

# Об экспериментальной проверке формул В. А. Ацюковского для взаимоиндукции прямоугольных контуров

Д. В. Перегудов

А: Это клевета, у меня нет такой размерной константы! Вы даже не удосужились почитать мои книги!

П: (показывает случайную размерную константу в его формулах) Вот она.

А: Так. И что?

П: Ну... э... Вы только что сказали, что её нет.

А: Так. И что?

П: А она есть.

А: Так. И что?

П: Может быть, вы извинитесь?

А: А-а-а... Ну ладно, извините. Это старый вариант. Тут ничего не должно быть.

П: Но это же размерная величина.

А: Так. И что?

П: Её нельзя просто выбросить! У неё есть размерность!

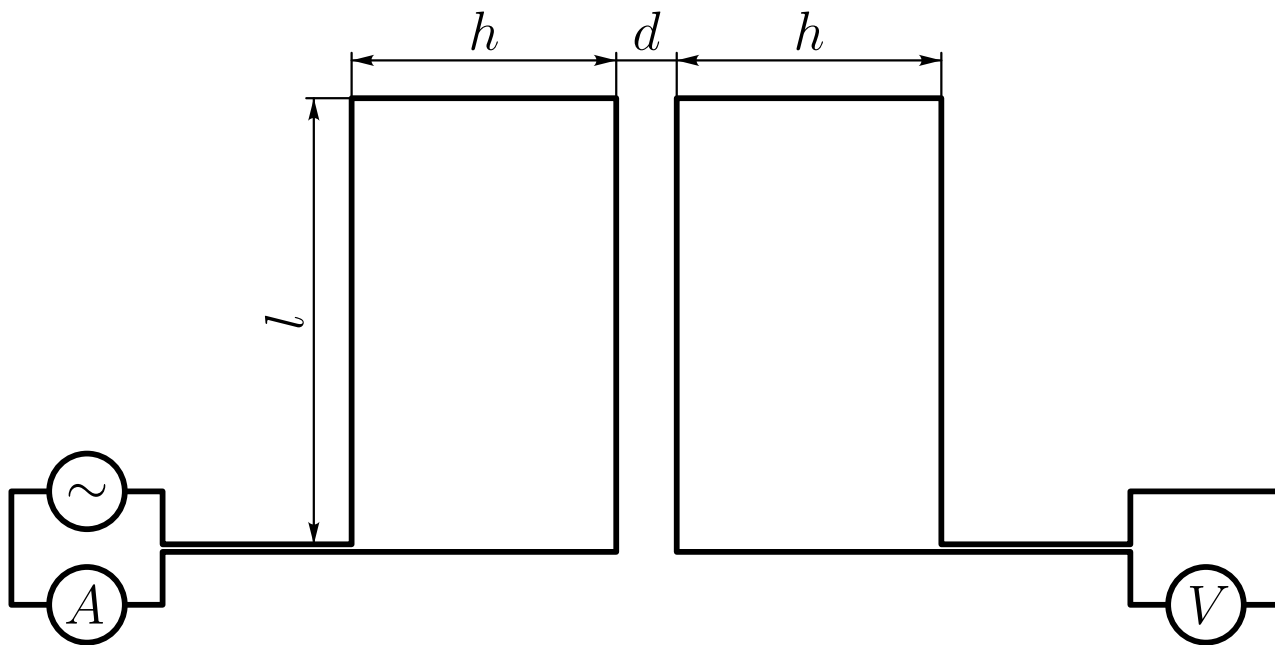
А: (кричит) Что за придирки! Я не желаю общаться с этим оппонентом! Это неконструктивно!

Из стенограммы “дебатов”

## Сетевые ресурсы

- Прошлая презентация <http://sto68.narod.ru/atzuk1.pdf>
- Эта презентация <http://sto68.narod.ru/atzuk2.pdf>
- Более подробное изложение со всеми техническими деталями на форуме Сайтэк <http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1411940184>
- Более подробное изложение в виде pdf-файла (будет обновляться) [http://sto68.narod.ru/atzuk2\\_detailed.pdf](http://sto68.narod.ru/atzuk2_detailed.pdf)
- Обсуждение других экспериментов Ацюковского на форуме Сайтэк <http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1409183233>

# Схема эксперимента



## Что проверяем? Эфиродинамика

- 1-я формула Ацюковского (“12 экспериментов по эфиродинамике”, Жуковский, 2003, стр. 9, формула (1.6); “Эфиродинамические основы электромагнетизма”, Москва, 2006, стр. 112, формула (3.51))

$$M = \frac{\mu_0 l l_0}{2\pi d} \left( 1 + \frac{d}{d+2h} - \frac{2d}{d+h} \right), \quad l_0 = 1 \text{ м.}$$

- 2-я формула Ацюковского (“Общая эфиродинамика”, Москва, Энергоатомиздат, 2003, стр. 350, формула (8.123))

$$M = \frac{\mu_0 l R_{\text{пр}}}{2\pi d} \left( 1 + \frac{d}{d+2h} - \frac{2d}{d+h} \right),$$

$R_{\text{пр}}$  — радиус провода вторичного контура.

- 3-я формула Ацюковского (с подгоночным параметром)

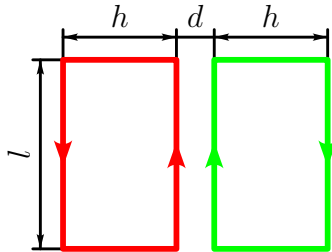
$$M = \frac{\mu_0 l a}{2\pi d} \left( 1 + \frac{d}{d+2h} - \frac{2d}{d+h} \right), \quad a — \text{подгоняем.}$$

- 4-я формула Ацюковского (<http://www.youtube.com/watch?v=e5sojTkFrFc>, формула на плакате, 33-я минута. Спасибо Александру Федорову, <http://vk.com/fyodorov428>)

$$M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \frac{1}{1 + \frac{3d}{2h} + \frac{1}{2} \frac{d^2}{h^2}} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left( 1 + \frac{d}{d+2h} - \frac{2d}{d+h} \right).$$

## Что проверяем? Электродинамика Максвелла

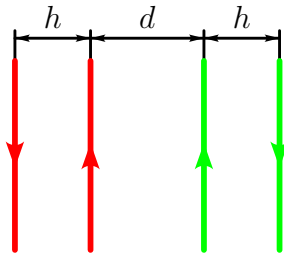
- Взаимоиндукция прямоугольных рамок



$$M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left[ 2g\left(\frac{d+h}{l}\right) - g\left(\frac{d}{l}\right) - g\left(\frac{d+2h}{l}\right) \right],$$

$$g(x) = 2\sqrt{x^2+1} + x \ln x + \frac{x}{2} \ln \frac{\sqrt{x^2+1}-x}{\sqrt{x^2+1}+x} + \frac{1}{2} \ln \frac{\sqrt{x^2+1}-1}{\sqrt{x^2+1}+1}.$$

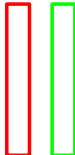

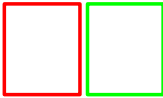

- Взаимоиндукция двухпроводных линий на единицу длины



$$\frac{M}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{(d+h)^2}{d(d+2h)}.$$

Может приближенно описывать взаимную индукцию прямоугольных рамок при  $d, h \ll l$ .

## Сизифов труд

	условия	формула для двухпроводных линий	формула для прямоугольных рамок
	$d \sim h \ll l$	приблизненно работает	работает и сводится к формуле для двухпроводных линий
	$d \ll h \ll l$	приблизненно работает, "логарифмическая расходимость"	работает и сводится к формуле для двухпроводных линий
	$d \ll h \sim l$	не работает	работает
	$d \ll l \ll h$	не работает	работает, "насыщение" $M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left( \ln \frac{l}{d} - 2 \right) + \dots$

## Соображения размерности

- Четыре величины  $h$ ,  $d$ ,  $l$  и  $\mu_0$ , из соображений размерности

$$M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} f\left(\frac{h}{d}, \frac{h}{l}\right).$$

- Пример: формула для прямоугольных контуров согласно электродинамике Максвелла
- Ошибка Ацюковского: во всех его формулах аргумент  $h/l$  выпадает

- При  $d, h \ll l$  (очень длинные узкие рамки) возникает взаимоиндукция на единицу длины

$$M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} f(h/d, 0) + \dots, \quad d, h \ll l.$$

Примеры: формула взаимоиндукции бесконечных двухпроводных линий в электродинамике Максвелла; все формулы Ацюковского (годятся только в случае  $d, h \ll l$ )

- Насыщением управляет  $h/l$ , а не  $h/d$
- Если зависимость только от  $h/d$ , неважно, что менять в эксперименте:  $h$  или  $d$ .

## План дальнейшего изложения

- Опыты с прямоугольными рамками в одной плоскости
  - 1-й опыт Перегудова: рамки  $100 \times 5$  см,  $f = 10$  кГц,  $I = 0.6$  А, провод 0.4 мм,  $d$  менялось от 0.5 см до 5 см.
  - 2-й опыт Перегудова: повторение первого с проводом 0.75 мм.
  - 3-й опыт Перегудова:  $l = 110$  см,  $d = 2.5$  мм,  $f = 10$  кГц,  $I = 0.6$  А, провод 0.4 мм,  $h$  менялось от 20 мм до 60 мм.
  - 1-й опыт Цикры: рамки  $33 \times 25$  см, 86 и 130 витков,  $f = 50$  Гц,  $I = 0.5$  А,  $d$  менялось от 1 см (?) до 30 см.
  - Абстрактная живопись
  - Общие выводы
- Формула взаимоиндукции произвольных полигональных контуров
- Опыты с рамками в других расположениях (езде рамки  $33 \times 25$  см)
  - 2-й опыт Цикры: рамки друг над другом в параллельных плоскостях, расстояние менялось от 1 см (?) до 30 см.
  - 3-й опыт Цикры: плоскости рамок под разными углами.



- 4-й опыт Цикры: рамки в перпендикулярных плоскостях, расстояние между ближайшими сторонами менялось от 0.6 см до 30 см.
- Четыре вопроса к Ацюковскому
  - рассчитать взаимоиндукцию каких-нибудь полигональных контуров
  - рассчитать работу трансформатора под нагрузкой
  - рассчитать зависимость коэффициента трансформации от расположения обмоток
  - рассчитать ЭДС, индуцированную переменным магнитным моментом, распределенным по плоскости

# Первый опыт Перегудова

**Идея опыта.** Исследовать зависимость взаимоиנדукции от  $d$  при фиксированных  $l$  и  $h$ . Предсказания при  $d \rightarrow 0$

- 1-я, 2-я, 3-я формулы Ацюковского:  $M \sim 1/d$
- электродинамика:  $M \sim -\ln d$
- 4-я формула Ацюковского  $M \sim 1$

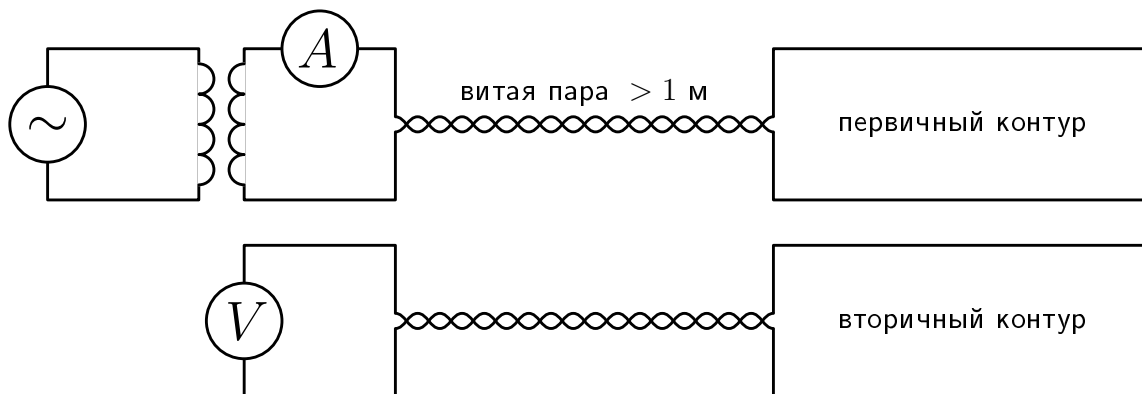
**Неизменные параметры эксперимента.**  $f = 10$  кГц,  $I = 0.6$  А,  $l = 1$  м,  $h = 50$  мм, диаметр провода 0.4 мм.

**Планирование эксперимента.** Ожидаемые значения ЭДС индукции (согласно электродинамике Максвелла) — от 2 до 12 мВ. Оценки побочных факторов — см. прошлую презентацию или детальное описание. Практически влиянием емкостной связи и падением напряжения на вторичном контуре можно пренебречь, если входное сопротивление вольтметра больше 1 кОм.

**Использованное оборудование.**

- генератор: ГЗ-109, диапазон частот 20 Гц—200 кГц, погрешность 1% (на 10 кГц),  $\Delta f = 100$  Гц
- амперметр: класс точности 0.5, предел измерений 2 А, погрешность  $\Delta I = 0.01$  А

- милливольтметр: ВЗ-38, входное сопротивление 4 МОм (входная емкость 25 пФ), класс точности 2.5, пределы измерений 10 и 30 мВ, погрешности соответственно  $\Delta U = 0.25$  и  $0.75$  мВ
- воздушный трансформатор: первичная обмотка 800 витков провода ПЭВ 0.5 на каркасе диаметром 20 и длиной 32 мм (внешний диаметр намотки 37 мм), вторичная обмотка 100 витков провода ПЭВ 0.4 внавал
- рулетка, штангенциркуль



Определяемая величина. Приведенная взаимоиндукция

$$M^* = \frac{U}{\omega I} \frac{2\pi}{\mu_0 l}$$

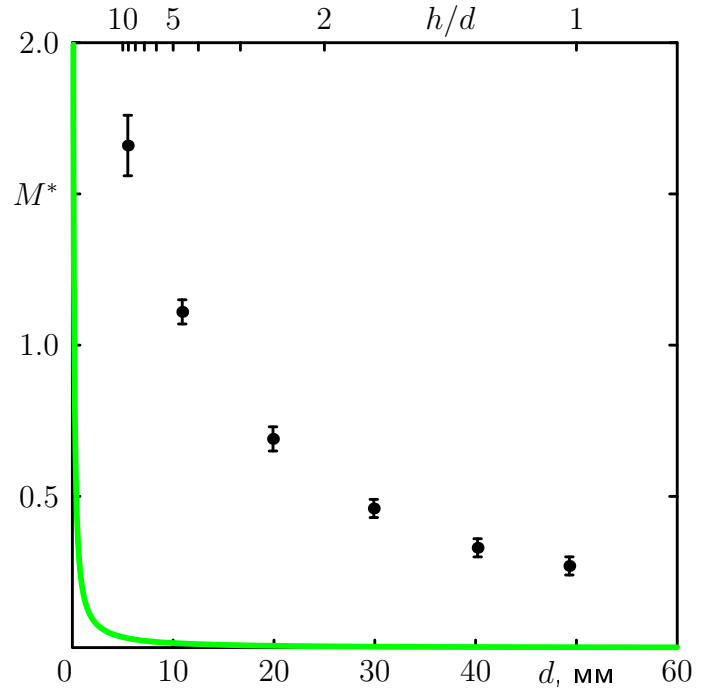
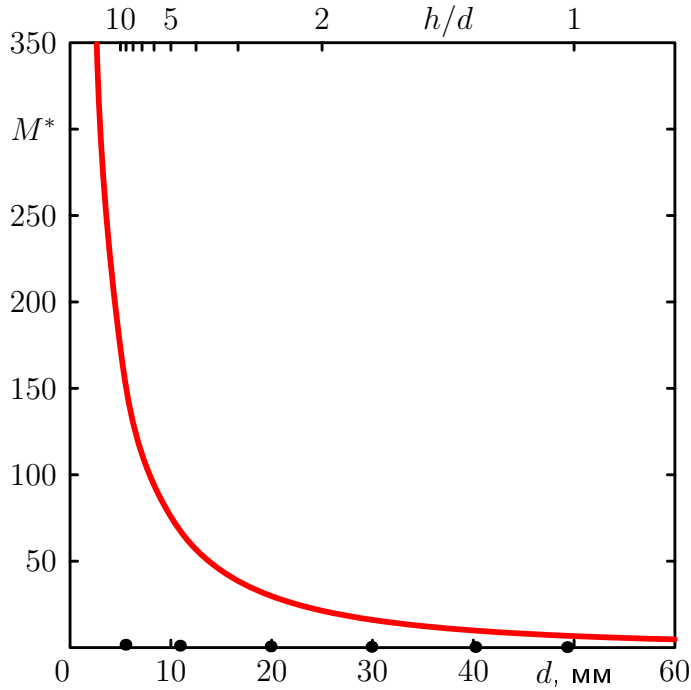
Погрешность определения

$$\Delta M^* = M^* \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f}{f}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2}.$$

Результаты эксперимента.

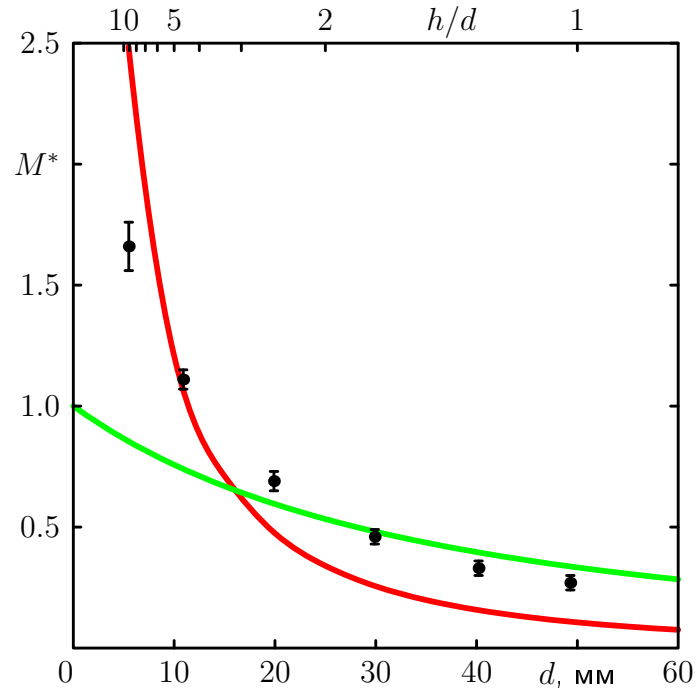
$d$ , мм	$U$ , мВ	$M^*$	$\Delta M^*$
49.3	2.0	0.27	0.03
40.2	2.5	0.33	0.03
29.9	3.5	0.46	0.03
19.9	5.2	0.69	0.04
10.9	8.4	1.11	0.04
5.5	12.5	1.66	0.10

## Сравнение с эфиродинамикой



█ эксперимент; — 1-я формула Ациуковского; — 2-я формула Ациуковского

## Сравнение с эфиродинамикой



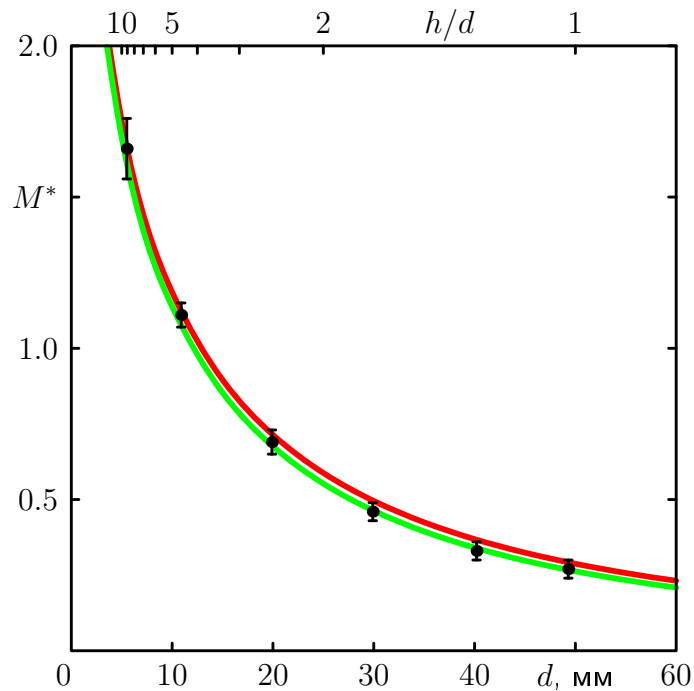
• эксперимент; — 3-я формула Ацюковского ( $a = 15.94$  мм, наилучшая аппроксимация методом наименьших квадратов с учетом погрешности); — 4-я формула Ацюковского

## Сравнение с эфиродинамикой

1-я и 2-я формулы Ацюковского откровенно “бьют в молоко”. Разница с экспериментом составляет два порядка.

3-я и 4-я формулы Ацюковского, являясь по сути подгоночными, правильно описывают порядок величин, но совершенно неправильно описывают характер зависимости, расхождение с экспериментом существенно больше погрешностей измерения.

## Сравнение с электродинамикой Максвелла



● эксперимент; — ф-ла для двухпроводных линий; — ф-ла для прямоугольных рамок

Предсказания электродинамики Максвелла прекрасно подтверждаются



## Второй опыт Перегудова

**Идея опыта.** Повторить первый эксперимент с проводом вторичного контура другого диаметра. 2-я формула Ацюковского предсказывает  $M \sim R_{\text{цр}}$ .

**Неизменные параметры эксперимента.**  $f = 10$  кГц,  $I = 0.6$  А,  $l = 1$  м,  $h = 50$  мм (те же, что в первом эксперименте), диаметр провода 0.75 мм (против 0.4 мм в первом опыте).

**Результаты эксперимента.**

$d$ , мм	$U$ , мВ	
	второй опыт	первый опыт
49.5	2.0	2.0
40.4	2.5	2.5
30.1	3.6	3.5
20.1	5.3	5.2
11.1	8.5	8.4
5.7	12.0	12.5

В пределах погрешности результат совпадает с результатом первого опыта.

## Сравнение с эфиродинамикой

Согласно 2-й формуле Ацюковского взаимоиндукция во втором эксперименте должна быть в  $0.75/0.4 = 1.875$  раза (то есть почти в два раза) больше, чем в первом. Это предсказание опровергается.

## Сравнение с электродинамикой Максвелла

Согласно электродинамике Максвелла, взаимоиндукция не зависит от диаметра провода (пока он остается много меньше размеров контура). Это предсказание подтверждается.

## Третий опыт Перегудова

**Идея опыта.** Исследование зависимости взаимоиндукции от  $h$  при неизменных  $d$  и  $l$  в области  $d \ll h \ll l$ . Все формулы Ацюковского предсказывают насыщение взаимоиндукции при больших  $h/d$  *независимо* от  $l$ , тогда как электродинамика предсказывает насыщение лишь при  $h \gg l$ , а при  $h \ll l$  предсказывает логарифмический рост.

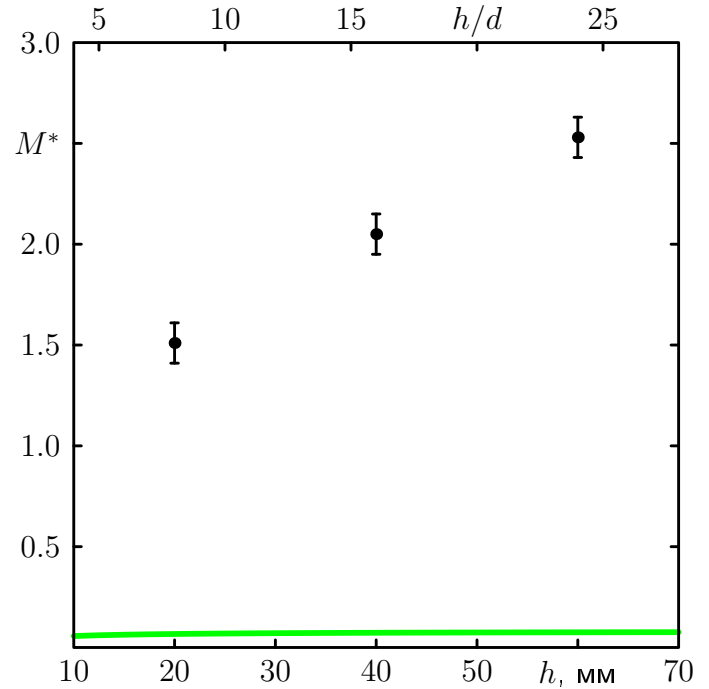
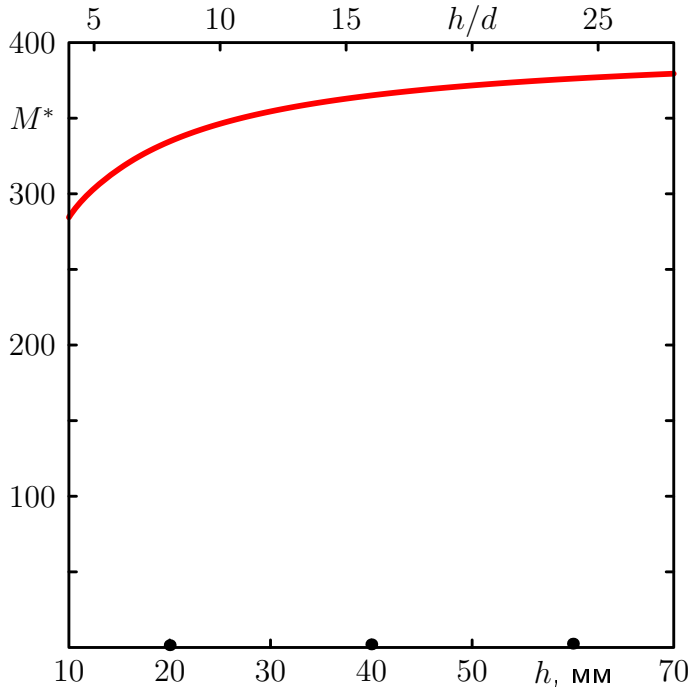
**Неизменные параметры эксперимента.**  $f = 10$  кГц,  $I = 0.6$  А,  $l = 1.1$  м,  $d = 2.5$  мм, диаметр провода 0.4 мм

**Планирование эксперимента и использованное оборудование.** То же, что в первом опыте.

**Результаты эксперимента.**

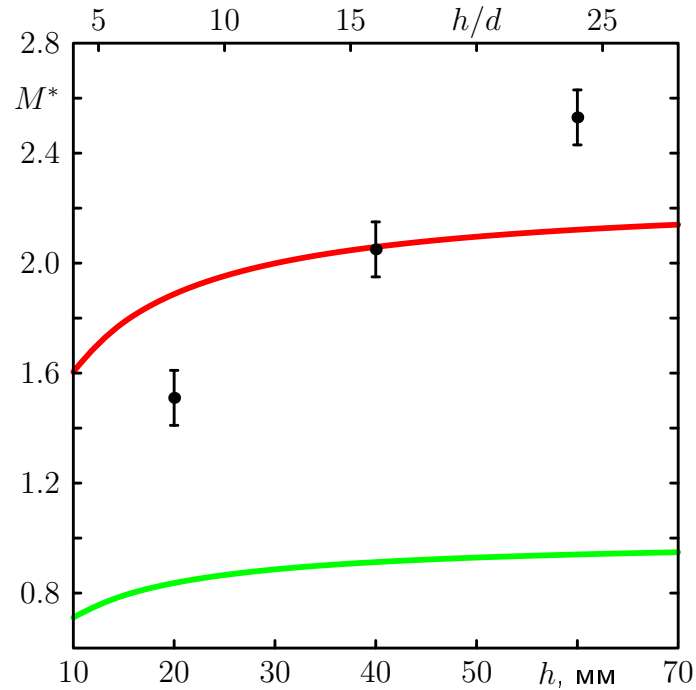
$h$ , мм	$U$ , мВ	$M^*$	$\Delta M^*$
20	12.5	1.51	0.10
40	17.0	2.05	0.10
60	21.0	2.53	0.10

## Сравнение с эфиродинамикой



● эксперимент; — 1-я формула Ацюковского; — 2-я формула Ацюковского

## Сравнение с эфиродинамикой



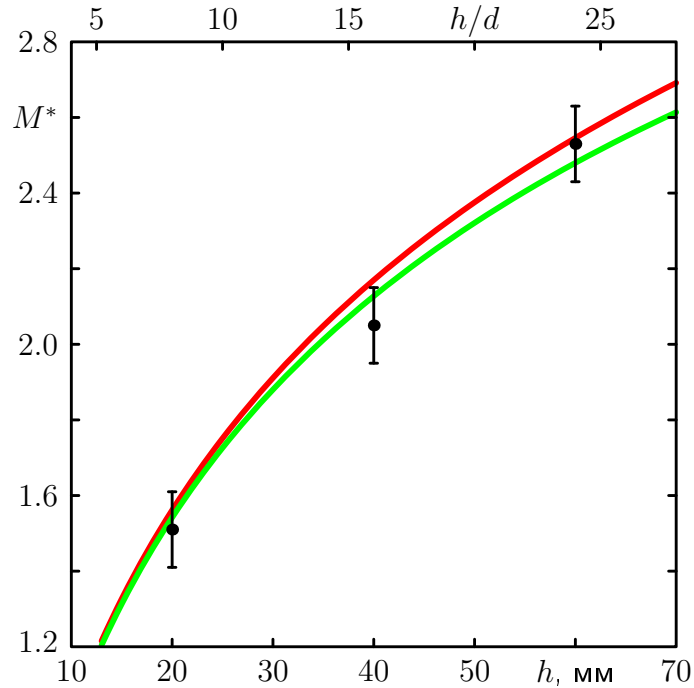
• эксперимент; — 3-я формула Ацюковского ( $a = 5.64$  мм, наилучшая аппроксимация методом наименьших квадратов с учетом погрешности); — 4-я формула Ацюковского

## Сравнение с эфиродинамикой

1-я и 2-я формулы Ацюковского откровенно “бьют в молоко”. Разница с экспериментом составляет два порядка для 1-й формулы и один порядок для 2-й.

3-я и 4-я формулы Ацюковского, являясь по сути подгоночными, правильно описывают порядок величин, но совершенно неправильно описывают характер зависимости, расхождение с экспериментом существенно больше погрешностей измерения. Наилучшее значение подгоночного параметра  $a$  ( $a = 5.64$  мм) существенно отличается от такового для первого эксперимента ( $a = 15.94$  мм).

## Сравнение с электродинамикой Максвелла



● эксперимент; — ф-ла для двухпроводных линий; — ф-ла для прямоугольных рамок

Предсказания электродинамики Максвелла прекрасно подтверждаются

## Первый опыт Цикры

**Ссылка на оригинал.**

<http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1411940184/91#91>

<http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1411940184/105#105>

**Идея опыта.** Превратно понятый первый опыт Перегудова. Были готовые рамки 33 на 25 см, одна из которых содержала 86, а вторая — 130 витков. Исследовалась зависимость взаимной индукции от  $d$  при фиксированных  $l$  и  $h$ .

**Неизменные параметры эксперимента.**  $f = 50$  Гц,  $I = 0.5$  А, диаметр провода неизвестен, диаметр всей катушки примерно 0.5 и 0.7 см соответственно для 86- и 130-витковой катушки.

**Планирование эксперимента.** Не проводилось. Можно использовать оценки для первого опыта Перегудова, пересчитав соответственно изменившимся параметрам.

**Использованное оборудование.**

- генератор: бытовая сеть 50 Гц, через трансформатор с выходным напряжением около 10 В (для справки: по ГОСТ 13109–97 погрешность  $\Delta f = 0.2$  Гц, коэффициент гармоник 5, 6 и 5% для 3-й, 5-й и 7-й гармоник)
- мультиметр DT9206 (для справки: нижний предел по напряжению 200 мВ, точность 1.2%; входное сопротивление 1 МОм; по току на пределе 20 А точность 3%)
- линейка (?)



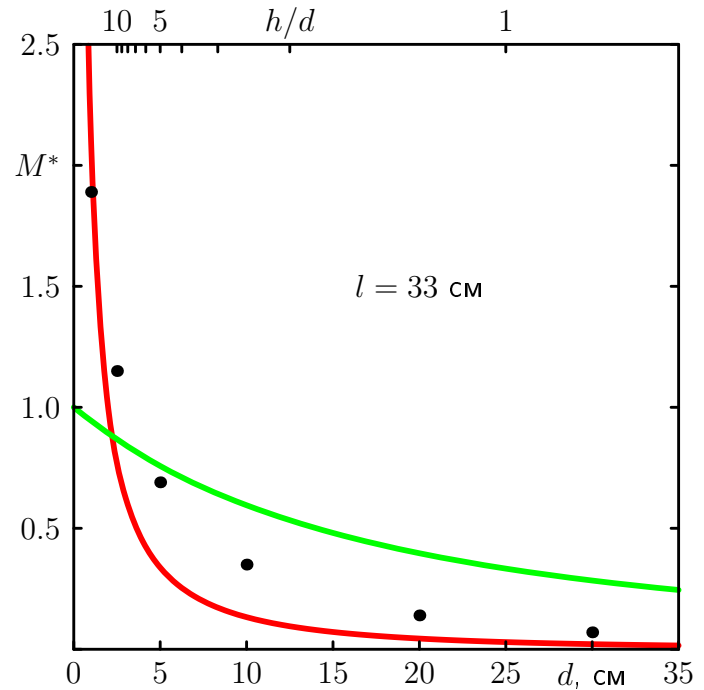
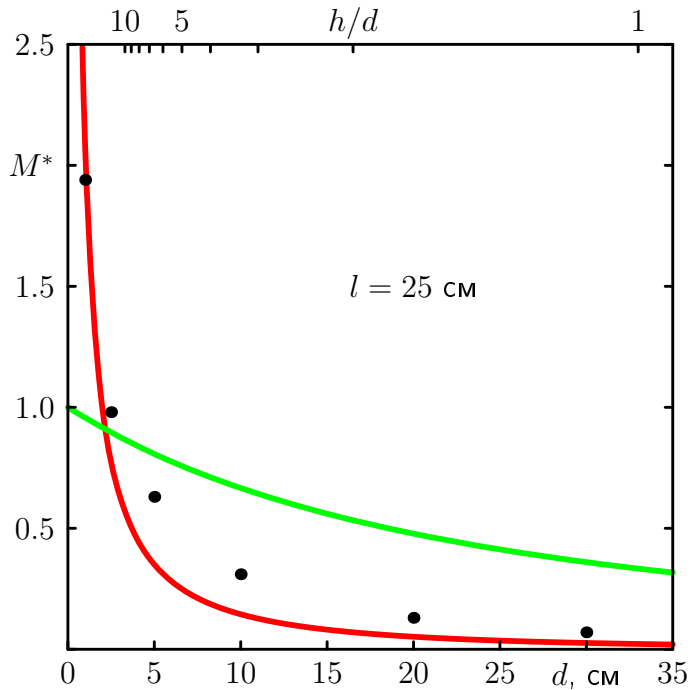
Определяемая величина. Приведенная взаимоиндукция на один виток

$$M^* = \frac{U}{\omega I} \frac{2\pi}{\mu_0 l} \frac{1}{N_1 N_2}, \quad N_1 = 86, \quad N_2 = 130$$

Результаты эксперимента.

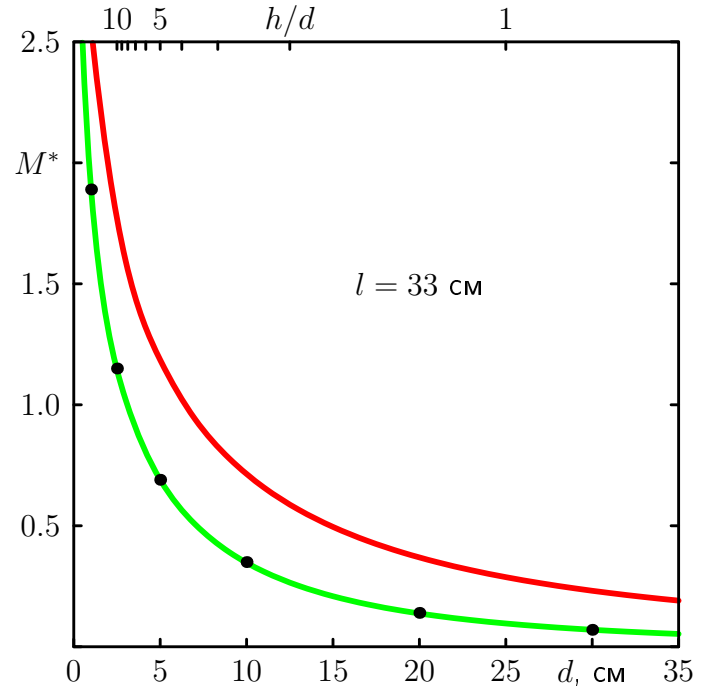
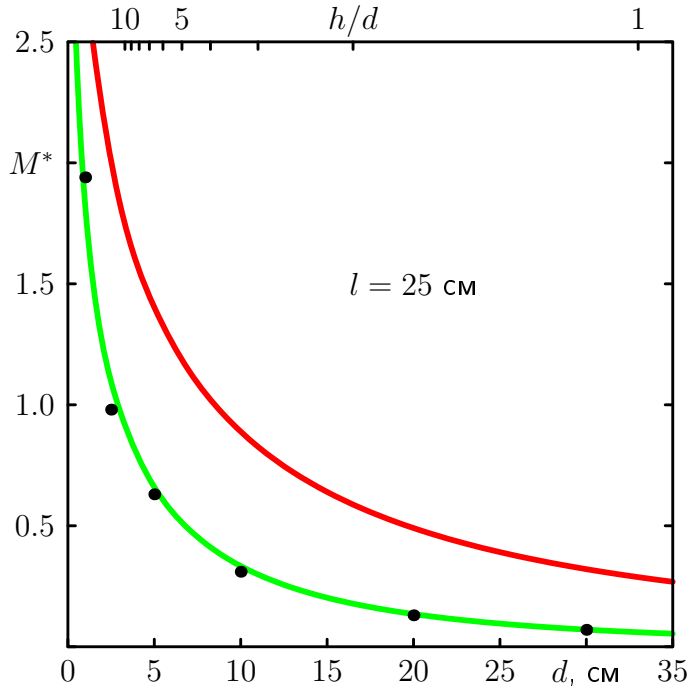
<i>d</i> , см	<i>U</i> , мВ		<i>M</i> *	
	<i>l</i> = 25 см	<i>l</i> = 33 см	<i>l</i> = 25 см	<i>l</i> = 33 см
1(?)	170	219	1.94	1.89
2.5	86	133	0.98	1.15
5*	55	80*	0.63	0.69
10	27	40	0.31	0.35
20	11	16	0.13	0.14
30	6	8	0.07	0.07

## Сравнение с эфиродинамикой (условное)



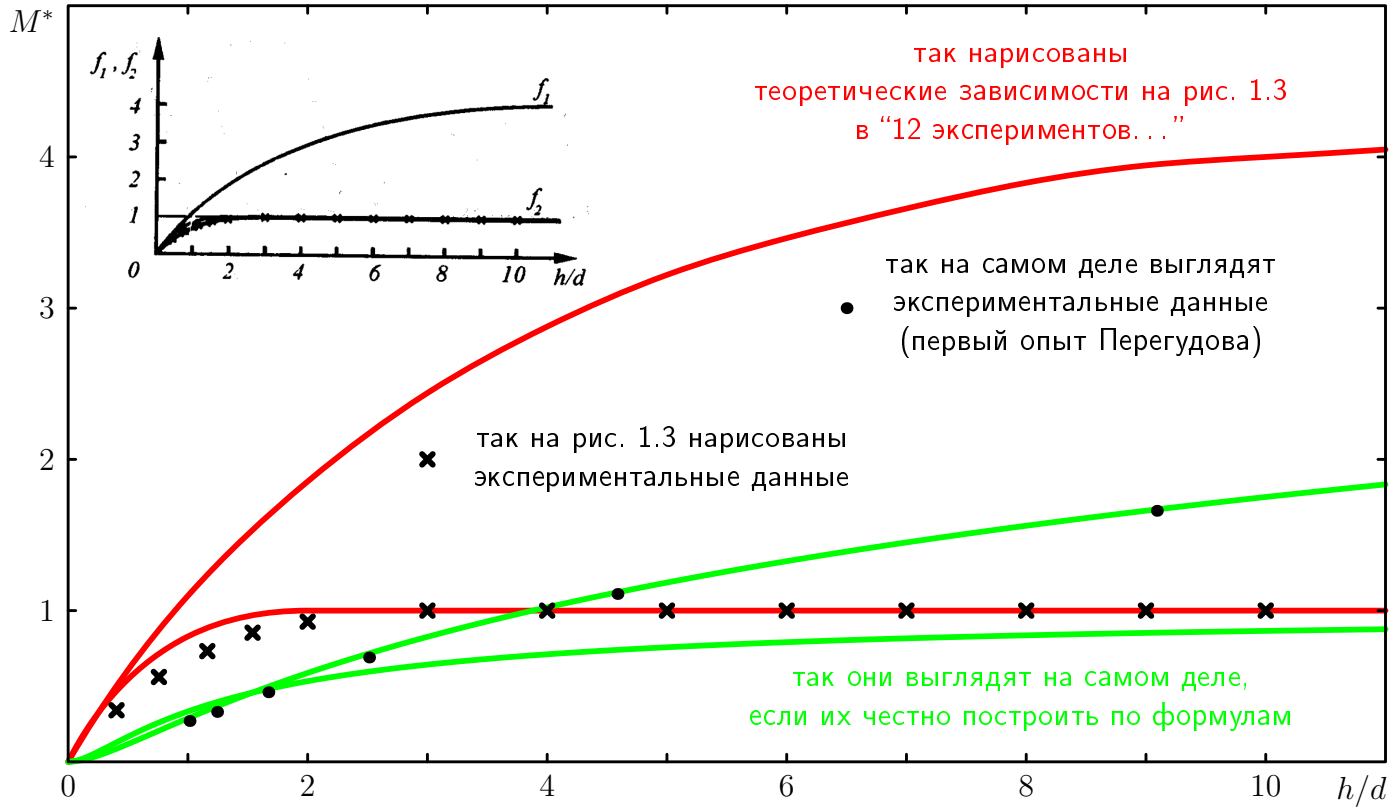
- эксперимент; — 3-я формула Ацюковского (наилучшее приближение методом наименьших квадратов без учета погрешности,  $a = 2.17$  см для  $l = 25$  см и  $a = 2.23$  см для  $l = 33$  см);
- 4-я формула Ацюковского

## Сравнение с электродинамикой Максвелла



- эксперимент; — формула для двухпроводных линий (не работает при  $h \sim l$ );  
— формула для прямоугольных рамок

# Абстрактная живопись



## Общие выводы

- Эфиродинамика: не подтверждается опытом
  - 1-я и 2-я формулы Ацюковского во всех случаях расходятся с экспериментом на один-два порядка
  - 3-я формула Ацюковского требует в разных случаях разных подгоночных множителей
  - 3-я и 4-я формулы Ацюковского, по существу являясь подгоночными, дают правильное представление о порядке величин (хотя и могут врать на порядки при соответствующей постановке эксперимента), но абсолютно неправильно предсказывают характер зависимости
  - рис. 1.3 из “12 экспериментов. . .” представляет собой пример абстрактной живописи: ни теоретические кривые, ни экспериментальные данные, изображенные на нем, не имеют никакого отношения к реальности
- Электродинамика Максвелла: подтверждается опытом
  - формула для прямоугольных рамок во всех случаях прекрасно согласуется с экспериментом
  - формула для двухпроводных линий согласуется с экспериментом в случаях  $d, h \ll l$  (для которых только и была выведена) *независимо* от значения отношения  $h/d$

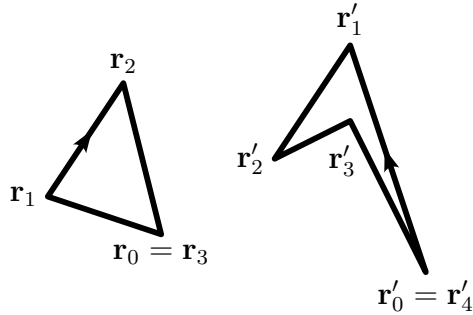
## О “дискуссии” 16 декабря 2014 года

- Яблоко раздора (Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц “Теоретическая физика”: учебное пособие в 10-и томах. Т. VIII “Электродинамика сплошных сред”, М.: Наука, 1992, формула (33.11))

$$M = \frac{\mu_0}{4\pi} \iint \frac{d\mathbf{r}_1 d\mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|}$$

- Две глубокие альтернативные мысли
  - об учебнике для 1-го класса
  - я не знал — я имею право!
- Маленький ликбез
  - Дж. К. Максвелл “Трактат об электричестве и магнетизме”, т. 2, М.: Наука, 1989, пункт 423, формула (16), см. также пп. 492, 493, 524, 584, 637, 701
  - Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс “Фейнмановский лекции по физике”. Вып. 6 “Электродинамика”, М.: Мир, 1966, формула (17.30)
  - “Теоретические основы электротехники”: учебник для электротехнических вузов в 2-х томах. Под редакцией проф. П. А. Ионкина. Т. II. “Нелинейные цепи и основы теории электромагнитного поля”, М.: Высшая школа, 1976, формула (29.26)

# Взаимоиндукция произвольных полигональных контуров

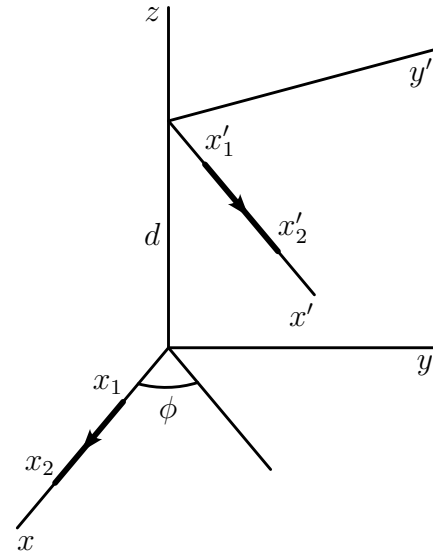


$$M = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n K(\mathbf{r}_{i-1}, \mathbf{r}_i; \mathbf{r}'_{j-1}, \mathbf{r}'_j).$$

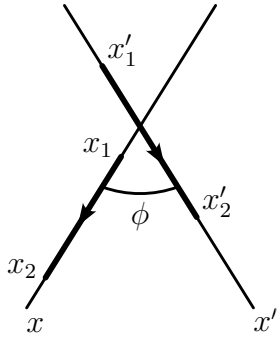
Общий случай  $d \neq 0$ ,  $\phi \neq 0, \pi$

$$K = \cos \phi \left[ x' \ln(R + x - x' \cos \phi) + x \ln(R + x' - x \cos \phi) + \frac{2d}{\sin \phi} \operatorname{arctg} \frac{(R + x + x')(1 - \cos \phi)}{d \sin \phi} \right] \Bigg|_{x_1}^{x_2} \Bigg|_{x'_1}^{x'_2},$$

$$R^2 = x^2 + x'^2 - 2xx' \cos \phi + d^2.$$



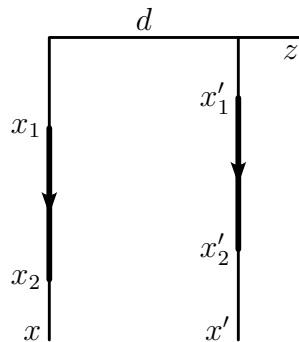
Плоский случай  $d = 0$ ,  $\phi \neq 0, \pi$ ,  $x_{1,2} > 0$



$$K = \cos \phi [x' \ln(R + x - x' \cos \phi) + x \ln(R + x' - x \cos \phi)] \Big|_{x_1}^{x_2} \Big|_{x'_1}^{x'_2},$$

$$R^2 = x^2 + x'^2 - 2xx' \cos \phi$$

Параллельные стороны  $d \neq 0$ ,  $\phi = 0$



$$K = [(x' - x) \ln(R + x - x') + R] \Big|_{x_1}^{x_2} \Big|_{x'_1}^{x'_2}, \quad R^2 = (x - x')^2 + d^2$$



## Второй опыт Цикры

Ссылка на оригинал.

<http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1411940184/81#81>

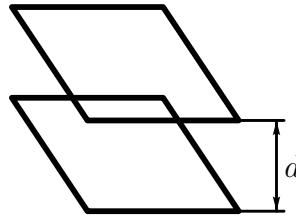
<http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1411940184/91#91>

**Идея опыта.** Исследование зависимости взаимоиндукции прямоугольных рамок, лежащих в параллельных плоскостях друг над другом, от расстояния между плоскостями.

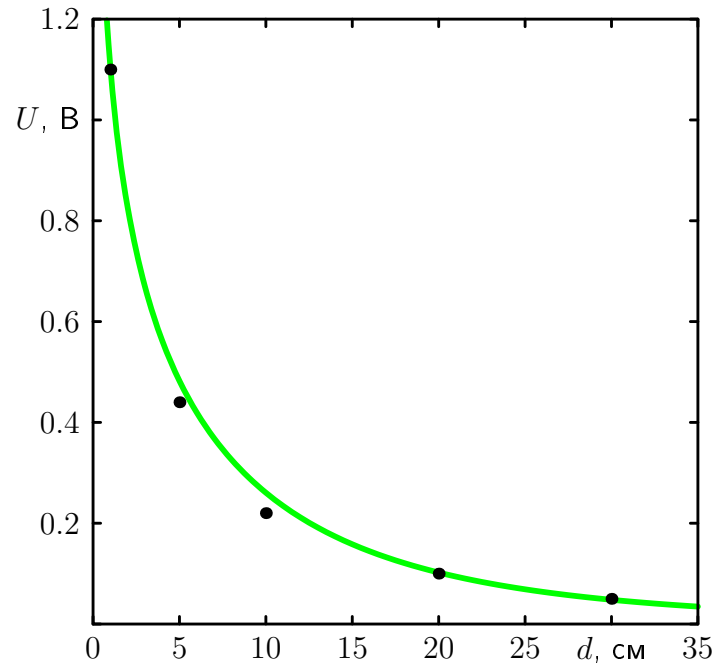
**Неизменные параметры эксперимента.** Рамки 33 на 25 см, 86 и 130 витков,  $f = 50$  Гц,  $I = 0.52$  А.

**Результаты эксперимента.**

$d$ , см	$U$ , мВ
1(?)	1100
5	440
10	220
20	100
30	50



## Сравнение с электродинамикой Максвелла



● эксперимент; — формула для полигональных контуров

## Третий опыт Цикры

Ссылка на оригинал.

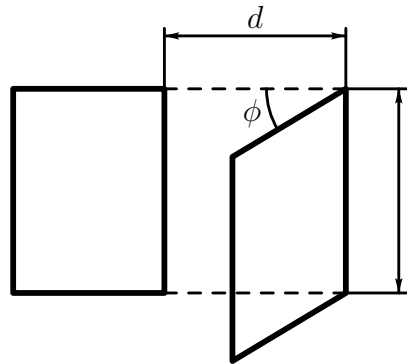
<http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1414850401/63#63>

**Идея опыта.** Исследование зависимости взаимной индукции прямоугольных рамок от угла между плоскостями, в которых лежат рамки.

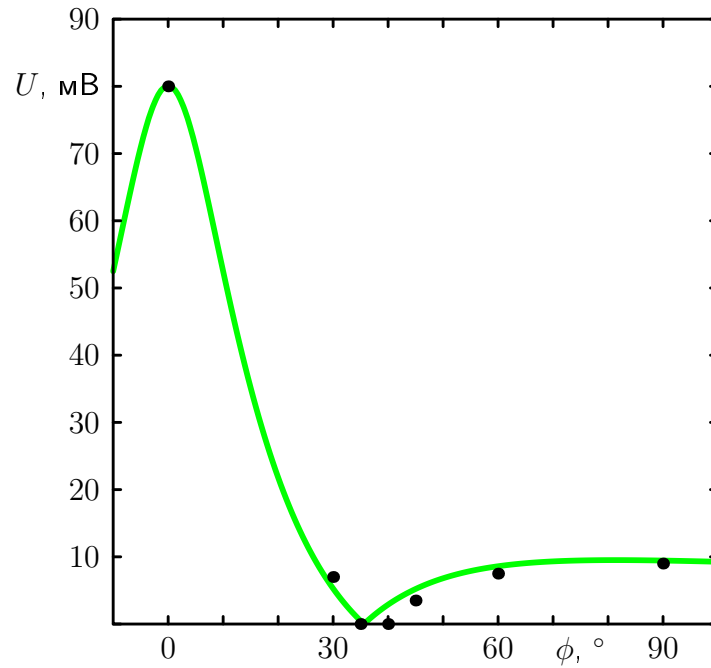
**Неизменные параметры эксперимента.** Рамки 33 на 25 см, 86 и 130 витков,  $f = 50$  Гц,  $I = 0.5$  А, параллельные стороны рамок  $l = 33$  см, первая рамка неподвижна, вторая поворачивается вокруг стороны 33 см, лежащей в плоскости первой рамки и отстоящей от нее на  $d = 30$  см.

**Результаты эксперимента.**

$\phi, ^\circ$	$U, \text{ мВ}$
0*	80*
30	7
35–40	0
45	3.5
60	7.5
90**	9.0**



## Сравнение с электродинамикой Максвелла



● эксперимент; — формула для полигональных контуров

## Четвертый опыт Цикры (дезавуирован самим автором)

Ссылка на оригинал.

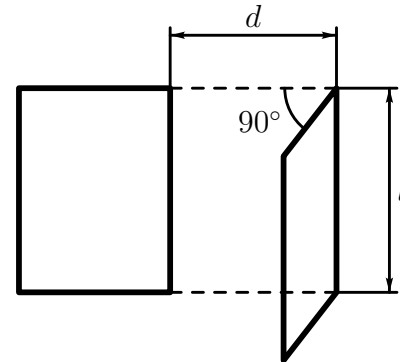
<http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1414850401/30#30>

**Идея опыта.** Исследование зависимости взаимной индукции прямоугольных рамок, лежащих в перпендикулярных плоскостях, от расстояния между их ближайшими сторонами.

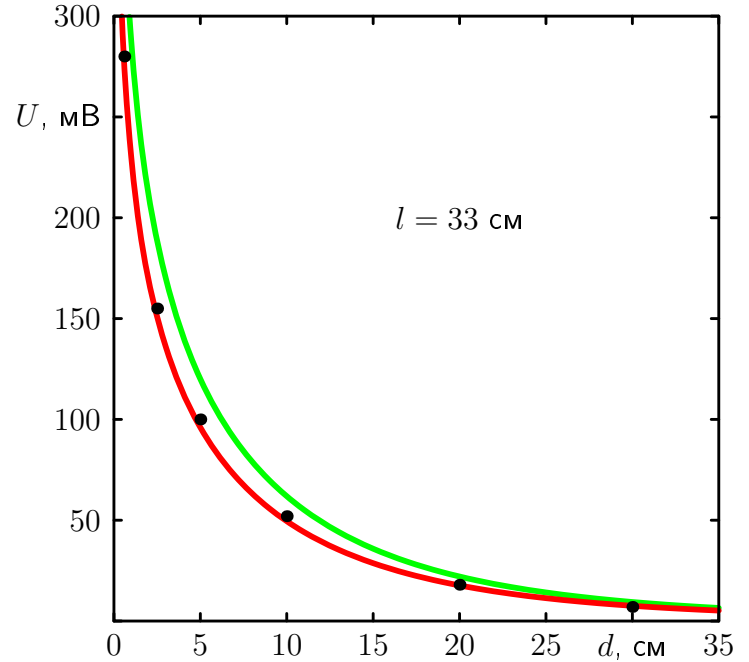
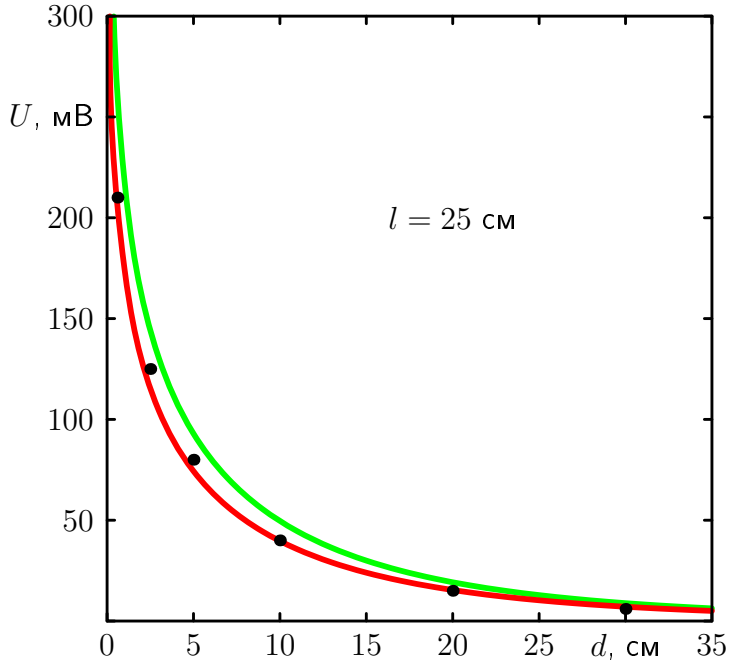
**Неизменные параметры эксперимента.** Рамки 33 на 25 см, 86 и 130 витков,  $f = 50$  Гц,  $I = 0.5$  А, параллельные стороны рамок  $l = 33$  либо 25 см, первая рамка неподвижна, одна из сторон второй рамки лежит в плоскости первой рамки.

**Результаты эксперимента.**

$d$ , см	$U$ , мВ	
	$l = 25$ см	$l = 33$ см
0.6	210	280
2.5	125	155
5	80	100
10	40	52
20	15	18
30**	6	7**



## Сравнение с электродинамикой Максвелла



- эксперимент; — формула для полигональных контуров;
- $0.8 \times$  (формула для полигональных контуров)

# Нормальная (аристотелева) vs альтернативная логика, Поппер и фальсифицируемость

Нормальная логика

$$(A \Rightarrow B) \Leftrightarrow (\bar{B} \Rightarrow \bar{A})$$

Если теория ( $A$ ) дает предсказание ( $B$ ), которое опровергается экспериментом ( $\bar{B}$ ), то теория неверна ( $\bar{A}$ )

Альтернативная логика

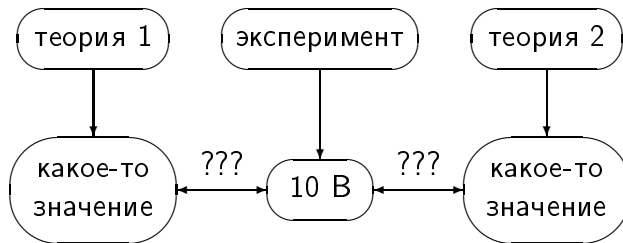
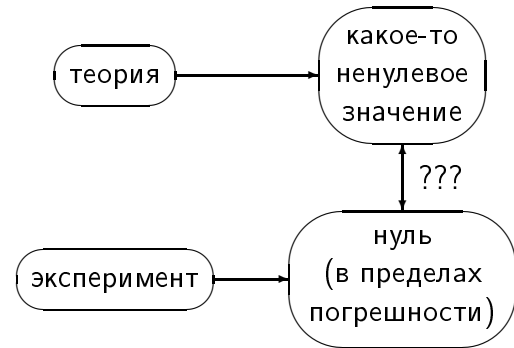
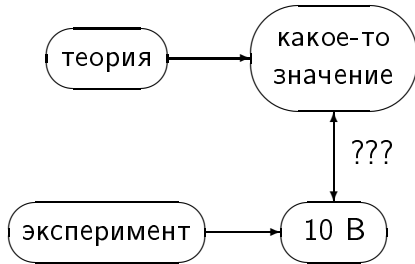
???

Фальсифицируема ли эфиродинамика?

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Фальсифицируемость>

## Четыре вопроса к Ацюковскому

В книге “12 экспериментов по эфиродинамике” отсутствуют какие-либо количественные предсказания эфиродинамики (за исключением уже рассмотренного первого опыта). В таких условиях говорить о якобы имеющемся экспериментальном подтверждении эфиродинамики не представляется возможным. Для проведения проверочных экспериментов необходимо получить конкретные количественные предсказания.



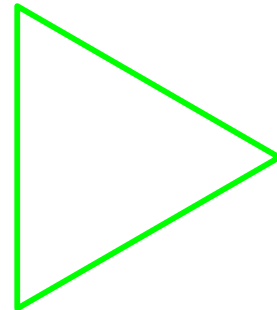
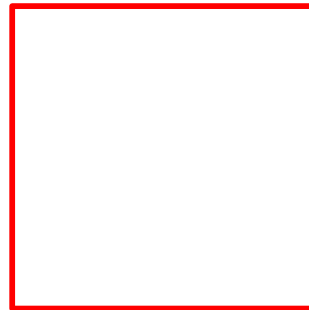
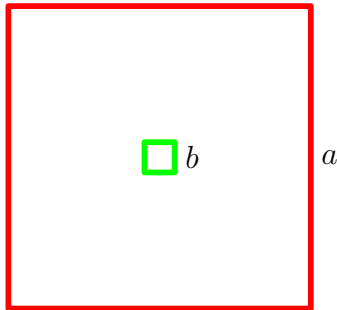


## Вопрос первый: предсказать ЭДС индукции в случае, отличном от первого эксперимента

По мотивам первого эксперимента.

“Общая эфиродинамика” (стр. 346): “Из представления о взаимоиндукции контуров нельзя вывести взаимоиндукцию отдельных проводников, поскольку в формульных выражениях взаимоиндукции контуров присутствует площадь контура. Наоборот, из представлений о взаимоиндукции отдельных проводников можно было бы вывести законы взаимоиндукции контуров любой формы.”

**Предлагаемая задача.** Первичный контур представляет собой квадрат со стороной  $a$ , по которому течет переменный ток  $I$  с частотой  $\omega$ . Вторичный контур представляет собой квадрат со стороной  $b \ll a$ , расположенный в центре первичного контура. Рассчитать ЭДС индукции  $\mathcal{E}$  во вторичном контуре согласно эфиродинамическим представлениям в зависимости от  $a$ ,  $b$ ,  $I$ ,  $\omega$ .

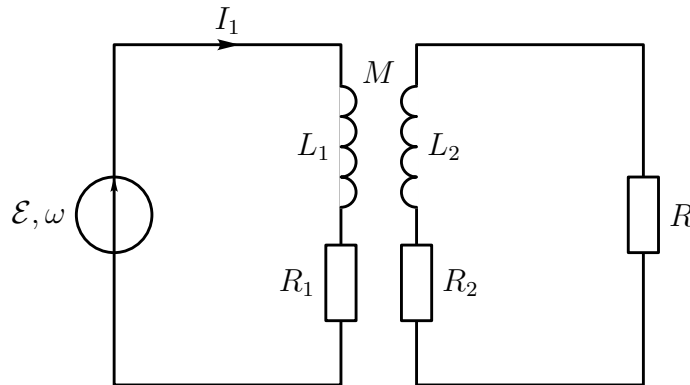


**Возможные варианты.** Рассчитать ЭДС индукции для каких-нибудь других полигональных контуров, например, для лежащих в одной плоскости квадрата и правильного треугольника.

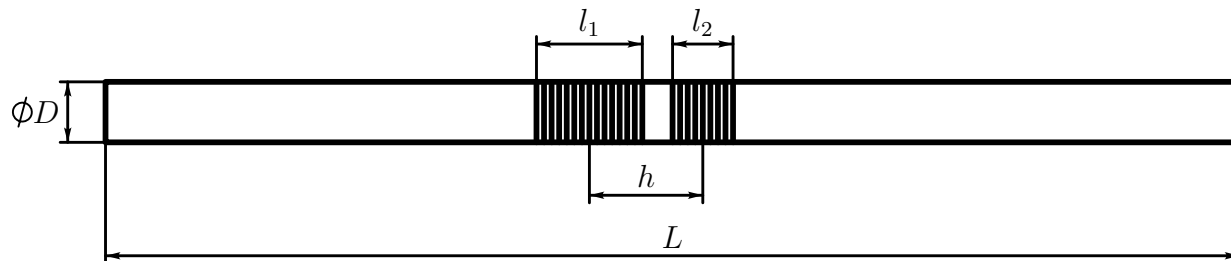
## Вопрос второй: рассчитать работу трансформатора под нагрузкой

По мотивам третьего эксперимента.

“12 экспериментов. . .” (стр. 13): “Механизм передачи энергии из первичной обмотки во вторичную в трансформаторах с железным сердечником описан недостаточно отчетливо. В нем недостаточно ясны причины, по которым снижение сопротивления нагрузки во вторичной обмотке трансформатора вызывает увеличение тока в его первичной обмотке. Обычным объяснением является то, что компенсация магнитного поля, создаваемого током первичной обмотки, магнитным полем, создаваемым током вторичной обмотки, и производит подобное действие. Однако тогда должна была бы уменьшаться индуктивность первичной обмотки и увеличиваться реактивная составляющая тока первичной обмотки, а не активная, как это происходит на самом деле.”



**Предлагаемая задача.** Трансформатор представляет собой первичную обмотку индуктивностью  $L_1$  и активным сопротивлением  $R_1$  и вторичную обмотку индуктивностью  $L_2$  и активным сопротивлением  $R_2$ , между которыми имеется взаимная индуктивность  $M$ . К первичной обмотке подключается источник переменного напряжения  $\mathcal{E}$  с частотой  $\omega$ , а к вторичной — активное сопротивление нагрузки  $R$ . Рассчитать, согласно эфиродинамическим представлениям, ток  $I_1$  (амплитуду и фазу) в первичной обмотке в зависимости от  $\mathcal{E}$ ,  $\omega$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $M$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R$ . В целях упрощения расчетов рекомендуется рассмотреть случай  $R \sim \omega L_{1,2} \gg R_{1,2}$ ,  $M^2 = L_1 L_2$ .



**Возможные варианты.** Если эфиродинамика не умеет работать с электрическими схемами, а также для экспериментальной проверки предлагается конкретная конструкция трансформатора: две однослойные обмотки тонким проводом на цилиндрическом **немагнитном** сердечнике. Диаметр сердечника  $D$ , длина первичной обмотки  $l_1$ , длина вторичной обмотки  $l_2$ , диаметр провода обмоток  $d \ll D, l_{1,2}$ , расстояние между центрами обмоток  $h > (l_1 + l_2)/2$ . Рассчитать, согласно эфир-

родинамическим представлениям, ток  $I_1$  (амплитуду и фазу) в первичной обмотке в зависимости от  $\mathcal{E}$ ,  $\omega$ ,  $D$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $d$ ,  $h$ ,  $R$ .

Если для эфиродинамики принципиально наличие **магнитного** сердечника, считать, что сердечник магнитный с проницаемостью  $\mu$ . Длина сердечника  $L \gg D, h, l_{1,2}$ , а обмотки расположены в середине сердечника. Рассчитать, согласно эфиродинамическим представлениям, ток  $I_1$  (амплитуду и фазу) в первичной обмотке в зависимости от  $\mathcal{E}$ ,  $\omega$ ,  $D$ ,  $L$ ,  $\mu$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $d$ ,  $h$ ,  $R$ .

## Вопрос третий: рассчитать коэффициент трансформации в зависимости от расположения обмоток

По мотивам четвертого эксперимента.

“12 экспериментов. . .” (стр. 16): “В настоящее время подразумевается, что порядок расположения обмоток на трансформаторе не играет существенной роли, хотя практически повсеместно первичная обмотка располагается первой, вторичные обмотки располагаются над ней. Считается, что такое расположение все же лучше, поскольку уменьшает поля рассеивания магнитного поля. Однако при относительной магнитной проницаемости трансформаторного железа, равной 400, поля рассеивания не должны превышать 0.5–1% от всей величины магнитного поля, а при больших значениях относительной магнитной проницаемости эта доля должна сокращаться.”

**Предлагаемая задача.** Рассчитать коэффициент трансформации холостого хода цилиндрического трансформатора, представляющего собой две однослойные обмотки тонким проводом на длинном цилиндрическом магнитном сердечнике. Магнитная проницаемость сердечника  $\mu$ , диаметр сердечника  $D$ , длина первичной обмотки  $l_1$ , длина вторичной обмотки  $l_2$ , расстояние между центрами обмоток  $h > (l_1 + l_2)/2$ , длина сердечника  $L \gg D, h, l_{1,2}$ , обмотки расположены в середине сердечника, диаметр провода обмоток  $d \ll D, l_{1,2}$ . К первичной обмотке подключается источник переменного напряжения  $\mathcal{E}$  и частоты  $\omega$ , вторичная обмотка разомкнута. Рассчитать, согласно эфиродинамическим представлениям, отношение  $k$  напряжения на разомкнутой вторичной обмотке к напряжению  $\mathcal{E}$  на первичной (абсолютное значение и фазу) в зависимости от  $\mathcal{E}, \omega, D, L, \mu, l_1, l_2, d, h$ .

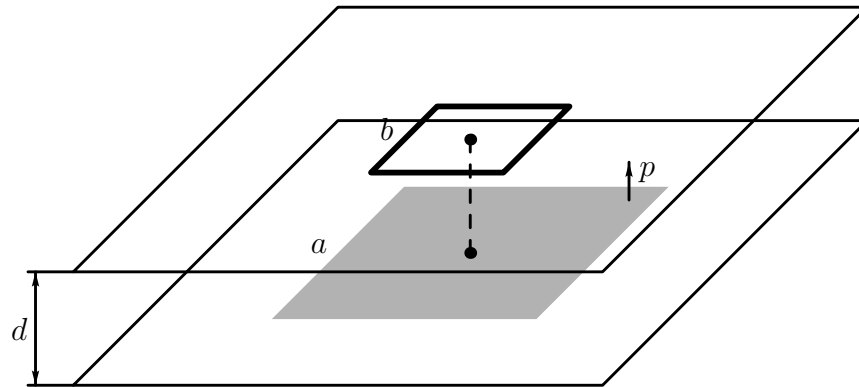
**Возможные варианты.** Вторичная обмотка нагружена активным сопротивлением  $R$ . Рассчитать,

согласно эфиродинамическим представлениям, отношение  $k$  напряжения на нагрузке  $R$  к напряжению  $\mathcal{E}$  на первичной обмотке (абсолютное значение и фазу) в зависимости от  $\mathcal{E}$ ,  $\omega$ ,  $D$ ,  $L$ ,  $\mu$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $d$ ,  $h$ ,  $R$ .

## Вопрос четвертый: рассчитать ЭДС в контуре, расположенном над плоскостью с меняющейся намагниченностью

По мотивам пятого эксперимента.

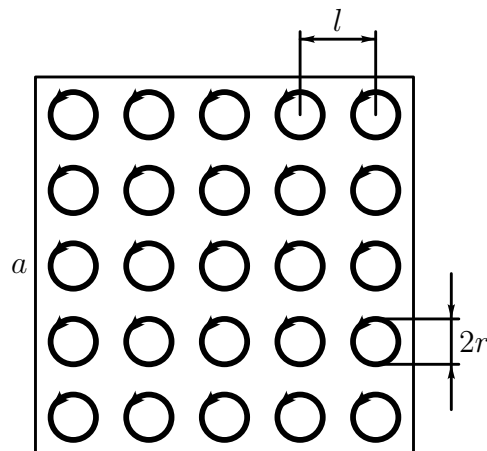
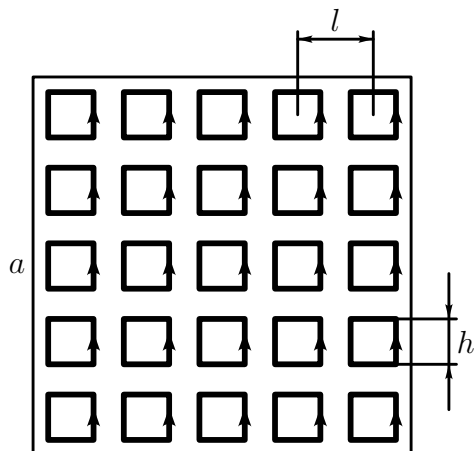
“12 экспериментов...” (стр. 18): “Закон Фарадея при этом никак не учитывает влияния магнитных полей, находящихся вне контура”.



**Предлагаемая задача.** На горизонтальной плоскости расположен квадрат со стороной  $a$ , намагниченный с плотностью магнитного момента  $p$  (так что полный магнитный момент равен  $pa^2$ ). Магнитный момент перпендикулярен плоскости и меняется по гармоническому закону с частотой  $\omega$ .



В параллельной плоскости, отстоящей на расстояние  $d$ , лежит квадратный измерительный контур со стороной  $b$ , центры квадратов находятся на одной вертикали. Рассчитать, согласно эфиродинамическим представлениям, ЭДС индукции в измерительной контуре в зависимости от  $a$ ,  $p$ ,  $\omega$ ,  $d$ ,  $b$ .



**Возможные варианты.** Если эфиродинамика не умеет работать с магнитными моментами, а также для экспериментальной проверки предлагаются следующие конкретные модели намагниченного квадрата.

- Квадратный контур со стороной  $a$  и током  $I = p$ .
- Множество мелких квадратных контуров со стороной  $h \ll a$  и расстоянием между центрами

$l \ll a, l > h$ , которые заполняют квадрат со стороной  $a$  и по которым текут токи  $I = pl^2/h^2$ .

- Множество мелких круговых контуров радиусом  $r \ll a$  и расстоянием между центрами  $l \ll a, l > 2r$ , которые заполняют квадрат со стороной  $a$  и по которым текут токи  $I = pl^2/\pi r^2$ .

Радиусы всех проводов много меньше всех остальных геометрических размеров. Рассчитать, согласно эфиродинамическим представлениям, ЭДС индукции в измерительном контуре в зависимости, соответственно, либо от  $a, I, \omega, d, b$ , либо от  $a, I, h, l, \omega, d, b$ , либо от  $a, I, r, l, \omega, d, b$ .