

## БЕЗОПАСНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АППАРАТУРЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Петрович В. С. – магистрантка кафедры инженерной психологии и эргономики

Силков Н.И. - к.техн.н., доцент

Рассмотрены способы повышения разрешающей способности ультразвуковых сканеров.

Потенциальная разрешающая способность эхоскопов по дальности (глубине) определяется шириной спектра принимаемых эхосигналов, а поперечная или угловая потенциальная разрешающая способность – шириной диаграммы направленности электроакустической системы. С другой стороны, ширина спектра эхо-сигналов в значительной степени определяется полосой пропускания излучающих и принимающих электроакустических преобразователей, а скорость формирования эхоизображений зависит от скорости и закона сканирования характеристики направленности электроакустической системы в целом. Поэтому при выборе типа и параметров электроакустических преобразователей определяющими являются требования обеспечения широкой полосы пропускания при малых потерях электроакустического преобразования и узкой характеристики направленности при необходимых скорости и законе сканирования. Эти, а также эксплуатационные требования предопределяют разновидности конструкций электроакустических преобразователей [2, 178; 4, 121].

Успехи в развитии микропроцессорных средств цифровой обработки информации позволили перейти к новому принципу построения ультразвуковых эхоскопов. Суть этого принципа заключается в системной организации внутреннего построения приборов на основе встроенной в микроЭВМ (или промышленного компьютера) и унифицированного ряда программно-управляемых функциональных модулей: сбора, преобразования, обработки и отображения информации. В этом случае организация взаимодействия функциональных модулей реализуется на основе единого интерфейса, а управление прибором осуществляется программными методами. Такой подход к структурной организации микропроцессорных приборов позволяет перенести нагрузку по формированию необходимых функций сбора – обработки информации на программное обеспечение, что становится предпосылкой построения гибких, многофункциональных, перестраиваемых и развиваемых в процессе эксплуатации электронных блоков [1, 280; 2, 177; 3, 132].

С помощью фокусировки ультразвука можно увеличить пространственное разрешение на определенной глубине.

Для фокусировки ультразвука в настоящее время применяют два метода:

- изготавливается датчик специальной конфигурации, излучающая часть которого представляет часть вогнутой сферической поверхности, причем фокусировка происходит в центре соответствующей сферы;
- фокусировка осуществляется с помощью специальных линз, действие которых подобно действию оптических

В общем виде процесс работы сканера может быть представлен следующим образом. В некоторый момент времени датчик посылает короткий ультразвуковой импульс. Импульс линейно распространяется в гомогенной среде до тех пор, пока не дойдет до границы раздела фаз, где происходит отражение или преломление ультразвуковых лучей. Через время, равное  $\Delta t$ , отраженный звук (эхо) вернется к датчику, который теперь работает как приемник. Зная скорость распространения звуковой волны (1540 м/с) и время, за которое звук прошел расстояние до границы фаз и обратно ( $\Delta t$ ), можно вычислить расстояние между датчиком и этой границей ( $D$ ):

$$D = 1540 \times \Delta t / 2 \quad (1)$$

Соотношение (1) между временем и расстоянием и лежит в основе метода ультразвуковой визуализации сердца. Обычно в УЗ-аппаратуре используют ультразвуковые импульсы длительностью около 1 мс. Пьезоэлектрический элемент работает в режиме генерации менее 1% времени, а все остальное время – в режиме приема. При этом пациент получает минимальные дозы ультразвукового облучения.

Для увеличения объема информации, содержащейся в изображении, интенсивность принятых эхо-сигналов может быть представлена не в виде амплитуды, а в виде яркости свечения точки: чем больше интенсивность принятых эхо-сигналов, тем больше яркость свечения соответствующих им точек изображения. Такой режим называется *В-модальным* (В – от «brightness», «яркость»).

В М-модальном режиме (М – от «motion», «движение») одна из двух пространственных координат заменена временной. В М-модальном режиме на экране эхокардиографа по вертикальной оси откладывается расстояние от структур сердца до датчика, а по горизонтальной оси – время. Датчик при М-модальном исследовании может посылать импульсы с увеличенной частотой; это обеспечивает высокую временную разрешающую способность. М-модальное исследование дает представление о движении различных структур сердца, которые пересекаются одним ультразвуковым лучом. Главный недостаток М-модального исследования – одномерность.

Режим двумерного изображения в реальном времени тоже является развитием В-модального режима. Для получения двумерного изображения в реальном времени производится сканирование (изменение направления ультразвукового луча) в некотором секторе. При двумерном изображении мы получаем на экране поперечное сечение тканей, состоящее из множества точек, соответствующих В-модальным эхокардиограммам при различных направлениях ультразвукового луча. Технически в разных датчиках изменение положения ультразвукового луча (сканирование) достигается разными способами. [5, 77]

Рассмотрим каждый из режимов сканирования в отдельности.

Способ группировки сигналов, получаемых с отдельных пластин, при котором формируемое изображение будет иметь минимальное количество артефактов может быть получен на основе следующего алгоритма:

- 1) В определенной последовательности электрическими сигналами с некоторыми заранее рассчитанными задержками возбуждаются по порядку несколько пьезоэлектрических пластин.
- 2) После возбуждения, пьезоэлектрические преобразователи переходят в режим приема.
- 3) От сканируемой точки на каждую из пластин, с некоторой (также заранее рассчитанной задержкой) приходит отраженное эхо.
- 4) Полученные от одной точки сигналы с разных пластин объединяются по некоторому алгоритму и обрабатываются. В результате мы получаем информацию об объекте, находящемся в точке, готовую к отображению.
- 5) Происходит расчет параметров и сканирование следующей точки изображения.

Когда преобразователи переходят в режим приема, очевидно, что чем с большего количества пластин будут собраны сигналы от сканируемой точки, тем более полную информацию о ней мы получим. Однако, если структура исследуемого объекта не будет однородной и симметричной на пути хода ультразвуковых волн от датчика к точке, то большое количество собирающих пластин вносит только погрешность в результат исследования.

Необходимо найти оптимальное количество пластин, с которых будет собираться информация с условием получения наиболее качественного изображения с минимумом искажений и акустических артефактов.

Для выяснения и наглядного представления распространения ультразвуковых волн в среде была написана программа, эмулирующая работу ультразвукового датчика. На практике с использованием макета для определения возможностей эхолокации, меры (сосуда с вмонтированными проволоками диаметром 0,2 мм) и макетной платы были проверены теоретические соотношения и справедливость полученных формул.

Исходными данными для эмуляции являлись следующие:

- считалось, что датчик излучает колебания в среду, скорость распространения ультразвука в которой такая, как и в мягких тканях человеческого тела (может изменяться от 1530 до 1600 м/с);
- в среде на расстоянии 3 см, 3,5 см и 4 см от датчика расположены три металлических предмета (проволоки) толщиной 1 мм, полностью отражающие ультразвук;
- пьезоэлектрические пластины датчика излучают колебания так, что ультразвуковой луч фокусируется в области проволоки, отдаленной от датчика на 3,5 см, остальные находятся вне фокуса.

Программа позволяет увидеть процесс фокусировки, выявить возможные недостатки фокусировки, определить возбуждение какого количества пластин будет оптимальным, можно ли формировать с помощью одного датчика несколько ультразвуковых лучей одновременно и как они будут влиять друг на друга, насколько узким будет сфокусированный ультразвуковой луч в том или ином случае.

Считается, что датчик линейный и состоит из 64 пьезоэлектрических преобразователей, расстояние между соседними пластинами равно 1 мм. Состояние пластин фиксируется от момента излучения с периодом 50 нсек, ультразвук за это время распространяется на  $1540 \text{ м/с} \cdot 50 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 0,077 \text{ мм}$ .

Такая продольная разрешающая способность аппарата является очень избыточной и её вполне достаточно для получения достоверных данных о сканируемых объектах.

Данные о состоянии каждого их излучателей через 50 нсек записываются в отдельный файл, который по окончании эмуляции можно проанализировать.

Будем считать, что информация о сканируемой точке, находящейся в фокусе, собирается с 16 пластин, расположенных в центре датчика, то есть с 25-й по 40-ю. В результате для анализа получаем 16 выборок.

Из этих выборок нам нужно выбрать подвыборки с некоторым количеством отсчетов, соответствующих информации, принимаемой от требуемой точки, для которой и будут считаться коэффициенты корреляции.

Для формирования других выборок (подвыборок), чтобы появилась возможность как-либо их компоновать, их нужно привести в соответствие с разностью хода ультразвуковых волн от исследуемой точки до пластины, соответствующей каждой из выборок [5, 78].

После преобразований, получаем 16 факторов, над которыми можно производить какие-либо арифметические операции. Эти 16 факторов необходимо скомпоновать для получения на выходе как можно меньшего количества потоков данных, по которым можно будет получить информацию о точке. Такая компоновка необходима для упрощения структуры прибора до приемлемой. При большом количестве потоков в приборе появляется много дублирующих блоков, а обработка результата занимает большее количество времени, что сказывается на его производительности и качестве получаемого изображения (с увеличением времени сканирования одного кадра уменьшается качество получаемой картинки из-за погрешностей, вызванных движением датчика и исследуемого объекта). Приемлемым будем считать количество результирующих потоков 2 или 3.

Проанализировав результаты, полученные в ходе разработки программного раздела, можно сделать вывод, что для достижения наилучших показателей в области улучшения качества изображения необходимо совершенствовать как программную, так и аппаратную составляющую комплекса ультразвуковой диагностики пациента. Однако как показывают результаты исследований, улучшение качества изображения только лишь программными средствами обладает значительным потенциалом. Создавая и совершенствуя методы компьютерной обработки изображения, можно добиться полной или частичной автоматизации процесса диагностики, что в свою очередь значительно снизит требования к обслуживанию и позволит использовать комплекс не только специалистами в области медицинской электроники, но и людям без специального образования.

1. Ревяко Г.М., Силков Н.И. УЗИ-модуль диагностического прибора // Медэлектроника-2004. Материалы II Межд. науч.-техн. конференции. – Минск : БГУИР, 2004. – С. 280-283.
2. Силков Н.И., Ревяко Г.М., Головачев А.А., Липницкая Н.Г. Многопараметрический диагностический прибор // Медэлектроника-2006. Материалы IV Межд. науч.-техн. конференции. – Минск : БГУИР, 2006. – С. 177-179.
3. Станкевич А.В., Шемаров А.И. Проектирование процессорного модуля для использования в медицинских приборах // Международная научно-техническая конференция «Медэлектроника-2002». Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии – Минск ; 2002. – С. 132-135.
4. Домаркас В.Й., Пилецкас Э.Л. Ультразвуковая эхоскопия. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988. – с.121.

5. Петрович В.С., Силков Н.И. Методы повышения точности ультразвуковых сканеров // VII Международная научно-техническая конференция «Медэлектроника-2012». Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии – Минск : 2012. – С. 76-78.

## МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ И РАЗВИТИЯ РЕФЛЕКСИИ СТУДЕНТОВ ВУЗА.

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
г. Минск, Республика Беларусь

Баханович Д.А.

Карпович Е.Б. – ст. преподаватель

Подготовка высококвалифицированных специалистов на современном уровне предполагает не только организацию глубокого, системного и качественного освоения ими фундаментальных знаний, формирование соответствующих практических умений и навыков, но и развитие у них мотивационно-потребностной сферы, способности к самореализации и творчеству.

К сожалению, современные образовательные стандарты в большей степени нацеливают на оснащение будущего специалиста знаниями, нежели на формирование его профессионально-значимых личностных характеристик. Между тем в современных исследованиях по педагогике, психологии личности и психологии труда рекомендуется переход к новым образовательным и воспитательным технологиям, в частности, к личностно-ориентированному обучению и воспитанию.

В свете этого подхода важное значение для подготовки специалиста любого профиля имеет развитие у него рефлексии как свойства личности, мышления и условия, необходимого для его творческой самореализации и достижения высокого уровня профессионального мастерства.

С целью диагностики уровня рефлексивности было проведено исследование, среди студентов Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, магистрантов дневной формы обучения.

Методика исследования - методика А. В. Карпова «Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики» позволила определить уровень развития рефлексивности выборки. Текст опросника состоит из двадцати семи утверждений. Испытуемым нужно оценить, в какой мере каждое из них справедливо, применительно к нему. Данная методика позволяет диагностировать индивидуальную меру выраженности свойств рефлексивности: высокий, средний или низкий.

Анализ результатов опроса показал, что в большинстве случаев уровень развития рефлексии оказался средним или низким.

Это объясняется тем, что на сегодняшний день ни школьные, ни вузовские учебные программы не ориентированы на развитие у учащегося навыков рефлексии, на то, чтобы учащийся мог понять себя, контролировать и регулировать свои действия, развивать свой внутренний мир, включая самонаблюдение и самоанализ. Рефлексия – основной путь получения новых знаний. Знание о самом себе и других не приходит к человеку извне, но только через себя, через постоянную рефлексию.

Смысл всех существующих психотехник – достижение и поддержание высокой психической, духовной и физической формы посредством направленного мысленного сосредоточения. Большинство программ, направленных на развитие рефлексии человека, основано на четырех принципах или способах самопознания и саморегуляции: самовнушение, визуализация, концентрация, релаксация.

Вышеперечисленные теории имеют очень важное значение для формирования комплексного представления о рефлексии в нашем исследовании. Нужно отметить, что на современном этапе развития науки не существует единого подхода в изучении рефлексии и ее компонентов, так как ученые используют в своих исследованиях различные методы, кроме того, происходят кардинальные изменения в экономической, политической и духовной сферах жизни. Однако, анализ литературных источников позволил выделить общие положения:

- рефлексия позволяет человеку оценить свои действия, мысли, их результаты, найти свое место в жизни;
- рефлексия является констатирующим признаком личности и формируется вместе с ней;
- рефлексия существенно отличается от сознания так как сознание есть знание о другом, а рефлексия – знание себя.

### Литература:

1. Карпов А. В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики // Психологический журнал. - 2003. - Т. 24. - № 5. - С. 45-57.
2. Семенов И.Н., Степанов С.Ю. Типы и функции рефлексии в научном мышлении. Куйбышев, 1983.
3. Давыдов В.В., Зак А.З. Проблемы рефлексии: Современные комплексные исследования. – Новосибирск, 1987. – 213с.4. <http://testoteka.narod.ru/ms/1/18.html>
5. <http://vashpsixolog.ru/work-with-teaching-staff-school-psychologist/57-training-with-teachers/702-exercises-to-promote-reflection>