## Вибрационный магнитометр

# Шмаков Владимир Евгеньевич - $\Phi\Phi$ КЭ гр. Б04-105 18 сентября 2024 г.

## Цель работы

- 1. Ознакомиться с принципом работы вибрационного магнитометра
- 2. Ознакомиться с некоторыми методами обработки аналоговых сигналов, получаемых в физических экспериментах

### Методика

#### Оборудование

- Вибропреобразователь (используется широкополосный динамик)
- Узкополосный фильтр
- Катушки малой индуктивности (используемые для приёма сигнала)
- Катушки большой индуктивности, используемые в качестве электромагнита
- Генератор сигналов
- Синхронный детектор

#### Экспериментальная установка

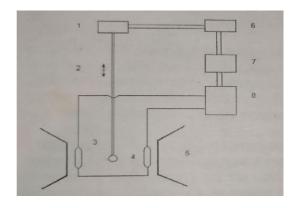


Рис. 1: Схема экпериментальной устновки

Схема экспериментальной установки изображена на рисунке 1. Шток(2) приводится в колебания посредством динамика (1). Образец (3) находится в поле, создаваемом электромагнитом (5). В результате колебаний на приёмных катушках (4) наводится ЭДС индукции. Полученный с катушек сигнал обрабатывается и усиливается(про алгоритм обработки будет расказанно ниже). Амплитуда обработанного сигнала пропорциональна величине магнитного момента образца.

#### Методика увеличения динамического диапазона

Пусть S(t) - полезный сигнал. n(t) - шумы установки. То есть на вход системы поступает сигнал S(t) + n(t). Входной сигнал амплитудно модулируется высокочастотной синусои-дой(смотрите рисунок 2).

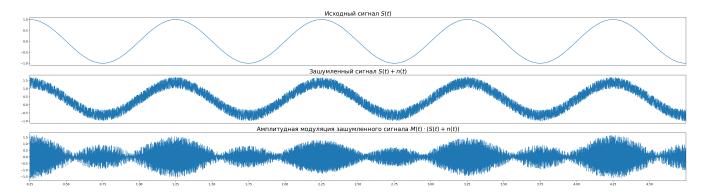


Рис. 2: Полезный сигнал, зашумленный сигнал, амплитудная моуляция зашумленного сигнала

Для увеличения динамического диапазона реализуем следующую схему:

- 1. Подадим зашумленный сигнал на bp фильтр, частота среза которого совпадает с частотой модулирующей синусоиды:  $\hat{L}(M(t) \cdot [S(t) + n(t)])$
- 2. Демодулируем отфильтрованный сигнал:  $\hat{L}(M(t)\cdot[S(t)+n(t)])/M(t)$

При помощи библиотеки scipy.signal был проведен эксперимент по описанной методике. Результаты эксперимента представлены на рисунке 3, динамический диапазон был увеличен с 3dB до 14dB.

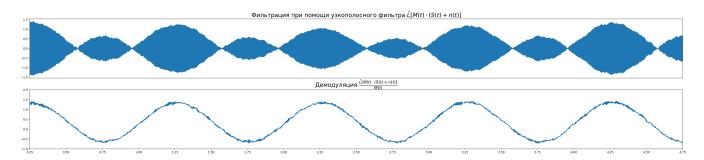


Рис. 3: Результат работы алгоритма

## Обработка экспериментальных данных

Измерим зависимость амплитуды выходного сигнала от частоты колебаний динамика. Как видно на рисунке 4, наибольшая амплитуда достигается на часоте  $\sim 26~\Gamma$ ц. Используем эту частоту для проведения дальнейших экспериментов.

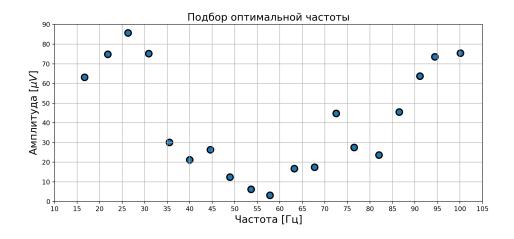


Рис. 4: Результат эксперимента по подбору «рабочей» часоты

Снимем зависимость амплитуды выходного сигнала от подаваемого на катушки напряжения.

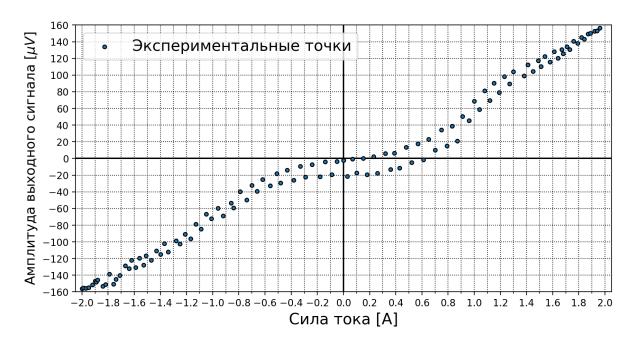


Рис. 5: Зависимость амплитуды выходного сигнала от силы тока, протекающего через катушки.

График, представленный на рисунке 5 по сути есть гистерезис. Поле, создаваемое катушками, пропорционально силе тока который через них протекает. Магнитный момент образца пропорционален амплитуде выходного сигнала.

## Вывод

Изучены основы конструирования и применения магнитометров с вибрирующим образцом для определения магнитных параметров тонкой магнитной пленки. В процессе работы мы получили зависимость ЭДС индукции от силы тока (поле в катушках) и зависимость ЭДС индукции от частоты вибрации штока.