



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

## Виброгенератор для получения фигур Хладни

### **Исполнители:**

Студенты НИЯУ «МИФИ»: Р.Р.Бикбулатов  
Группы Б17-601

Ф.Ю.Абрашин  
Е.Р.Зуева

Е.С.Башун

Ученики центра образования №548  
«Царицыно»  
10 класс

Ю.В.Иванова  
К.Толстобров  
А.А. Краснова

### **Руководитель проекта:**

Ведущий инженер каф. 18

И. И. Родько

МОСКВА 2017

# Актуальность работы:

- Актуальность работы заключается в отсутствии на данный момент времени лабораторной аппаратуры для школ с физико-математическим уклоном для наглядной демонстрации волновых фигур, образуемых скоплением мелких частиц (например, песка) вблизи пучностей или узловых линий на поверхности упругой колеблющейся пластинки.
- Цель работы: Воссоздание фигур Хладни с помощью специального прибора-виброгенератора с возможностью регулирования частоты механических колебаний, на поверхности металлической пластины.
- Основные задачи работы:
  - 1) Сборка и установка устройства, помогающего получить изображение фигур Хладни на металлических пластинах в автоматическом режиме и проведение различных экспериментов.
  - 2) Получение картины фигур Хладни из сыпучего материала при помощи виброгенератора переменного тока.
  - 3) Экспериментальное исследование описываемого явления.
  - 4) Теоретическая интерпретация наблюдаемого эффекта, а также трансформации песчаных фигур при изменении частоты механических колебаний генератора.

# Стоячие волны

- Колебания упругих тел представляют собой стоячие волны в этих телах.
- Стоячие волны могут образовываться в телах любой формы, а не только в таких сильно удлинённых телах, как струна или шнур. Неподвижные места стоячей волны – ее узлы представляют собой поверхности, рассекающие объём тела на участки, в середине которых наиболее сильны колебания (пучности). Т.е. представляет собой пластинку (плоскую или изогнутую). Узловые поверхности можно считать узловыми линиями.

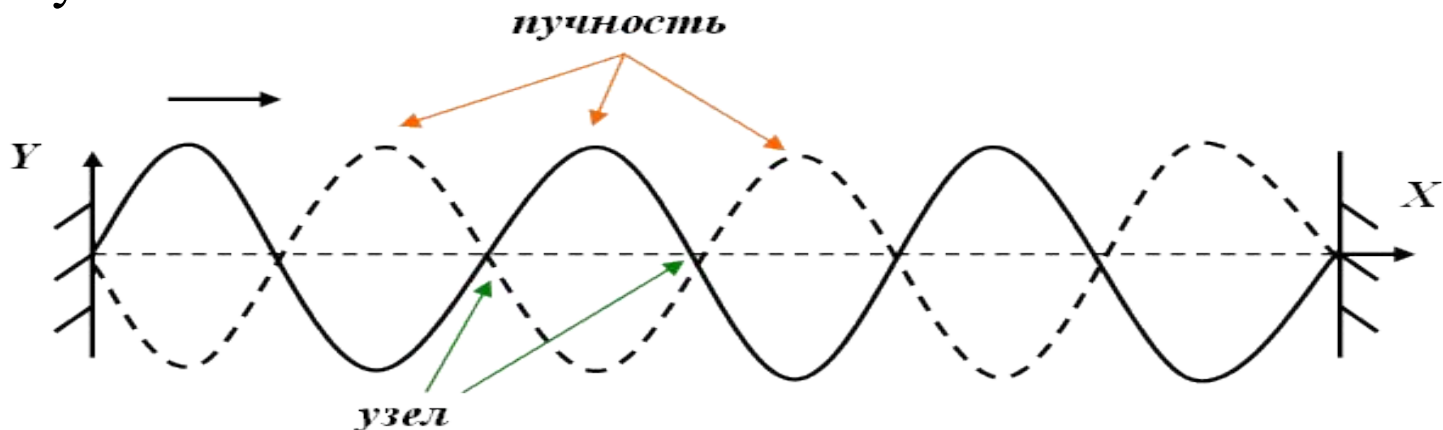
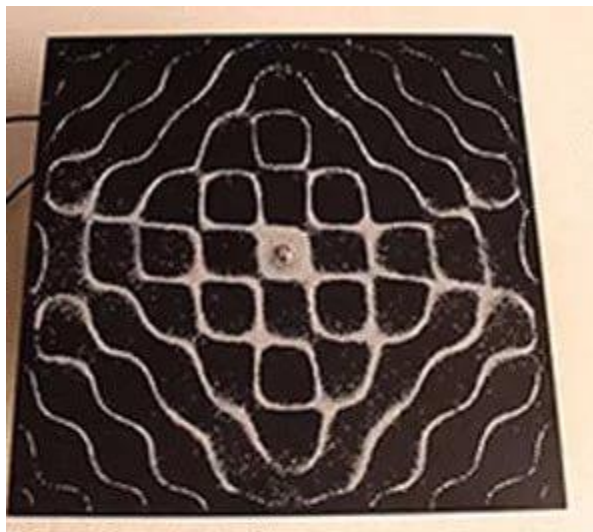


Рисунок 1. Профиль стоячей волны

# Принцип получения фигур Хладни

- Способ наблюдения стоячих волн в пластинках придумал немецкий физик Эрнст Хладни. На пластинку из стекла, металла или дерева, закрепленную в какой-либо одной точке, насыпается песок. Стоячие волны в пластинке в нашем проекте возбуждаются с помощью виброгенератора. Песок сбрасывается с пучностей и собирается на узловых линиях, образуя так называемые фигуры Хладни. Эти фигуры дают картину узловых линий, пересекающих поверхность пластинки при ее колебаниях. Вид фигур зависит от формы пластинки, положения закрепленной точки, частоты возбуждаемых колебаний. Явление стоячих волн в объеме тела дают нам колебания воздуха внутри какой-либо твердой оболочки (прим. музыкальные инструменты: труба, флейта, ксилофон)

# Картини фигур Хладни



**Рисунок 2.1**

Картина фигуры Хладни при 4840 Гц



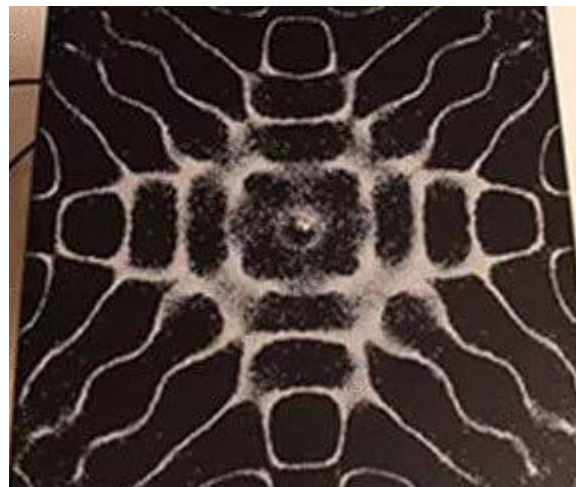
**Рисунок 2.2**

Картина фигуры Хладни при 4049 Гц



**Рисунок 2.3**

Картина фигуры Хладни при 1820 Гц



**Рисунок 2.4**

Картина фигуры Хладни при 3835 Гц



# Краткий обзор аналогов и прототипов



Рисунок 3. Виброгенератор малых частот ЛГШ-402



Рисунок 4. Вибростол ГВС(Б)-02

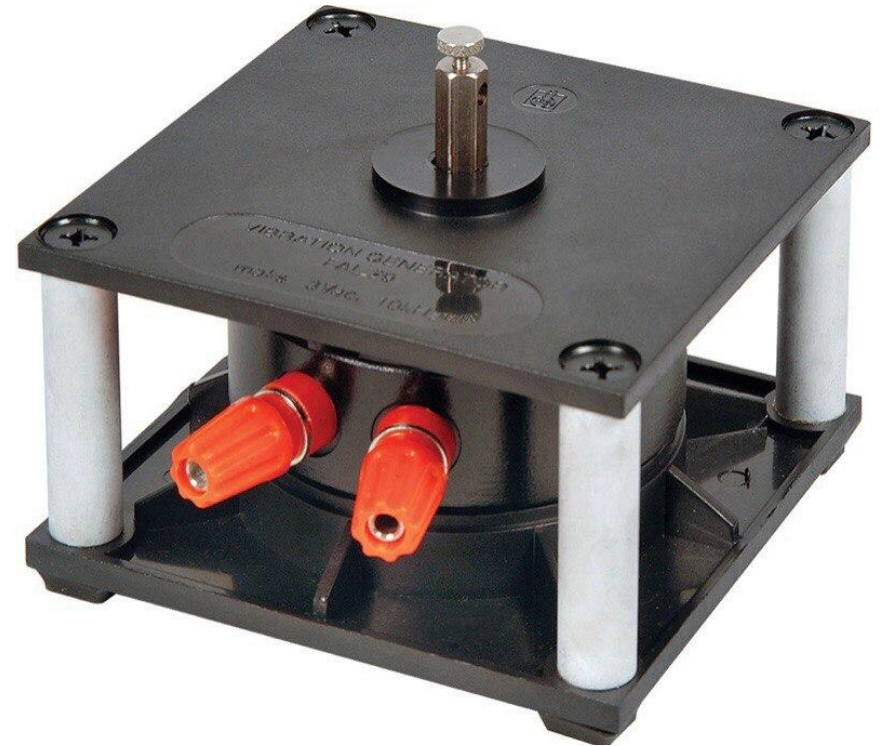


Рисунок 5. Виброгенератор FAL-29 с комплектом принадлежностей

# Краткая сравнительная таблица аналогов

Пример аналога или прототипа	Основные достоинства	Основные недостатки
 <p>Виброгенератор малых частот ЛГШ-402</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Относительно низкая стоимость (1500 р.)</li><li>2. Небольшие габаритные размеры (40 x 150 мм)</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Неразборность конструкции</li><li>2. Неуниверсальность крепежа для металлической пластины</li><li>3. Малый диапазон частот колебаний</li></ol>
 <p>Вибростол ГВС(Б)-02</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Большая сменная вибростолешница размером до 2500x1000 мм</li><li>2. Пониженный уровень шума</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Габаритные размеры (2220x820x700 мм)</li><li>2. Большая масса (70 кг)</li><li>3. Высокая стоимость (25650 р.-27000 р.)</li></ol>
 <p>Виброгенератор FAL-29 с комплектом принадлежностей</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Средняя стоимость (6377 р.)</li><li>2. Небольшие габаритные размеры (120 x 100 x 90 мм)</li><li>3. Оптимальные диапазон частот (1 Гц до 10 кГц)</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Хрупкость конструкции</li></ol>

Таблица 1. Сравнительная характеристика

# Генератор сигналов UTG9000C.

## Функции органов управления

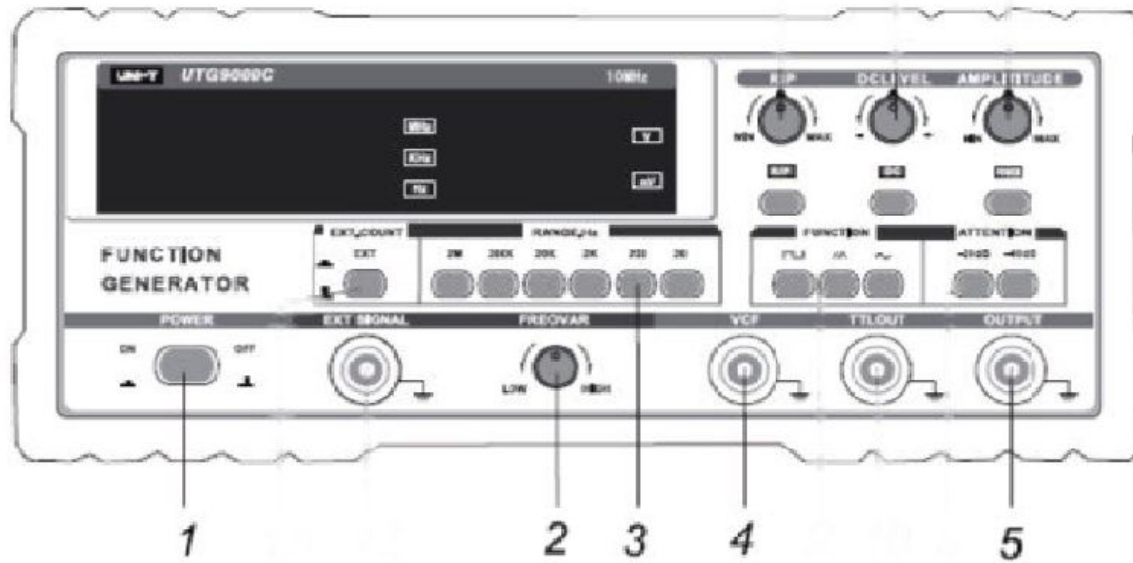


Рисунок 6. Генератор сигналов UTG9000C

- 1- POWER: Кнопка включения питания прибора.
- 2-FREQ.VAR: Регулировка частоты в выбранном диапазоне.
- 3-RANGE-Hz: Выбор частотного диапазона сигнала.
- 4-VCF: Входной разъём для сигнала управления частотой.
- 5-OUTPUT: Разъём выходного сигнала.



# Фигуры Хладни на пластинах разной формы



**Рисунок 7.** Круглая пластина



**Рисунок 8.** Квадратная пластина

# Экономическая сводка

Виброгенератор FAL 29-----6337 рублей x 2 = 12674 рублей  
(бесплатный самовывоз)  
Генератор сигналов UTG9002C(основной вариант) -----7500 рублей  
(бесплатный самовывоз)  
Набор соединительных проводов(6 шт.) -----597 рублей(бесплатный  
самовывоз)  
Кварцевый песок(3 кг)-----357 рублей(бесплатный  
самовывоз)

Итого : 21128 рублей

# Заключение:

В данной работе:

- Были сформированы основные представления о стоячих волнах
- Был изучен принцип формирования фигур Хладни
- Была составлена концепция установки и программной части нашей работы согласно поставленным целям.

СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!