



привет, рассмотрим "Ускоритель Томсона" - подпрыгивающий проводящий диск над спиральным индуктором



«Ускоритель Томсона» (или **кольцо Томсона**) — это классическая демонстрация законов электромагнетизма, наглядно показывающая силы отталкивания между наведенными токами. [↗](#)

### Как это работает:

1. **Индукция:** Когда через спиральный индуктор (первичную обмотку) проходит переменный ток или резкий импульс, создается быстро меняющееся магнитное поле.
2. **Вихревые токи:** Это поле пронизывает проводящий диск (или кольцо), наводя в нем ЭДС индукции. В диске возникают мощные круговые **токи Фуко**.
3. **Закон Ленца:** Магнитное поле, созданное током в диске, направлено так, чтобы противодействовать изменению внешнего магнитного потока. В результате диск превращается в магнит, чей полюс совпадает с полюсом индуктора в данный момент.
4. **Прыжок:** Одноименные полюса мгновенно отталкиваются, и диск подлетает вверх. Если использовать переменный ток (AC), диск может даже левитировать в воздухе из-за постоянного фазового сдвига между токами. [↗](#)

### Интересные нюансы:

- **Охлаждение:** Если охладить диск в жидком азоте, его сопротивление упадет, токи станут сильнее, и он подпрыгнет значительно выше.
- **Резерв:** Если в кольцо вложить даже крошечный резерв, ток не сможет

Задайте вопрос





  9 сайтов



### (PDF) Jumping ring experiment: Effect of temperature, non ...

The jumping ring experiment is an outstanding demonstration of Faraday's laws of electromagnetic induction and. also of Lenz's law...



 ResearchGate

### Unveiling the physic

PACS Nos. 41.20.Gz,  
INTRODUCTION. Mai

 arXiv

в качестве индуктора применим однослойную катушку из медной шины 10x1,5 мм длиной 5м свернутую в спираль, внутренний начальный диаметр для намотки минимален, допустим 10мм. Рассчитай параметры катушки, диаметр, сопротивление, индуктивность

### Physics Demo -- Jun

Physics Demo -- Jumping Ring - YouTube. This content isn't available. A solid metal ring is placed on an iron core whose base is w...



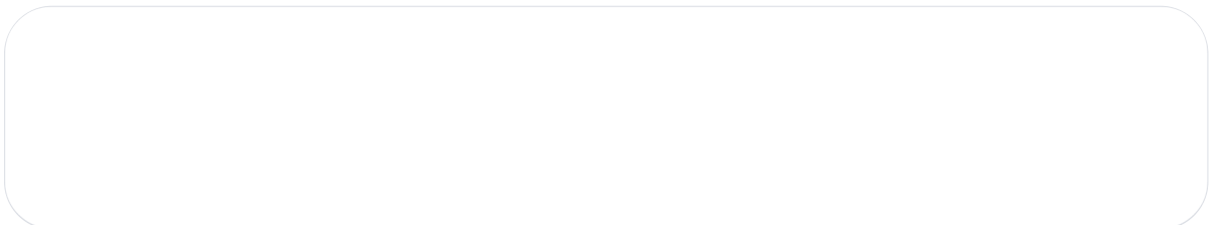
Для расчета параметров вашей катушки (плоской спирали или «кейка»)

воспользуемся геометрическими соотношениями и формулами

электродинамики. Принимаем, что шина наматывается «на ребро»

(толщина 1,5 мм определяет шаг намотки, ширина 10 мм — высоту катушки)

[Показать все](#)



Решим квадратное уравнение для  $N$ :

$$1,5\pi \cdot N^2 + (10\pi - 1,5\pi) \cdot N - 5000 = 0$$

$$4,71N^2 + 26,7N - 5000 = 0$$

Откуда  $N \approx 29,9$  (принимаем **30 витков**).

Внешний диаметр:  $D_{out} = D_{in} + 2 \cdot N \cdot t = 10 + 2 \cdot 30 \cdot 1,5 = \mathbf{100}$  мм.

## Шаг 2: Электрическое сопротивление

Удельное сопротивление меди  $\rho \approx 1,72 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

Сечение шины  $S = 10 \cdot 1,5 = 15 \text{ мм}^2 = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ .

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1,72 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{5}{15 \cdot 10^{-6}} \approx \mathbf{0,0057} \text{ Ом (5,7 мОм)}$$

## Шаг 3: Индуктивность катушки

Для плоской спиральной катушки используется формула Вилера:

$$L \approx \frac{r_{avg}^2 \cdot N^2}{8 \cdot r_{avg} + 11 \cdot w}$$

Где:

- $r_{avg} = \frac{R_{in} + R_{out}}{2} = \frac{5 + 50}{2} = 27,5 \text{ мм} \approx 1,08 \text{ дюйма}$
- $w = R_{out} - R_{in} = 45 \text{ мм} \approx 1,77 \text{ дюйма}$
- $N = 30$



- Внешний диаметр: **100 мм**
- Сопротивление ( $DC$ ): **5,7 мОм**
- Индуктивность: **~42 мкГн**

Потребуется ли вам расчет **импульсного тока** и **высоты прыжка** диска при разряде конденсаторной батареи через эту катушку?



есть неполярный конденсатор 100мкф 5000В  
для питания этого индуктора, рассчитай  
длительность импульса одной положительной  
полуволны

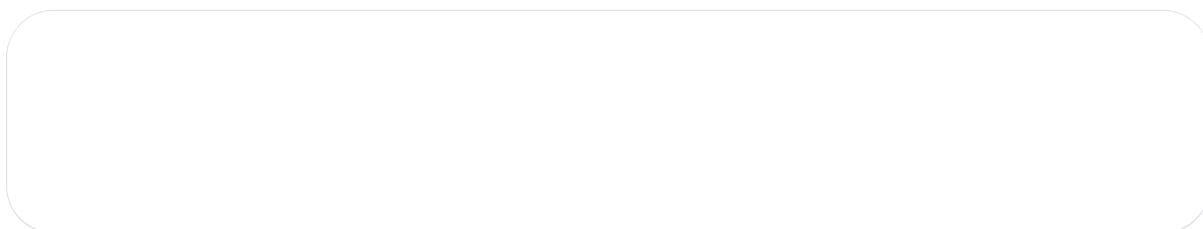


Чтобы рассчитать длительность импульса, мы рассмотрим систему как последовательный  $RLC$ -контур. Поскольку активное сопротивление катушки (5,7 мОм) крайне мало по сравнению с волновым сопротивлением, процесс будет носить характер затухающих колебаний. Нас интересует длительность первой положительной полуволны тока.

## Шаг 1: Определение параметров контура

Используем значения из предыдущего расчета:

- Емкость:  $C = 100 \cdot 10^{-6}$  ф
- Индуктивность:  $L \approx 42 \cdot 10^{-6}$  Гн
- Сопротивление:  $R \approx 0,0057$  Ом



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{42 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{42 \cdot 10^{-10}}} \approx 2455 \text{ Гц}$$

Период колебаний  $T$ :

$$T = \frac{1}{f_0} \approx 0,000407 \text{ с} \approx 407 \text{ мкс}$$

Длительность одной положительной полуволны тока составляет ровно половину периода:

$$t_{pulse} = \frac{T}{2} \approx 203,5 \text{ мкс}$$

### Шаг 3: Оценка пикового тока

Для оценки механического воздействия полезно знать амплитуду тока  $I_{max}$  при напряжении  $U = 5000 \text{ В}$ :

$$I_{max} \approx U \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} = 5000 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-6}}{42 \cdot 10^{-6}}} \approx 5000 \cdot 1,54 \approx \mathbf{7700 \text{ А}}$$

### Ответ:

Длительность положительного импульса тока составит примерно **204 мкс**.

Учтите, что при токе в **7,7 кА** на шину будут действовать огромные электромагнитные силы, стремящиеся искривить провод. Нужно ли

