

В целях получения параметра  $\tau_e$  из сэмплированных сигналов музыкальных произведений допустимо использовать проведение эксперимента на обычной сцене, снабжённой «одеждой сцены», так как характер ранних отражений не влияет на кривизну спада сигнала и, соответственно, на  $\tau_e$ . Данное обстоятельство позволяет более экономично проводить исследования параметра  $\tau_e$  различных исполняемых музыкальных произведений и создавать оптимальные условия для звуковосприятия музыкальных программ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Shevtsov S.E., Sumbatyan M.A.* The influence of the structure of early reflections on subjective characteristics in architectural acoustics. <http://www.math.rsu.ru/niimp/niimp.html> (Rus.)
2. *Shevtsov S.E.*, The influence of the scene acoustics parameters on the parameters  $\tau_e, ACF$ . Natural and Technical Science. №6, 2004 (124,126) (Rus.)
3. *Y. Ando.* (1998) Architectural Acoustics/ Blending Sound Sources, Sound Fields, and Listeners. Springer-Verlag
4. *Burd.A. N.* Nachhallfreie Musik fur Akustische Modelluntersuchungen. Mitteilungen 13 [1969]
5. *T.Hidaka, K.Kageyama and S. Masuda*, Recordings of Anechoic Orchestral Music and Measurement of its Physical Characteristics Based on the Autocorrelation Function, Acustica, – Vol.67. – 1988. – P. 68–70.

УДК 534.6

**И.А. Кириченко, В.В. Котляров, М.Н. Рябец**

#### РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ДЛЯ УЧЕТА БИОМАССЫ В РУСЛАХ РЕК

Межгодовые изменения биомассы рыб определяют необходимость в обоснованном и надежном долгосрочном прогнозе ее количественной оценки, что является важной практической задачей, с решением которой связан ряд научно-исследовательских работ [1–3].

Разрабатываемая рыбопоисковая гидроакустическая аппаратура для подсчета рыб на проходе их к местам нерестилищ в руслах рек, заливах морей, лиманах, а также в каналах и рыбоходных сооружениях должна обладать свойством адаптивности и удовлетворять следующим условиям [6]:

- иметь несколько счетных независимых идентичных каналов, реализующих функцию измерения, с помощью которых накапливается исходная информация;
- обладать функцией перестройки собственной структуры и характеристик, которая определяет качество функционирования системы;
- обладать функцией управления структурой, характеристиками и параметрами системы, адекватно отражающей изменения внешних воздействий на систему.

Выполнение этих условий возможно при комплексировании гидроакустической аппаратуры, которое позволяет успешно решать задачу оценки запаса биомассы с помощью гидроакустических приборов и увеличивает качество и надежность полученных результатов.

Анализ методов построения измерительных гидроакустических систем определил состав структуры комплекса и основные задачи проведенных экспериментальных исследований его основных характеристик [6]. Особенность разрабатываемого гидроакустического комплекса для количественной оценки рыбных скоплений заключается в том, что он имеет пять независимых идентичных каналов для получения первичной гидроакустиче-

ской информации, накопление и обработку информации, которая позволяет интерпретировать значение численности и биомассы рыбных скоплений. Для работы в руслах рек целесообразно применять эхолоты с рабочей частотой 120–200 кГц и небольшими диапазонами осмотра (0–10 м; 0–20 м и т. д.), а также использовать устройства выделения и блокировки донного сигнала [3].

На рис. 1 показана геометрия задачи по учету рыб в руслах рек и рыбоходах. Гидроакустический комплекс содержит пять акустических антенн. Ширина характеристики направленности  $2\Theta_{0,7}$  приемо-изучающих антенн составляет примерно 300. Метод основан на подсчете эхо-сигналов, отраженных от рыб, проходящих в зоне лоцирования, которая образуется суммарным акустическим полем всех пяти акустических каналов. Три антенны располагаются на дне, а две – на поверхности воды на поплавках. При изменении уровня воды антенны, расположенные на поверхности, тоже перемещаются. Акустические оси антенн ориентированы таким образом, что формируется зона лоцирования, перекрывающая практически все поперечное сечение течения воды в реке или рыбоходе.

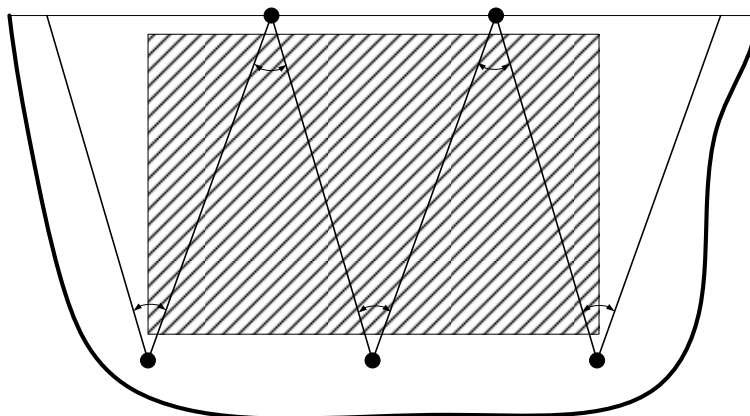


Рис. 1. Геометрия расположения акустических антенн

Разрабатываемый гидроакустический комплекс помимо акустических антенн должен содержать излучающий и приемный блоки, а также схему обработки и накопления полученной гидроакустической информации.

На рис. 2 представлена структурная схема гидроакустического комплекса. Функции управления структурой, характеристиками, параметрами комплекса и перестройки структуры комплекса реализуются ЭВМ. Блок формирования, состоящий из формирователя сигнала, формирователя закона временной автоматической регулировки усиления, схемы управления коммутацией сигнала и коммутатора сигнала, обеспечивает идентичность характеристик излучаемых сигналов, поступающих на входы пяти независимых излучающих блоков. Излучающий блок состоит из усилителя мощности, коммутатора приема-передачи и приемоизлучающей акустической антенны.

Каждый из пяти каналов комплекса имеет независимый приемный блок, который состоит из предварительного усилителя с временной автоматической регулировкой усиления, усилителя с ручной регулировкой усиления и детектора. Характеристики приемных блоков можно изменять в широком динамическом (не менее 80 дБ) диапазоне, что обеспечивает функцию перестройки характеристик комплекса и определяет качество функционирования системы в целом.

2

 $2\Theta_{0,7}$

Принятые сигналы после соответствующей аналоговой обработки, осуществляемой приемным блоком, поступают на входы многоканального аналого-цифрового преобразователя, а затем в ЭВМ для накопления и обработки полученной информации.

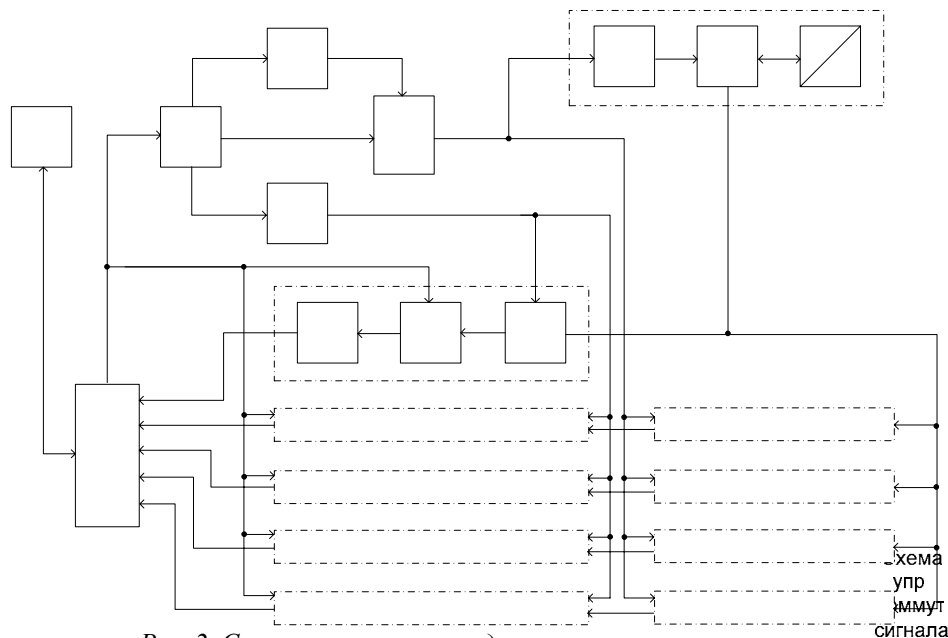


Рис. 2. Структурная схема гидроакустического комплекса

Наиболее важным, с точки зрения идентичности получаемой информации, является идентичность и стабильность характеристик излучающего блока, что связано с конструктивными и технологическими особенностями гидроакустической аппаратуры в целом.

На рис. 3 показана характеристика направленности одного канала излучения.

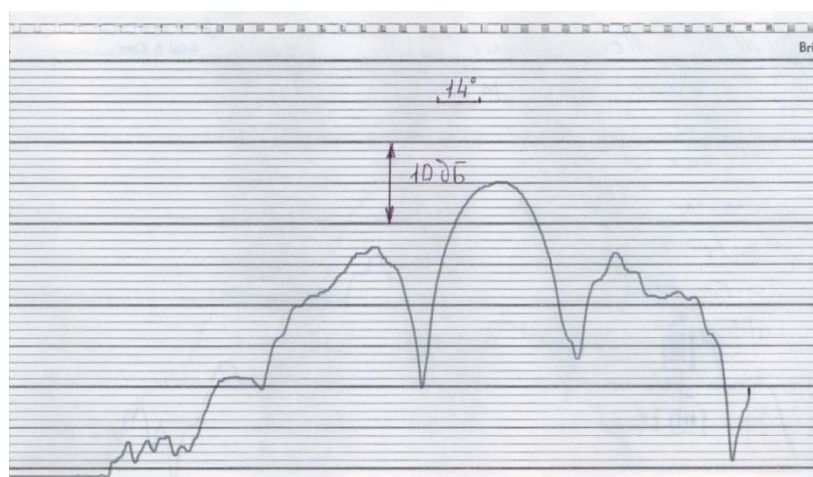


Рис. 3. Характеристика направленности акустической антенны комплекса

В основу структурной и электрической принципиальной схем усилителя мощности (УМ) положены рассмотренные в [4, 5, 7] двухтактные схемы УМ. Лабораторные исследова-

Коммутатор  
сигнала

Формир  
ВАРУ

АД

РРУ У

Приемный блок

Приемный блок

Приемный блок

Приемный блок

дования УМ показали, что для повышения надежности необходимо учесть ряд специфических вопросов, связанных как со схемотехническими решениями УМ, так и с особенностями его работы.

Исследование переходных процессов коммутации показало, что на этапе переключения транзисторы УМ оказываются открытыми и через них проходят “сквозные” токи. Такой режим является опасным для двухтактных схем. Устранить “сквозные” токи можно только задержкой включения одного транзистора по отношению к другому. Для этого в цепи управления УМ вводится принудительная пауза, длительность которой больше времени рассасывания основных носителей заряда в транзисторах.

Экспериментально определенная зависимость электрической мощности, отдаваемой УМ в активную нагрузку, для различных значений напряжения питания в диапазоне изменения нагрузки 10–50 Ом показала, что выходной трансформатор обеспечивает оптимальное согласование оконечного каскада УМ с нагрузкой 20 Ом. Была исследована зависимость выходной мощности УМ от величины нагрузки и частоты сигнала для двух различных типов выходных трансформаторов – на тороидальном и трубчатом сердечниках [4]. Выходной трансформатор в обоих случаях обеспечивал оптимальное согласование с нагрузкой 20 Ом с центральной частотой 190 кГц в диапазоне  $\pm 30$  кГц относительно центральной частоты.

В усилителе мощности снималась зависимость мощности, развиваемой усилителем на активном сопротивлении, равном активному сопротивлению антенны эхолота на резонансе. В табл. 1 приведены значения мощности в диапазоне частот 160 – 300 кГц на нагрузке 40 Ом.

Таблица 1

Частота, кГц	160	180	200	220	240	260	280	300
Мощность, Вт	100	120	120	100	80	70	60	50

В табл. 2 приведена зависимость мощности, развиваемой усилителем на активном сопротивлении, от сопротивления нагрузки на частоте 200 кГц.

Таблица 2

Сопротивление, Ом	5	10	20	30	40	50
Мощность, Вт	70	100	110	120	120	100

При изменении длительности импульса от 50 мкс до 2 мс при скважности 10 мощность не меняется, скола импульса не наблюдается.

Проведена проверка мощности, развиваемой усилителем на антенне эхолота. При этом мощность рассчитывалась по напряжению на антенне и активному сопротивлению антенны. Мощность на частоте 200 кГц равна 100 Вт.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Марколия А.И.* Акустические методы учета рыб в реках и рыбоходах (устройства, исследования, практика): Монография. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2003. – 288 с.
2. *Кудрявцев В.И., Дегтев А.И., Соколов А.В.* Об особенностях количественной оценки запасов байкальского омуля гидроакустическим методом / Интернет-версия журнала «Рыбное хозяйство»: – 2005. – № 3.
3. *Гаврилов Е. Н., Пестриков В. В., Сорокин А. Л.* Применение гидроакустического метода при подсчете биомассы ламинариевых водорослей // Тез. докл. 5 науч. конф. по пробл. промысл. прогнозир. (долгосроч. аспекты), – Мурманск. – 1992. – С. 40–41.
4. *Титце У., Шенк К.* Полупроводниковая схемотехника.: Пер. с нем./ Под ред. А. Г. Алексеенко. – М.: Мир, 1982.

5. *Хоровиц П, Хилл У.* Искусство схемотехники: В 2-х т. Т. 1.: Пер. с англ./ Под ред. М. В. Гальперина. – М.: Мир, 1983.
6. *Кириченко И.А., Раскина М.Н.* Методика построения адаптивной гидроакустической системы // Сборник трудов XV сессии Российского акустического общества. Т. II. – М. – 2004. – С. 206–210.
7. *Кириченко И.А.* Разработка и исследование усилителя мощности гидроакустического комплекса для экологического мониторинга водной среды // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Экология 2000 – море и человек». – Таганрог. – 2000. – С. 102–103.

УДК 622

**А.В. Гоннова, Н.Н. Чернов**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЕЙ**

Возможности бесконтактного лечения мочекаменной болезни в последние годы уделяется особый интерес. И если до недавнего времени для целей экстракорпоральной литотрипсии активно использовались электрогидравлический и электромагнитный ударно-волновой генераторы, излучающие ударно-волновые импульсы, являющиеся фактором разрушения камней, то в последние годы на передний план выходит возможность использования пьезоэлектрического ударно-волнового генератора. Это обусловлено его широкими возможностями и отсутствием таких недостатков, как дороговизна расходного материала, а следовательно, и самого метода, низкий коэффициент полезного действия, ограниченные возможности качественного дробления крупных конкрементов в почке.

Одним из основных требований, предъявляемых к пьезоэлектрическому ударно-волновому генератору литотриптора, является возможность излучения короткого акустического импульса. В среднем лучшей эксплуатационной длительностью импульса (на полувысоте амплитуды) в фокусе является время около 0,4–0,6 мкс. Более длительные импульсы (около 1,0–1,5 мкс) неизбежно приведут к повреждению тканей из-за выраженной отрицательной фазы волны, которая тем больше, чем длиннее импульс [1].

Известно, что для качественной передачи пьезопреобразователем коротких акустических импульсов последний должен обладать достаточно широкой полосой пропускания. Этой теме посвящены работы многих исследователей. Так, в работах [2] и [3] авторы проводят теоретический анализ и сравнение эффективностей электрического и механического демпфирования, использование согласующих слоев. Теоретически показано, что добиться короткого акустического импульса можно путем использования различных степеней демпфирования активного элемента или включением на вход пьезопластины электрической RL-нагрузки, или путем использования согласующего четвертьволнового слоя.

В данной работе представлены результаты разработки датчика, излучающего короткий импульс длительностью не больше 0,6 мкс, отвечающего требованиям литотрипсии с целью его дальнейшего применения в конструкции ударно-волнового генератора.

В качестве активного материала для преобразователя используется пьезокерамика ЦТС-19 диаметром 6 мм с собственной частотой 5 МГц. Для расширения полосы пропускания используется механический демпфер и согласующий четвертьволновой слой.

Поглощаемая демпфером акустическая энергия определяется физическими свойствами демпфирующего материала и геометрическими размерами демпфера и пьезопластины, а эффективность поглощения значительно зависит от степени согласования акустических сопротивлений демпфера и пьезопластины. Поэтому демпфер изготовлен из смеси с