых" томографов, позволяющих проводить операционные вмешательства под наблюдением;
- новые сенсоры с высокой разрешающей способностью и значительным уменьшением их размеров для визуализации в полостях, доплеровское картирование изображений кровотока в мелких сосудах и т.д.;
- во всех видах аппаратуры: получение объемных изображений, возможность применения "контрастных" препаратов, применение технических и программных средств архивирования и передачи изображений по телекоммуникационным сетям.

*Аппаратура функциональной диагностики остается одной из ведущих областей медицинского приборостроения.*

Тенденции в развитии *физиотерапевтической аппаратуры* состоят в применении новых факторов физического воздействия, использовании биологической обратной связи, синхронизации с биоритмами пациента, саморегулировании. Важное место в физиотерапии займет аппаратура с использованием сочетанных методов воздействия как на отдельные органы, так и на весь организм. Широкое применение найдет неинвазивная диагностика и терапия.

В российской науке имеется добротный задел мирового уровня, который используется и будет востребован в XXI веке. Это уникальный опыт излучения предельных адаптивных возможностей организма в процессе пилотируемых полетов (институт медико-биологических проблем); функциональное картирование собственных физических полей и излучений организма (ИРЭ АН), исследования внутриклеточных механизмов воздействия сверхслабых физических сигналов (институт физики клетки), фундаментальные работы по биоинформатике (институт проблем передачи информации), работы по самоорганизации в биосистемах (институт биофизики), обнаружения и исследования аутодиагностических систем в головном мозге (институт физики клетки), модель аутодиагностической системы в спинном мозге, позволяющая понять систему акупунктуры (ФИАН, ИРЭ) и др.

Природа открывает перед инженерами и учеными бесконечные возможности по заимствованию технологий и идей. Современные технические средства и компьютерное моделирование помогут разобраться в том, как устроен окружающий мир, и позволят скопировать из него детали для собственных нужд.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Викторов В.А. О развитии медико-технической науки// Вестник РАМН, № 10, 2000.
2. Штарк М.Б. Технология виртуальной реальности и физиологические функции// Вестник РАМН, № 10, 1999.
3. Селищев С.В. Достижения и тенденции развития биомедицинской электроники как междисциплинарной области в науке, технике и высшем образовании// Изв. Вузов “Электроника”, № 5, 1997.
4. Бессонов А.С., Колбас Ю.Ю., Рогаткин Д.А. Визуальные диагностические приборы в медицинской неинвазивной спектрометрии. Технология живых систем. Т.4. № 1 2007г.
5. Рогаткин Д.А. Неинвазивная лазерная диагностика в медицине. Лазерная медицина №4, 2000г.
6. Nobel e-museum//<http://www.nobel.se>.
7. The Physiome Project//<http://nsr.bioeng.washington.edu/NSR/physiome>.
8. Судаков К.В., Викторов В.А., Юматов Е.А. Новые медицинские технологии оценки состояния человека// Вестник РАМН, № 9, 1999г.
9. Computer-Aided Design Software for development of Microfluidics-Enabled Instruments//<http://www.te.rl.ac.uk/europractic/rl/microcosm>.
10. Бецкий О.В. Миллиметровая терапия – приоритетная отечественная разработка. Радиотехника, №12, 2003г.
11. Петросян В.И., Синицин Н.И., Елкин В.А. и др. Вода, парадоксы и величие малых величин. Биомедицинская радиоэлектроника, №2, 2000г.
12. Дедик Ю.В. Как создавалась установка для КВЧ – терапии. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, №2-4, 2007г.