

Торшин Владимир Викторович

[ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВЫПУКЛЫМИ ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ](#)

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2009/12-1/37.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

[Альманах современной науки и образования](#)

Тамбов: Грамота, 2009. № 12 (31): в 2-х ч. Ч. I. С. 109-112. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2009/12-1/

[© Издательство "Грамота"](#)

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

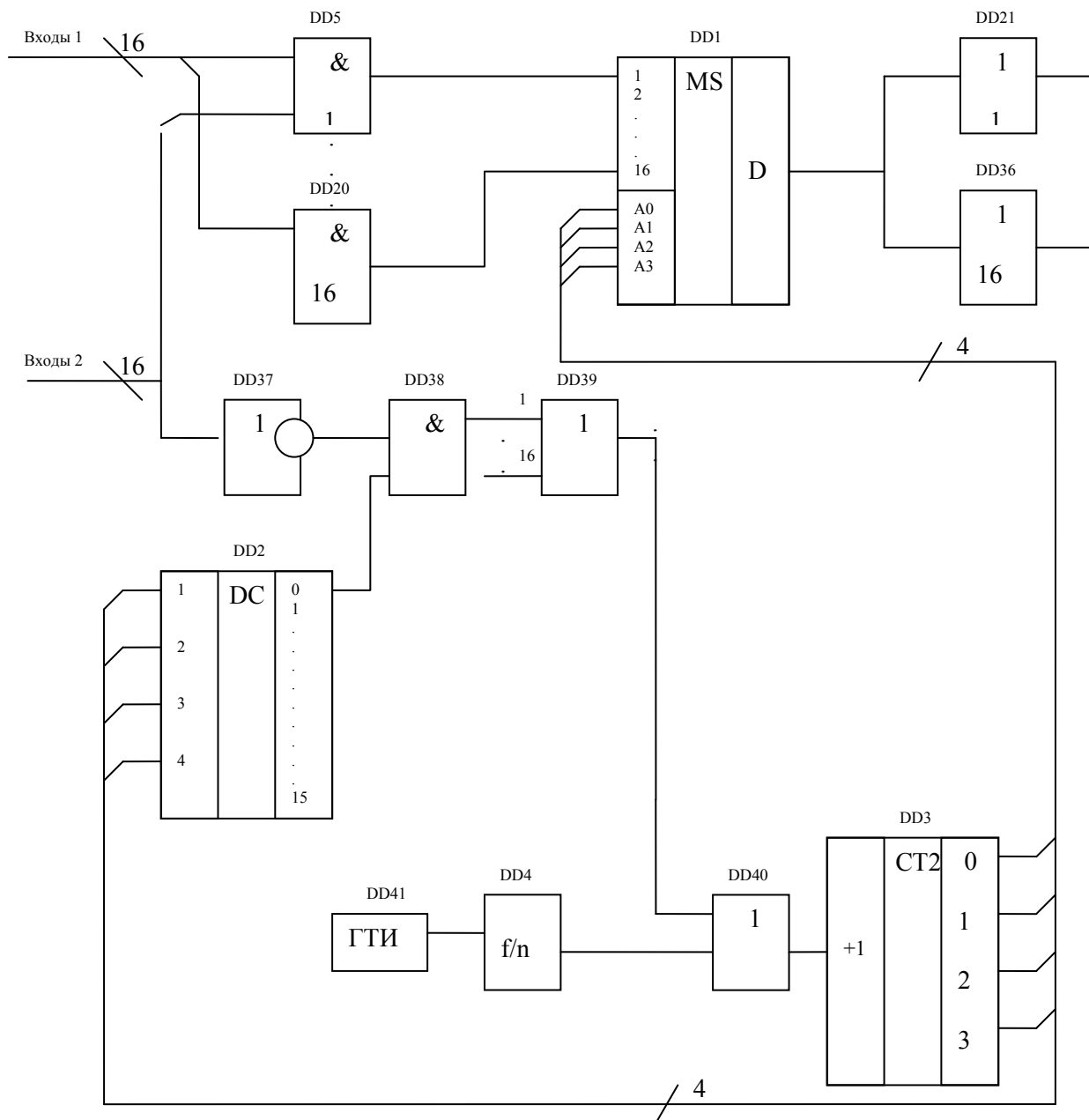


Рис. 1. Схема временного разделения канала связи

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВЫПУКЛЫМИ ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

Торшин Владимир Викторович
 Институт проблем управления РАН им. В. А. Трапезникова

Как показано в литературе [1] магнитное поле в электрических машинах и аппаратах постоянного тока можно формировать различными способами. Например, проводник с током можно помещать в магнитное поле, образованное полюсами с различными сочетаниями полярности. Причем, противоположные полюсы могут быть одновременно северными N - N или южными S - S. Таким образом, логическая функция, выражающая суммарное постоянное магнитное поле $X_{маг, пост}^{\Sigma}$, может быть образована конъюнкцией функций магнитных полюсов различной полярности. Согласно методике [2] возможны следующие логические варианты сочетаний магнитных полюсов:

$$\begin{aligned}
 1. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{N1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{N2}, \\
 2. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{S1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{S2}, \\
 3. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{N1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{S2}, \\
 4. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{S1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{N2}, \\
 5. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{N1,S1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{N2,S2}, \\
 6. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{N1,S1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{S2,N2}, \\
 7. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{S1,N1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{S2,N2}, \\
 8. \quad X_{Маг_{пост}}^{\Sigma} &= X_{Маг_{пост}}^{S1,N1} \cdot X_{Маг_{пост}}^{N2,S2}.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Логические уравнения выражения (1) достаточно ясны, так, например, для первого уравнения суммарное постоянное магнитное поле $X_{Маг_{пост}}^{\Sigma}$ может быть образовано в случае, если первый магнитный полюс $X_{Маг_{пост}}^{N1}$ имеет знак «север» и расположен против северного полюса второго магнитного полюса $X_{Маг_{пост}}^{N2}$ и т.д.

Каждое из логических уравнений (1) в конечном итоге влияет на *величину* индуцируемой электродвижущей силы (в случае генератора) или механический момент (в случае двигателя). При исследовании взаимодействия постоянного магнитного поля с различными проводниками была обнаружено *некоторое различие* в величине индуцируемой электродвижущей силы (э.д.с.) в проводнике в зависимости от конфигурации магнитного поля. Причем, разница в показаниях приборов, фиксирующих э.д.с. или индуцируемых токов в проводнике, иногда достигала существенных величин. В этой статье будут показаны некоторые результаты научных исследований проведенных на протяжении ряда лет с разными проводниками помещенных в постоянное магнитное поле.

Во время исследований было замечено, что в зависимости от характера создаваемого магнитного поля (*однородное* или *неоднородное* магнитное поле) меняется величина индуцируемой э.д.с. в проводнике. Как однородное, так и неоднородное магнитное поле можно создавать искусственным способом. В простейшем случае для этого достаточно взять два постоянных магнита и расположить их полюса соответствующим образом. Например, если необходимо получить *однородное* магнитное поле, то полюса магнитов следует размещать «север-юг» или «юг-север», т. е. **N - S** или соответственно **S - N**. Для получения *неоднородного* магнитного поля следует поместить одноименные полюса магнитов напротив друг к другу, т.е. **S - S** (юг-юг) или **N - N** (север-север). В этом случае образующееся результирующее магнитное поле будет *выпуклым*.

На Рисунке 1 схематично показаны направления основных магнитных силовых линий для обоих описанных случаев. Если в сформированное тем или иным образом, магнитное поле ввести *проводник* или *соленоид*, то можно *замерить* и *сравнить* величину тока I_c или э. д. с. U_c , которые индуцируются в проводнике или соленоиде. Движение проводника или соленоида может быть как в горизонтальном, так и вертикальном направлении. На рис. 1 условно показан *соленоид*, который движется в горизонтальном направлении в воздушном зазоре между полюсами магнитов со скоростью v , а ток в соленоиде I_c измеряется гальванометром **G**.

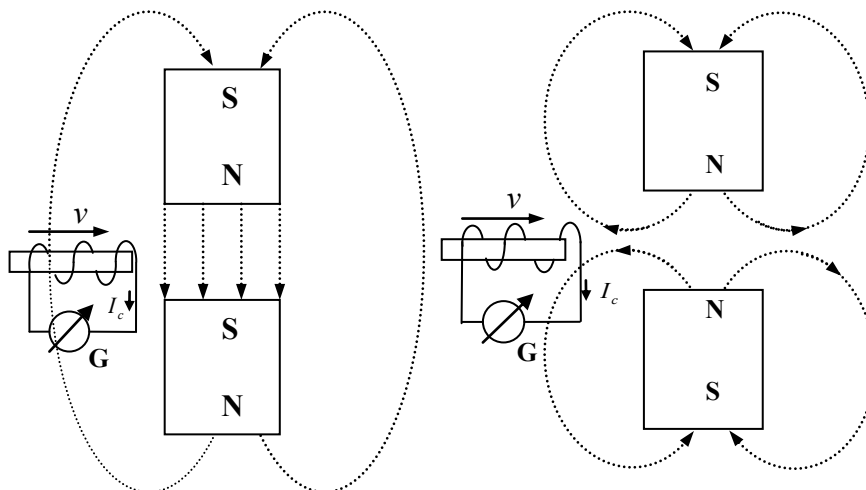


Рис. 1. Движение соленоида в однородном и неоднородном (выпуклом) магнитном поле

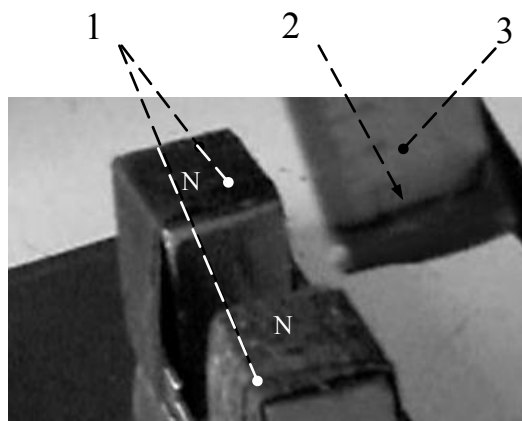


Рис. 2. Движение соленоида между полюсами магнитов: 1 – магниты; 2 – соленоид; 3 – маятник

Чтобы обеспечить одинаковую скорость движения в магнитном поле, была построена модель (Рис. 2), в основе которой лежал принцип маятника.

Во всех экспериментах маятник 3 отклонялся на одинаковый угол (90°), а затем отпускался для свободного колебания, что позволяло свободно перемещаться соленоиду 2 между полюсами магнитов 1. Максимальное значение индуцируемого тока I_c определялось либо по отклонению стрелки гальванометра (Рис. 1), либо по величине отклонения луча на осциллографе. Полярность расположения полюсов магнита можно было легко изменять перестановкой магнитов так, чтобы результирующее магнитное поле создавалось различными сочетаниями полюсов (согласно выражению (1)): N-S типа, N-N типа, N-S-S-N типа, N-N-S-S типа. В Таблице 1 показаны максимальные значения индуцированных токов, измеренные с помощью гальванометра, которые дают представление о разности в величине токов, индуцируемых в соленоиде при различном расположении магнитных полюсов.

Табл. 1

Тип расположения полюсов магнитов	N-S	N-N	S-N	S-S	N-N-S-S	N-S-S-N
Значение токов I_c , μA	30	80	30	80	120	100

Скорость движения соленоида во всех случаях одинакова. Наиболее наглядное представление о максимальных амплитудах индуцируемых э.д.с., дают фотографии осциллограмм. С целью получения фотографий максимальных мгновенных значений амплитуд напряжений, были проведены видеозаписи экрана осциллографа С8-17 с последующей обработкой в программе Windows Movie Maker. На Рисунке 3 показаны фотографии несколько осциллограмм индуцированных э.д.с. в обмотке соленоида для разных типов расположения полюсов.

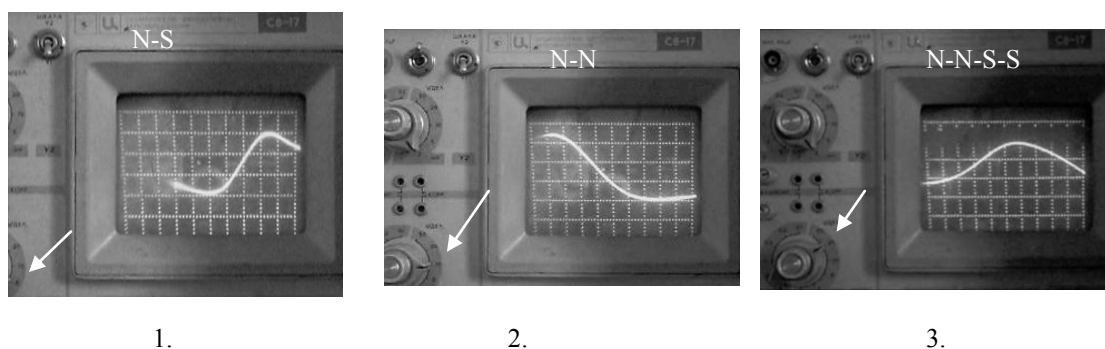


Рис. 3. Осциллограммы э.д.с. при различном расположении полюсов магнитов: 1 - N-S типа; 2 - N-N типа; 3 - N-N-S-S типа

Аттенюатор осциллографа С8-17 стоит на отметках (показаны стрелками) 5mV/дел (Рис. 3.1), 10mV/дел (Рис. 3.2) и 20mV/дел (Рис. 3.3), что соответствует цене одного деления вертикальной шкалы осциллографа соответственно 5mV, 10mV, 20mV. Цена деления горизонтальной шкалы для определения периода колебания 2ms/дел. Делитель щупа осциллографа имеет деление 1:100. Входное сопротивление щупа 5,6 мΩ, а входная емкость 10pF. Если сравнить амплитуды сигналов, показанных на рисунках 3.1, 3.2 и 3.3, то нельзя не заметить значительную разницу в отклонении луча осциллографа при движении соленоида в *однородном* (N-S, Рис. 3.1) и *неоднородном* (N-N, Рис. 3.2) магнитном поле.

Так, при расположении полюсов магнитов по типу N-N, максимальная амплитуда сигнала составляет $10 \times 2,5 \times 100 = 2,5V$, т. е. в два с половиной раза выше, чем при размещении полюсов по типу N-S. Такой результат полностью согласуется с результатами измерений токов с помощью гальванометра (см. Табл. 1).

Еще большее значение индуцируемой электродвижущей силы можно получить в магнитном поле, которое формируется по типу N-N-S-S. В этом случае одноименные полюса магнитов располагаются друг против друга (северный полюс против северного полюса, а южный полюс против южного полюса). Максимальная амплитуда равна $2 \times 100 \times 20 = 4V$, т. е. в четыре раза выше, чем при расположении магнитов N-S и почти в два раза больше чем в случае расположения магнитов N-N.

Итак, как показывают эксперименты, *только изменив конфигурацию* магнитного поля, можно получить увеличение индуцируемой электродвижущей силы *в несколько раз!* Если обратиться к выражению (1), то становится понятным преимущество методики логического моделирования законов, эффектов и закономерностей электродинамики [1], по которой *заранее можно определить возможные направления поиска* при создании *новых* электрических машин, например, посредством изменения *полярности магнитных полюсов*. Мы рассмотрели изменение амплитуды э.д.с. соленоида для случая, когда в экспериментах использовались *прямоугольные* магниты. Возможно, ли получить увеличение амплитуды индуцируемого сигнала, если применить магниты и проводники другой формы? На этот вопрос можно дать положительный ответ. Так, на Рис. 4 показаны два кольцевых *тороидальных* магнита 1 и проводник 3, изготовленный из бронзы в виде массивного ротора. Ротор вращается на подшипниках 2.

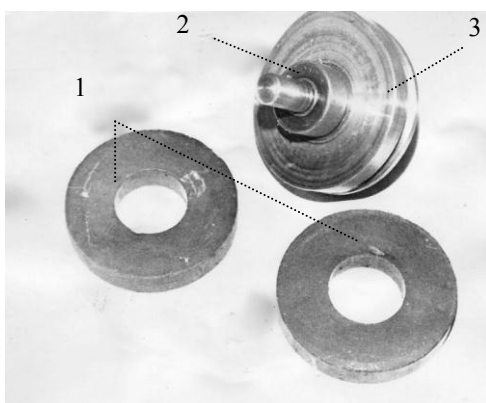


Рис. 4. Ротор из бронзы и кольцевые магниты

Для представленных на Рисунке 4 элементов было получено такое же *увеличение* индуцируемого тока, как и в опытах с прямоугольными магнитами. К сожалению, ограниченность статьи не позволяет привести результаты экспериментальных данных для этого типа проводника и магнитов. Полученные экспериментальные данные позволили перейти к реальным электрическим машинам, и сравнивать их технические показатели путем изменения конфигурации магнитного поля возбуждения с обычной конфигурации магнитного поля (N-S), на встречное, *выпуклое* поле (N-N).

Список литературы

1. **Торшин В. В., Бусыгин Б. П., Пашенко Ф. Ф.** Логические методы в электродинамике. М.: ЦП ВАСИЗДАСТ, 2007. С. 352.
2. **Торшин В. В.** Логическая электродинамика // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2008. № 7. Математика, физика, технические науки и методика их преподавания. С. 203-208.