

сопереноса нужно воспользоваться соответствующим выражением для критерия Прандтля: $Pr = \gamma/D$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хил К. Применение ультразвука в медицине. Физические основы. – М: Мир, 1989.
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. – М: УРСС, 2003.
3. Губко Л.В., Каневский И.Н., Тимошенко И.В. Учёт влияния вихревых акустических потоков на процессы тепломассопереноса // Сборник трудов XVIII сессии Российского акустического общества. – Т.2. – М., – 2006.

УДК 534.843.2

С.Е. Шевцов

**ДОПУСТИМОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ЭФФЕКТИВНОГО СРОКА
ОГИБАЮЩЕЙ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ В ОБЫЧНЫХ
УСЛОВИЯХ СЦЕНЫ**

В акустическом проектировании параметр Δt_l играет ключевую роль [1,3], так как он связывает объективные характеристики зала, заложенные в структуре первых отражений, с субъективным восприятием. Он определяется следующим образом:

$$\Delta t_l = (1 - \log_{10} A_l) \tau_e,$$

где τ_e – эффективный срок автокорреляционной функции сигнала, а A_l – амплитуда отражения. Параметр τ_e находят из сигналов записанных музыкальных произведений следующим образом: музыкальный коллектив, оркестр или солист располагается в заглушенном помещении. Существуют позиции установки микрофонов двух типов: в метре от дирижёра (стереопара) или локальная – по микрофону у каждой группы инструментов (или пультов) [4]. Параметр τ_e получают, используя БПФ и теорему Винера–Хинчина (1), [5].

Влияние акустических условий не заглушенной камеры, а обычной сцены было исследовано [2]. При расположении источника вблизи хорошо отражающей стены полученные значения τ_e выше, чем при расположении источника в условиях свободного поля. В данной статье представлены исследования τ_e сигналов, полученных от источника, расположенного в центре и по краям сцены театрального зала с типичными размерами. Результаты сравниваются со значением τ_e , полученным в заглушенной камере. В качестве источника сигнала использовался стартовый пистолет. Место действия эксперимента – театральная сцена концертно-театрального центра «Югра-Классик» в г. Ханты-Мансийске. Размеры сцены: глубина – 18,5 м; ширина – 26,5 м; высота – 23 м. Общий объём помещения равен 10 060 м³. Вдоль стен сцены подвешены кулисы и задник из плотного велюра (0,475 кг/м²). Запись выстрелов на РСМ цифровой магнитофон производилась при помощи измерительного микрофона на 5 точках (рис. 1). Характеристики сэмплирования сигнала – 16 бит, 44 100 Гц. Полученные wave файлы были обработаны программой AIST для получения огибающей АСФ – τ_e (рис 2 – 6), при помощи БПФ, с использованием теоремы Винера–Хинчина:

$$\Phi_p(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} P(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega, \quad (1)$$

где $P(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \left| \int_{-T}^T p(t) e^{i\omega t} dt \right|^2$ – спектральная плотность мощности.

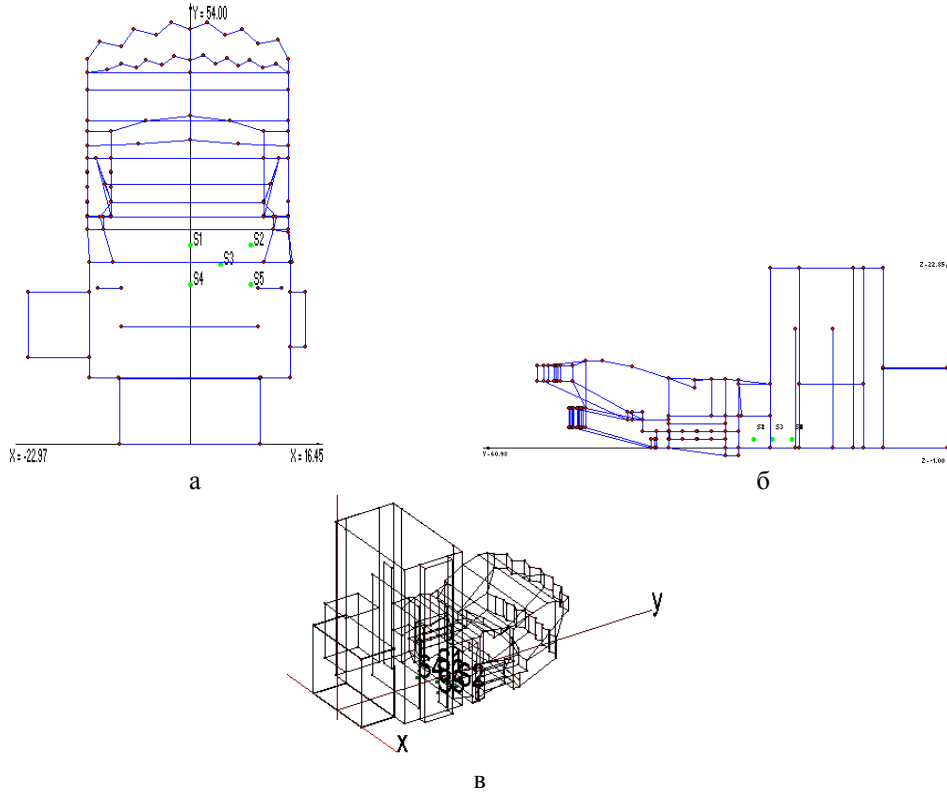


Рис. 1. а – план зала. S1, 2, 3, 4, – места расположения источников; б – разрез зала; в – изометрия

Получены τ_e сигналов (табл.1).

Таблица 1

Номер точки измерения	τ_e , мс	$\tau_{e_{low}}$, мс	$\tau_{e_{mid}}$, мс	$\tau_{e_{hi}}$, мс
1 (центр, 2,5 м от края сцены)	0	5	4	0
2 (слева, 2,5 м от края сцены)	0	6	2	0
3 (между левым краем и центром в 4,5 м от края сцены)	0	4	5	0
4 (центр; 6,5 м от края сцены)	0	6	3	0
5 (слева в 6,5 м от края сцены)	0	4	3	0
Заглушенная камера	0	5	3	0

τ_e , мс – не фильтрованный сигнал, $\tau_{e_{low}}$, мс – сигнал в низкочастотной полосе, $\tau_{e_{mid}}$, мс – сигнал в среднечастотной полосе, $\tau_{e_{hi}}$, мс – сигнал в высокочастотной полосе.

Далее wave-файлы были профильтрованы для разделения в три частотные полосы с границами раздела – 261 и 1244 Гц. Данные сигналы были также проанализированы в программе AIST и получены соответствующие значения τ_e (см. табл. 1).

Затем выстрел стартового пистолета был записан измерительным микрофоном в заглушенной камере и сигнал, сэмплированный в схожей манере, был проанализирован в программе AIST и получены значения τ_e (рис. 7). Затем, аналогично предыдущим действиям, этот сигнал был профильтрован и получены соответствующие значения τ_e (см. табл. 1).

Как видно из таблицы, значения τ_e , полученные из сигналов в разных точках сцены, не значительно отличаются друг от друга. При сравнении их с данными заглушенной камеры также больших отличий не обнаружено. Причиной данной ситуации может быть отсутствие большого количества сильных отражений в метре от источника.

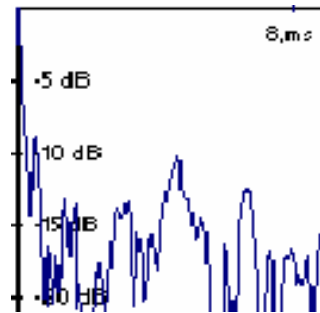


Рис. 2. ACF сигнала на позиции №1

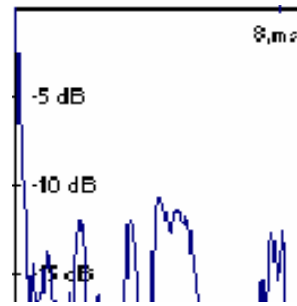


Рис. 3. ACF сигнала на позиции №2

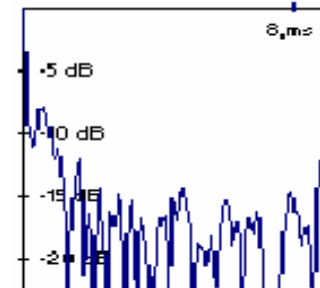


Рис. 4. ACF сигнала на позиции №3

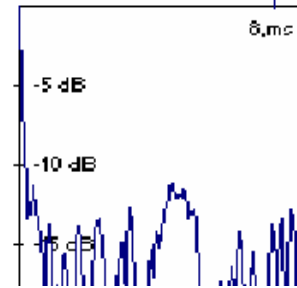


Рис. 5. ACF сигнала на позиции №4

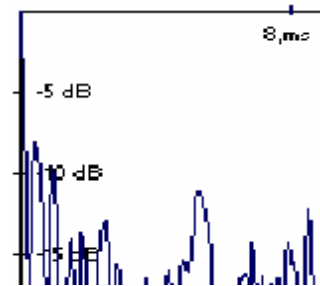


Рис. 6. ACF сигнала на позиции №5

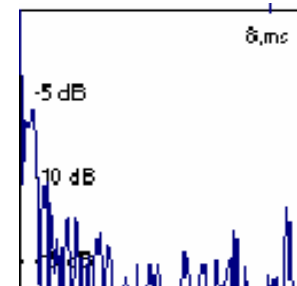


Рис. 7. ACF сигнала в заглушенной камере

В таком положении ранние отражения поступают только от пола, но они не влияют на кривизну спада и, соответственно, на τ_e . Отражения от поверхностей с кулисами и задником не выражены и также не влияют на τ_e .

В целях получения параметра τ_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 τ_e . Данное обстоятельство позволяет более экономично проводить исследования параметра τ_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 τ_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-