

АППАРАТ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

И. А. Воронецкий

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

Современная ультразвуковая диагностика покоится на двух китах: методах получения двухмерного изображения и доплеровских режимах. За сравнительно короткий временной отрезок (40 лет) пройден огромный технологический и методический путь. Основные высокотехнологичные инструментальные фирмы Востока и Запада включили в номенклатуру своих изделий ультразвуковые диагностические приборы, и, вкладывая многие десятки миллиардов долларов США, постоянно их совершенствуют и развивают. В настоящее время ультразвуковое диагностическое оборудование, по данным экспертов из Великобритании, занимает 25 % мирового рынка медицинских технологий [2].



Рис. 1. Пример отображения плода на экране УЗ-аппарата

Биологическое действие ультразвука и его безопасность для больного постоянно дискутируется в литературе. Знания о биологическом воздействии ультразвука базируются на изучении механизмов воздействия ультразвука, изучении эффекта воздействия ультразвука на клеточные культуры, экспериментальных исследованиях на растениях, животных и, наконец, на эпидемиологических исследованиях [1].

Ультразвук может вызывать биологическое действие путем механических и тепловых воздействий. Затухание ультразвукового сигнала происходит из-за поглощения, т. е. превращения энергии ультразвуковой волны в тепло. Нагрев тканей увеличивается с увеличением интенсивности излучаемого ультразвука и его частоты. Кавитация - это образование в жидкости пульсирующих пузырьков, заполненных газом, паром или их смесью. Одной из причин возникновения кавитации может являться ультразвуковая волна. Так вреден ультразвук или нет?

Исследования, связанные с воздействием ультразвука на клетки, экспериментальные работы на растениях и животных, а также эпидемиологические исследования позволили сделать Американскому институту ультразвука в медицине следующее заявление, которое в последний раз было подтверждено в 1993 г.: «Никогда не сообщалось о подтвержденных биологических эффектах у пациентов или лиц, работающих на приборе, вызванных облучением (ультразвуком), интенсивность которого типична для современных ультразвуковых диагностических установок. Хотя существует возможность, что такие биологические эффекты могут быть выявлены в будущем, современные данные указывают, что польза для больного при разумном использовании диагностического ультразвука перевешивает потенциальный риск, если таковой вообще существует».

В публикации института AIUM Medical Ultrasound Safety (Безопасность ультразвуковых исследований в медицине), изданной в 1994 г., упоминается принцип минимальной мощности ALARA и характеризуется следующим образом [3].

Аббревиатура ALARA расшифровывается как As Low As Reasonably Achievable (минимальное из всех возможных значений). Согласно принципу ALARA общее

ультразвуковое воздействие необходимо сводить к тому минимуму, при котором еще возможно получение оптимальных диагностических данных.

Чтобы минимизировать возможный риск при облучении ультразвуком, руководствуясь принципом ALARA, предложено новое решение.

Как правило, в УЗ-аппаратах используется сигнал, как на рис. 2, излучаются пачки синусоидальных колебаний, длительностью примерно 3 мкс, каждые 100 мс. Частота сигнала от 3,5 МГц до 5 МГц.

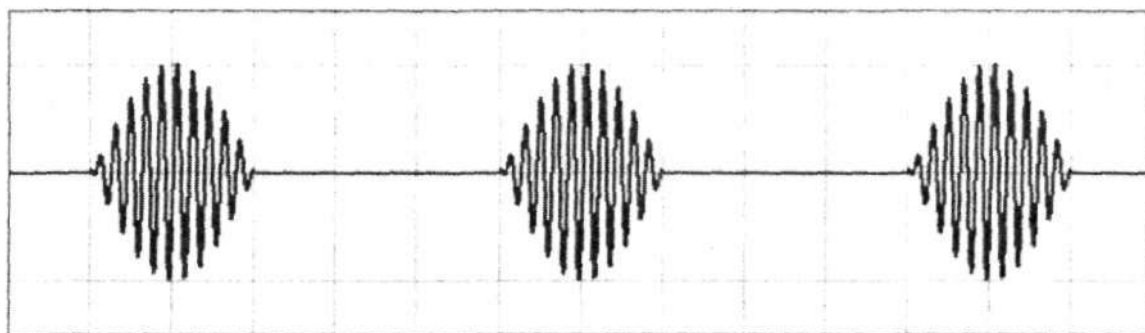


Рис. 2. Сигнал, используемый в УЗ-аппаратах

В качестве передаваемого сигнала предлагается использовать фазоманипулированный сигнал, так как индивидуальные свойства данного сигнала позволяют легко выделить его из ансамбля других сигналов, и считать его более помехозащищенным.

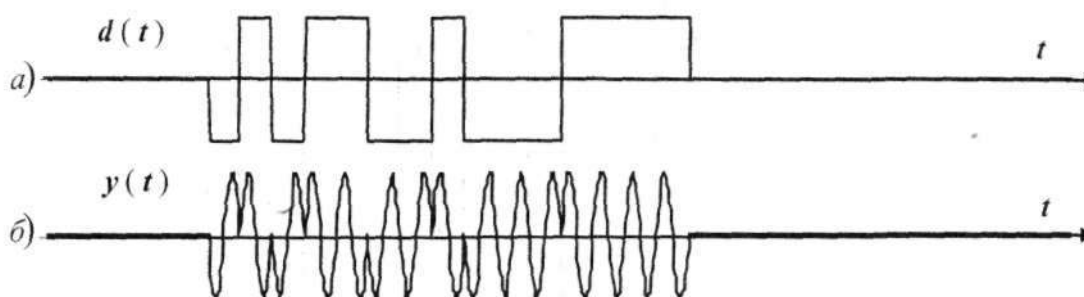
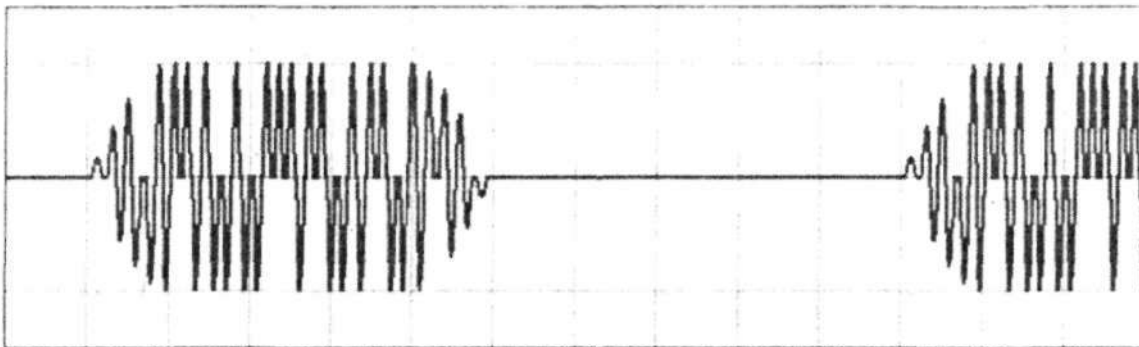


Рис. 3. Двоичная последовательность $d(t)$ (а) и модулированный ею сигнал $y(t)$ (б)

Фазоманипулированный сигнал предлагается использовать следующим образом (рис. 4): длительность сигнала - 30 мс, промежуток между пачками - 100 мс. Соотношение мощностей сигналов $P_i/P_c \sim 10000$, длительность импульса $t_c/t_i \sim 10000$.



Таким образом, планируется достичь большей безопасности сигнала за счет снижения мощности излучения, при неизменной выходной информации.

Литература

1. Голямина, гл. ред. «Ультразвук». - Москва : Совет, энцикл., 1979.
2. Физика ультразвука // Украинский ультразвуковой портал диагностики [Электронный ресурс]. - 2009. - Режим доступа: <http://ultrasound.net.ua/page/text/name=494>. - Дата доступа: 09.03.2009.
3. Электронная библиотека Hinari [Электронный ресурс]. - 2009. - Режим доступа: <http://hinari-gw.who.int/>. - Дата доступа: 05.04.2009.