

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩЕГО КОМПЛЕКСА
МИКРОЛАБ**

*УО «Гродненский государственный университет имени
Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент
Василевич А.Е.*

В статье рассмотрен практический метод определения скорости звука в воздухе методом стоячей волны с использованием измерительно-управляющего комплекса МикроЛаб.

Введение. Периодическое отклонение тела от положения равновесия называется колебанием. Колебания, лежащие в интервале от 20 до 20000 Гц, обладают свойством вызывать ощущение звука и могут быть выделены по этому признаку в особую группу звуковых или акустических колебаний, называемых звуком. Математически уравнение волны (как поперечной, так и продольной) определяет величину смещения колеблющейся точки в зависимости от времени и координат равновесного положения этой точки. При этом любую волну характеризуют три основные величины: длина волны λ , скорость распространения v и частота $\nu = 1/T$.

Рассмотрим простой случай интерференции двух волн одинаковой частоты, длины и амплитуды, распространяющихся в противоположных направлениях. На опыте это можно осуществить, если на пути бегущей волны перпендикулярно к направлению распространения поставить хорошо отражающую преграду. В результате интерференции волны падающей и волны отраженной возникнет так называемая стоячая волна.

Стоячая волна фактически представляет собой совокупность бесконечного числа колебаний частиц среды одной и той же частоты ν , но с различными амплитудами, причем смещение любой колеблющейся точки удовлетворяет уравнению

$$x = \cos\left(2\pi \frac{y}{\lambda}\right) \cos 2\pi \nu t, \quad (1)$$

Например, колебания струны, закрепленной на обоих концах можно рассматривать как установившуюся в струне стоячую волну, полученную в результате наложения волны, бегущей вдоль струны, и отраженной от ее зажатого конца. В таком случае длина стоячих волн будет удовлетворять условию:

$$l = m \frac{\lambda}{2}, \quad (2)$$

В системах с неодинаковыми условиями отражения стоячей волны, например, в воздушном столбе трубы, закрытой только с одного конца, также можно возбудить собственные колебания. В таком случае длина стоячей волны будет удовлетворять условию:

$$l = (m-1) \frac{\lambda}{4}, \quad (3)$$

Случай возникновения собственных колебаний в столбе воздуха используют для нахождения скорости распространения звука в воздухе; v можно определить, зная длину звуковой волны λ , распространяющейся от источника колебаний частоты ν :

$$v = \lambda \nu. \quad (4)$$

Для измерения длины волны используется явление акустического резонанса. Длина возникающей стоячей волны, зависит от длины столба воздуха. Таким образом, для получения резонанса мы должны подобрать такую длину l столба воздуха, чтобы длина стоячей волны в нем совпала с длиной волны, распространяющейся от нашего источника звука. Следовательно, зная частоту колебаний источника звука и опре-

делив длину волны λ по длине воздушного столба в моменты резонанса, можно найти по формуле (4) скорость звука в воздухе. Однако необходимо учитывать, что пучность стоячей волны на открытом конце трубки и сам ее конец не совпадают. Поэтому для более точного нахождения длины волны необходимо воспользоваться разностью, а не абсолютными значениями l_1, l_2 :

$$l_2 - l_1 = \frac{\lambda}{2}, l_3 - l_2 = \frac{\lambda}{2}. \quad (5)$$

Методика измерений. Для проведения данного опыта мы воспользовались экспериментальной установкой, в которой необходимый столб воздуха заключен в пластиковой трубке диаметром $d = 27$ мм и длиной $s = 1000$ мм (рисунок 1).

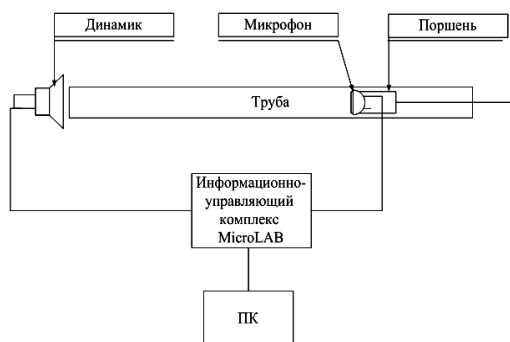


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В нижнем основании объем воздуха ограничен открытым концом трубы. В верхнем – поршнем внутри трубы. Поршень может передвигаться внутри трубы. Для измерения амплитуды звуковых колебаний в поршне закреплен миниатюрный микрофон, подключенный к одному из входов измерительно-управляющего комплекса МикроЛаб [2]. Длина воздушного столба определяется по шкале, нанесенной на шток крепления поршня. Звуковые колебания подаются в трубу с помощью динамика подключенного к выходу цифро-аналогового

преобразователя измерительно-управляющего комплекса МикроЛаб.



МикроЛаб представляет собой, виртуальный измерительно-управляющий комплекс заменяющий множество необходимых для лабораторного эксперимента стандартных измерительных приборов: генераторов, осциллографов, вольтметров,

частотомеров, фазометров, анализаторов спектра, статистических анализаторов, измерителей АЧХ и т.д.

Перемещая поршень вдоль трубы, находим максимумы, которые соответствуют акустическому резонансу, и производим соответствующие измерения длины трубы для резонансных значений.

Экспериментальные результаты. Для частоты $\nu = 1000$ Гц получены три длины: $l_1 = 63,5$ см, $l_2 = 81$ см, $l_3 = 97,5$ см. Исходя из (5), усредненное значение длины волны $\lambda = 34$ см. Отсюда, из (4) получаем значение скорости звука, соответствующее найденной длине волны: $\nu = 340$ м/с (при температуре воздуха $t = 17,5$ °C).

Известно, что истинная скорость звука при нормальных условиях (т.е. при температуре 0°C и давлении 1 атм) равна 331,5 м/с, а скорость звука при температуре 20°C и давлении 1 атм равна 343 м/с. Следовательно можно сделать вывод, что использование данного метода для определения скорости звука в воздухе является достаточно точным.

Выводы. Измерительно-управляющий комплекс МикроЛаб позволяет оперативно проследить и изучить поведение акустической волны, поскольку в распоряжение студента предоставляется не только встроенный цифровой мультиметр и генератор сигналов, но также цифровой осциллограф и амплитудно-частотный анализатор, который предоставляет

возможность автоматического построения АЧХ колебательной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. БСЭ. – М., 1971. – Т. 23. – С. 520.
2. Василевич, А.Е. Измерительно-управляющее устройство на базе микроконтроллера ADuC841 для организации лабораторных практикумов по физике / А.Е. Василевич, Ю.С. Седеневский // Веснік ГрДУ. – Серия 2. – 2008. – № 3. – С. 112–115.

УДК 621.81

Беко Н.А., Збировский А.В.

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ

*БНТУ, Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: Афанасьева Н.А.*

Современное информационное общество ставит перед всеми типами учебных заведений задачу подготовки выпускников, которые, помимо знаний, умений и навыков, владеют способами работы с информацией.

Исследователи называют важное направление решения названной задачи – интеграцию средств информационных технологий в образовательный процесс. Эта интеграция предполагает применение в учебном процессе компьютера, который выступает как эффективное средство поддержки учения учащихся. Данная поддержка возможна и целесообразна как на этапе проектирования, так и при осуществлении учебного процесса [1].

Необходимость применения компьютерных технологии на учебных занятиях, как средство наглядности, имеет весьма большое значение.