



1) приборы, градуированные в единицах физических величин, которые являются результатом (например, термометр и динамометр); 2) приборы, результат которых является промежуточной величиной, требующей преобразования (например, фотоэлектрические колориметры); 3) приборы, позволяющих представ-

вить метрологические свойства объекта с помощью некоторых вспомогательных величин и параметров (электрокардиограф) [1].

В настоящее время медицинские измерения в большинстве случаев проводит медицинский персонал, не являющийся технически подготовленным, поэтому целесообразно создавать медицинские приборы, градуированные в единицах физических величин, значения которых являются конечной медицинской измерительной информацией. Рассмотрим следующий эксперимент. Проведены измерения температуры 20 студентов одной возрастной категории в один день электронным и ртутным термометрами. Получены данные, представленные на рисунке.

Для данной выборки коэффициент корреляции составил 0,89797.

Среднеквадратическое отклонение составило для электронного термометра 0,126, для ртутного термометра 0,09.

На сегодняшний день ведутся активные разработки в области создания термометров. Наряду с ртутными и электронными модифицируются ректальные, инфракрасные термометры, браслеты, термополоски.

Литература

1. Артемьев, Б. Г. Метрология и метрологические измерения / Б.Г. Артемьев. – М., 2010. – 544 с.

УДК 534.24

ОТРАЖЕНИЕ ЗВУКА НА ГРАНИЦЕ ВОЗДУХ-ВОЗДУХ

Студент 11307118 Черноголов С. А.

Кандидат физ.-мат. наук Красовский В. В.

Белорусский национальный технический университет

Указанное в названии доклада явление сформулировано, конечно, не вполне корректно, больше для интриги. В действительности речь идет об отражении звука на открытом конце трубы. Но и в этом случае на первый взгляд, казалось бы, отражения быть не должно. Ведь никакой границы сред фактически нет, если отсутствуют температурные градиенты, локальные

воздушные потоки и т.п. Из теории Рэлея известно, что на границе раздела двух сред с различными акустическими сопротивлениями $\delta = \rho c$ происходит отражение звуковой волны, причем коэффициент отражения при нормальном падении волны равен

$$R = \left(\frac{\rho_2 c_2 - \rho_1 c_1}{\rho_2 c_2 + \rho_1 c_1} \right)^2,$$

где ρ – плотность среды, c – скорость звука в этой среде, индексы 1 и 2 относятся к первой и второй средам соответственно. При равенстве акустических сопротивлений $R = 0$.

С другой стороны, мы также хорошо знаем, что в духовых музыкальных инструментах, начиная от органа и заканчивая флейтой, звучание появляется благодаря возбуждению стоячей волны в воздушном столбе, открытом с одного конца. Следовательно, звук отражается в области вблизи открытого конца трубы, в противном случае стоячая волна не возникла бы (источник звука находится у другого конца – закрытого либо открытого). Также важно отметить, что поперечные размеры трубы должны быть значительно меньше длины звуковой волны. Если возбуждать коротковолновые звуковые колебания (ультразвук), то отражения на открытом конце трубы не будет. В этом случае мы переходим к «геометрической» акустике (по аналогии с геометрической оптикой), что говорит о чисто волновой природе рассматриваемого нами эффекта. Практически нет отражения и для очень низких частот, так как в этом случае не выполняется условие для возникновения стоячей волны – на длине трубы должно укладываться четное число четвертей длины волны (для трубы, открытой с обеих сторон) либо нечетное (для трубы, закрытой с одной стороны). Можно отметить некоторую аналогию с явлением отражения электрона на границе с потенциальной ямой в квантовой механике, не имеющим интерпретации в рамках классической физики. Для изучения явления с помощью малогабаритного микрофона были проведены измерения громкости звука для различных частот в зависимости от расстояния до открытого конца трубы.

УДК 621.833.005

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ БЫТОВОГО ПРИБОРА

Студент гр.11302217 Чикичев А. Д.

Ст. преподаватель Кондратьева Н. А.

Белорусский национальный технический университет

Трёхмерная графика на сегодняшний день актуальна как никогда. В настоящее время, в связи с развитием программ трехмерного моделирования, внедрением в производство станков ЧПУ, значительно расширились возможности