

УДК 530.19

**В.Э.АБРАКИТОВ**, канд. техн. наук

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

## **ТИПИЧНЫЕ ФОРМЫ ВОЛНОВЫХ ФРОНТОВ РАЗНООБРАЗНЫХ ВИДОВ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Рассматриваются конфигурации и площади волновых фронтов разнообразных видов излучений, характеризующихся едиными как для упругих, так и для электромагнитных волн типологическими ситуациями.

При решении многих практических задач, связанных с математическим моделированием процессов распространения разнообразных по физической природе излучений, возникает необходимость охарактеризовать конфигурацию, размеры и площадь волнового фронта, расходящегося от источника. Их условие часто выглядит приблизительно так: определить величину интенсивности  $I$ , Вт/м<sup>2</sup> на некотором расстоянии источника излучения  $R$ , м при постоянной мощности источника  $P$ , Вт, излучающего в свободном пространстве (например, исследование шума, создаваемого на поверхности земли, при работе двигателей вертолета, зависшего на определенной высоте над ней) или в полупространстве (вертолет стоит на взлетно-посадочной полосе). Напомним, что  $I$ , Вт/м<sup>2</sup> есть отношение мощности  $P$  к площади поверхности распространения энергии волны  $S$ , м<sup>2</sup>:

$$I = P/S, \text{ Вт/м.} \quad (1)$$

Можно выполнить ранжирование условий расположения источника, а именно: он может быть расположен или в свободном пространстве, или в полупространстве (возможны также особые случаи – расположение источника в двугранном углу, образованном отражающими поверхностями, причем считается, что эти отражающие поверхности практически не пропускают сквозь себя излучение; аналогичным образом – расположение источника в трехгранном углу и т.п.). Типология такого расположения источников излучения на примере источников шума приведена в работе [1]. Нами сделана попытка в дополнение к этому описать возможные типологические ситуации формы самого волнового фронта.

В различных отраслях науки широко применяются понятия о точечном, линейном, плоском и др. источниках излучения. Так, в светотехнике [2] лампа накаливания (как известно, имеющая грушевидную форму), успешно аппроксимируется точечным источником света (т.е. такую лампу на определенном удалении от нее вполне можно представить как светящуюся точку). Соответственно трубчатая люминесцент-

ная лампа аппроксимируется линейным источником света (т.е. такую лампу на определенном удалении вполне можно представить как светящуюся линию). Аналогично в технической акустике [3] одиночный автомобиль рассматривают как точечный, а транспортный поток на улице – как линейный источник звука. Эти примеры можно продолжить, распространив данный подход на другие виды излучений.

Однако большинство реальных источников излучения – совсем не точечные и не линейные, и даже не плоские (например, промышленное предприятие согласно [4] представляется как плоский источник шума), а *пространственные*, причем очень сложной конфигурации. Ранее [3] преобладал подход, при котором эти пространственные источники сложной формы аппроксимировались плоским источником излучения. Это, естественно, сильно примитивизировало реальную картину, затрудняло получение достоверных данных при математическом моделировании процесса излучения в окружающее пространство волн той или иной физической природы.

Нами предложено аппроксимировать реальные пространственные источники различных видов излучений прямоугольным источником в форме параллелепипеда, стороны которого имеют размеры  $A$ , м;  $B$ , м;  $C$ , м. Если рассматривать промышленные источники разнообразных излучений, например, промышленные цеха как источники шума, трансформаторные будки как источники электромагнитного излучения и т.п., то можно заметить, что их реальная форма явно тяготеет к форме прямоугольного параллелепипеда. При этом если излучение происходит в однородной изотропной среде с одинаковой скоростью распространения волн в различных направлениях, то через одинаковый момент времени поверхности распространения энергии излучения расходятся, т.е. фронты удалятся на одинаковое расстояние от источника, а именно расстояние  $R$ , м.

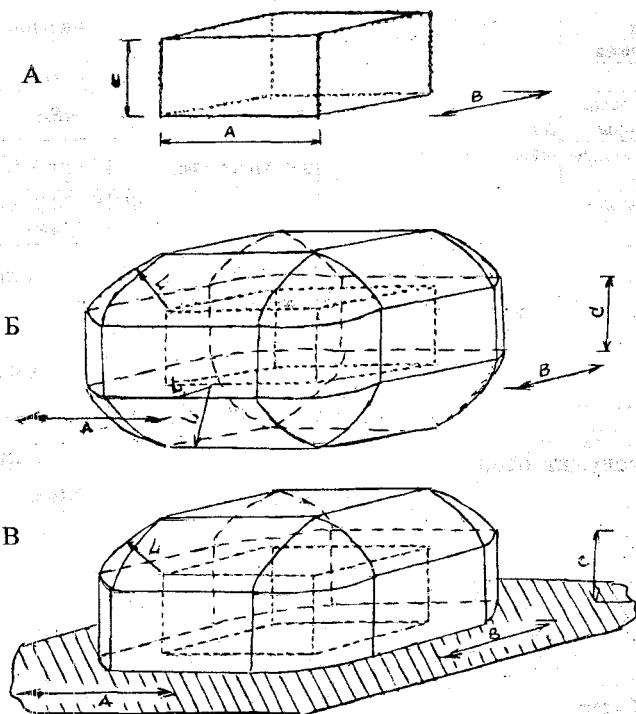
Можно показать, что пространственный источник излучения в форме прямоугольного параллелепипеда, показанный на рисунке (поз.А) в свободном пространстве характеризуется волновым фронтом определенной формы (поз.Б на рисунке), имеющим площадь поверхности

$$S=2AC+2AB+2CB+4\pi R^2+2\pi RA+2\pi RB+2\pi RC, \text{ м}^2. \quad (2)$$

Если излучение осуществляется таким же пространственным источником в форме прямоугольного параллелепипеда размерами  $A \times B \times C$  (поз. А на рисунке), но только стоящим одной из граней, в частности, гранью  $A \times B$  на границе раздела сред (например, на земной поверхности находится контейнер с радиоактивными отходами, излу-

чение проникающей радиации направлено в основном в окружающую атмосферную среду), т.е. рассматривается случай излучения в полупространстве, то он характеризуется волновым фронтом формы (поз. В на рисунке), имеющим площадь поверхности:

$$S=AB+2AC+2CB+2\pi R^2+\pi RA+\pi RB+2\pi RC, \text{ м}^2. \quad (3)$$



Источник излучения в форме прямоугольного параллелепипеда и форма волнового фронта от него

Если излучение осуществляется пространственным источником в форме прямоугольного параллелепипеда, стоящем в двугранном или трехгранном углу (наподобие случая, приведенного в [1]), то площади волновых фронтов согласно формуле (3) необходимо соответственно уменьшить, удалив из этой формулы ненужные в данном случае составляющие.

Частными случаями волнового фронта такого пространственного источника излучения в форме прямоугольного параллелепипеда явля-

ются:

- точечный источник ( $A \rightarrow 0, B \rightarrow 0, C \rightarrow 0, R = var$ );
- линейный источник ( $B \rightarrow 0, C \rightarrow 0, R = var, A = var$ );
- плоский источник ( $C \rightarrow 0, A = var, B = var, R = var$ ).

Площади  $S, m^2$  и форма волновых фронтов

Вид источника	Фронт в виде	В свободном пространстве	В полупространстве
точечный	сферы радиуса $R$	$S = 4\pi R^2$	$S = 2\pi R^2$
линейный бесконечной длины	цилиндра радиусом $R, m$ , и высотой $A, m$	$S = 2\pi RA$	$S = \pi RA$
линейный конечной длины		$S = 2\pi RA + 4\pi R^2$	$S = \pi RA + 2\pi R^2$
плоский размерами $A \times B$	вырожденный эллипсоид вращения [4]	$S = 2AB + 4\pi R^2 + 2\pi R A + 2\pi RB$	$S = 2AB + 4\pi R^2 + 2\pi R A + 2\pi RB$

Таким образом, точечный, линейный и плоский источники являются выраженными пространственными источниками в форме прямоугольного параллелепипеда. Существенно, что эта форма не зависит от вида излучения (то ли это упругие, то ли электромагнитные волны).

Формулы (2), (3) позволяют осуществлять математическое моделирование процессов распространения излучений в любой изотропной среде и служат отправным пунктом в описании искажений формы волновые фронтов для направленных источников излучения.

1. Коржик Б.М., Абракитов В.Э. Влияние фронтов поверхности распространения звуковой энергии на расчеты уровней звукового давления в целях прогнозирования шумового режима городов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 3. – К. Техніка, 1994. – С.105-110.

2. Кнорринг Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. – Л.: Энергия, 1973. – 200 с.

3. Справочник по технической акустике / Под ред. Хекла М., Мюллера Х.А.: Пер с нем. – Л.: Судостроение, 1980. – 440 с.

4. Конарева Н.Е. Обеспечение акустической безопасности на территориях прилегающих к промышленным предприятиям: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1992. – 16 с.

5. Абракитов В.Е. Аналоговое моделирование при виртуальной задаче борьбы с шумом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1995. – 16 с.

6. Абракитов В.Э. Аналоговое и квазианалоговое моделирование процессов распространения звука в пространстве для прогнозирования шумового режима на защищаемом объекте. – Харьков: АО ХГПИ, 1997. – 40 с.

Получено 09.01.2002