

УДК 551.596; 551.5

Д.С. ПРОВОТОРОВ, А.В. СОЛОВЬЕВ

### НИЗКОЧАСТОТНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ШУМЫ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ И В ЗАГОРОДНОЙ ЗОНЕ<sup>1</sup>

Представлены результаты исследования сезонно-суточных изменений флуктуаций спектральной плотности инфразвуковых шумов в городской среде и в загородной зоне.

**Ключевые слова:** инфразвуковой фон, спектральная плотность инфразвукового фона, спектр флуктуаций.

Инфразвуковой фон весьма разнообразен и в различных регионах земного шара имеет свои отличия. Однако имеются и общие тенденции изменения, такие, как сезонные и суточные флуктуации уровня инфразвуковых шумов. Инфразвуковые колебания в атмосфере Земли являются результатом действия как естественных, так и техногенных процессов. Частотные составляющие сигналов от различных источников находятся в различных областях спектров от долей до десятков герц. Целью данной работы является анализ сезонно-суточных закономерностей спектральной плотности мощности во всем инфразвуковом диапазоне частот в городской среде и в загородной зоне.

До настоящего времени опубликовано множество работ, описывающих сезонно-суточные изменения инфразвуковых шумов в разных частотных диапазонах и в различных регионах земного шара. Известно, что существуют суточные изменения амплитуд инфразвуковых колебаний в таких диапазонах частот 3,81–7,91; 0,33–0,008; 0,1–0,3 и 0,1–1 Гц, которые заключаются в увеличении в дневное время суток и уменьшении в ночное время [1–3]. Известны результаты исследований сезонных закономерностей спектральной плотности инфразвуковых шумов в диапазоне частот 3,81–7,91; 0,33–0,008; 0,1–0,3 и 0,1–1 Гц, которые заключаются в увеличении уровня шумов в зимнее время года и понижение в летнее время [2–4].

В Томском государственном университете ведется непрерывный мониторинг инфразвукового фона в диапазоне частот 0,01–40 Гц. Инфразвукометрический комплекс расположен на окраине города. Для исследования сезонно-суточных изменений был взят непрерывный ряд данных инфразвукового мониторинга за годовой цикл измерений. Далее проводилась спектральная оценка и расчет спектральной плотности в октавных полосах частот 0,01–1; 1–2; 2–4; 4–8; 8–16 и 16–32 Гц. В результате были получены 3-минутные ряды спектральной плотности инфразвукового фона в указанных полосах частот за годовой период времени.

Для каждого диапазона частот в спектре флуктуаций спектральной плотности инфразвукового фона наблюдается ярко выраженная суточная периодика и менее выраженная полусуточная. Форма спектров за все исследуемое время очень схожа. Во всем инфразвуковом диапазоне частот наблюдаются гармоники с 12- и 24-часовым периодом (рис. 1). В зимнее время года уровень инфразвукового фона выше, чем в летнее.

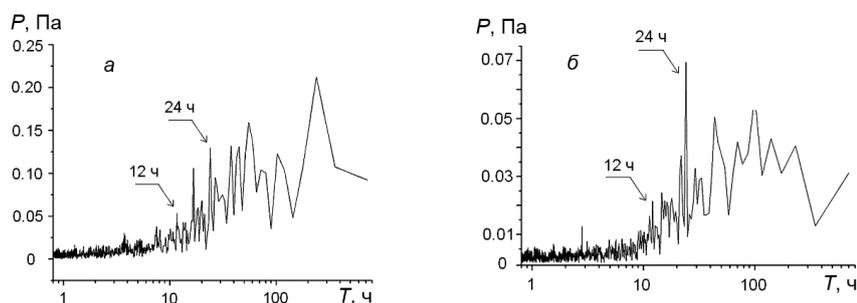


Рис. 1. Спектр флуктуаций спектральной плотности инфразвуковых шумов: *а* – зимнее время года; *б* – летнее время года

Для оценки сезонно-суточных закономерностей изменения уровня инфразвуковых шумов вдали от урбанизированных территорий были проведены мониторинговые измерения в Тункин-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2012 гг.», ГК № 16.518.11.7048, и АВИЦ Минобрнауки.

ской долине р. Бурятия. Для возможности проведения сравнительного анализа уровней и динамики инфразвуковых шумов, измеренных в Томске и в Тункинской долине, измерения проводились подобными инфразвукометрическими комплексами. Анализ сезонно-суточных изменений спектральной плотности инфразвуковых шумов по измерениям в Тункинской долине проводился идентично анализу исследований проводимых в Томске.

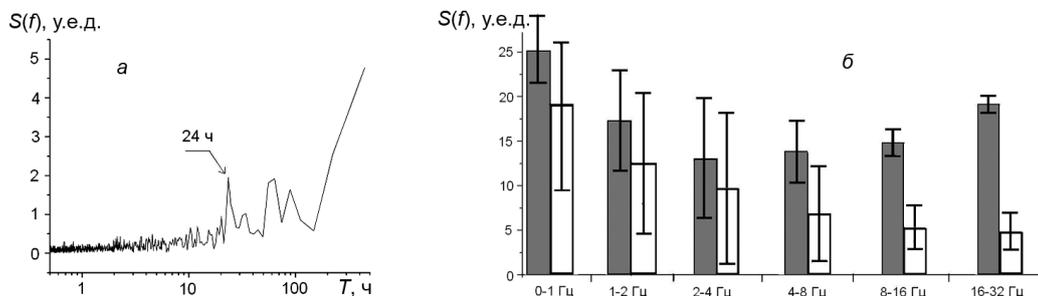


Рис. 2. Спектр флуктуаций спектральной плотности инфразвуковых шумов в диапазоне 1–2 Гц февраль 2010 г. (а); сезонное изменение инфразвукового фона в частотном диапазоне от 0,01 до 32 Гц в Тункинской долине (темной диаграммой отмечен февраль, светлой диаграммой – август) (б)

В спектре флуктуаций также присутствуют суточная и полусуточная периодика (рис. 2, а). На рис. 2, б представлено сезонное изменение инфразвукового фона в Тункинской долине в частотном диапазоне от 0,01 до 32 Гц. По данным измерений, проводимых в Тункинской долине, можно сделать вывод о сезонном изменении флуктуаций спектральной плотности инфразвуковых шумов, которое заключается в повышении флуктуаций в зимнее время года и понижении в летнее (рис. 2, б).

Анализ инфразвуковых шумов в городской среде и загородной зоне показал, что присутствует и сезонное и суточное изменение во всем инфразвуковом диапазоне частот. Сезонное изменение заключается в повышении флуктуаций спектральной плотности инфразвуковых шумов в зимнее время года и понижении в летнее. В спектре флуктуаций спектральной плотности инфразвукового фона наблюдается суточная и полусуточная периодика. В загородной зоне с повышением частотного диапазона наблюдается снижение уровня суточной и полусуточной составляющей. В городской среде суточные и полусуточные вариации уровня инфразвуковых шумов одинаково проявляются во всем исследуемом диапазоне частот. Различия в частотном распределении суточных и полусуточных вариаций уровня инфразвуковых шумов в городской среде и загородной зоне, возможно, заключаются в разных типах источников, формирующих инфразвуковые шумы. В городской среде преобладают источники техногенного происхождения, имеющие широкий спектр акустических шумов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kimball B. A. and Lemon E. R. // *J. Geophys. Res.* – 1970. – V. 75. – No. 33. – P. 6771–6776.
2. Didyk L. A., Gorgo Yu. P., Dirckx J. J. J., et al. // *Int. J. Biometeorol.* – 2008. – No. 52. – P. 553–561.
3. Соловьев А. В., Тельпуховский Е. Д. // *Изв. вузов. Физика.* – 2002. – Т. 45. – № 8. – С. 63–65.
4. Ерущенков А. И., Смирнов Н. А., Сорокин А. Г. // *XI Всес. акустич. конф.* – М., 1991. – С. 13–16.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия  
E-mail: provotorov@sibmail.com

Поступила в редакцию 15.06.12.