

# Удивительно то, что электромагнитные волны все же существуют

Нечипуренко Николай Алексеевич

г. Энергодар, Украина

## §1. Проблема оси абсцисс

Знакомясь с учебной или технической литературой, в которой упоминаются электромагнитные волны (ЭМ волны), или, перемещаясь по страницам Интернета, можно встретить изображения, подобные тому, что представлено на рис. 1. Эти рисунки используются в качестве иллюстрации процессов распространения ЭМ волн. На этих рисунках вдоль оси ординат (вдоль оси  $y$ ) отсчитывается, как правило, значение напряженности  $E$  того электрического поля, которое наводится в процессе распространения ЭМ волн. Вдоль оси аппликат (ось  $z$ ) отсчитывается значение индукции  $B$  магнитного поля, принадлежащего распространяющимся ЭМ волнам, а вот в отношении оси абсцисс (ось  $x$ ) нет никакого единодушия. В различных источниках информации можно встретить следующие параметры, отсчитываемые вдоль оси абсцисс:

1. Ось абсцисс вообще не имеет никакого обозначения.
2. Ось абсцисс обозначена общепринятым для неё символом  $x$ .
3. Вдоль оси абсцисс делается надпись «Направление распространения ЭМ волн».
4. Вдоль оси абсцисс делается надпись «Направление скорости ЭМ волн».
5. Вдоль оси абсцисс отсчитывается скорость  $v$ .
6. Вдоль оси абсцисс отсчитывается пройденное ЭМ волнами расстояние  $l$ .
7. Вдоль оси абсцисс отсчитывается время  $t$ .

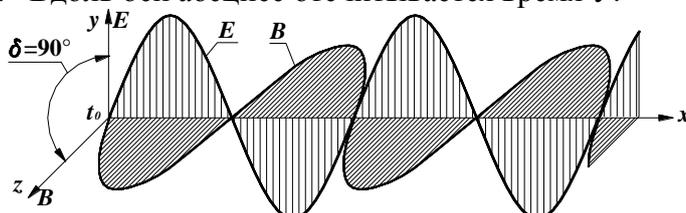


Рис. 1. Графики, отображающие процессы распространения ЭМ волн

Такую неоднозначность в отношении оси абсцисс можно объяснить только тем, что у самих авторов этих рисунков имеются вопросы в отношении ими же приводимого изображения, следовательно, у авторов рисунков имеются вопросы, относящиеся к процессам распространения ЭМ волн, и на эти вопросы у авторов нет внятно обоснованных ответов. Как ни странно, но в этом нет ничего удивительного, и вот почему.

## §2. Процесс распространения ЭМ волн не соответствует уравнениям Максвелла

В процессе распространения ЭМ волн значения магнитной индукции  $B$  и электрической напряженности  $E$  изменяются по синусоидальному закону – это подтверждается результатами экспериментов и имеет теоретическое обоснование. Следовательно, вдоль оси абсцисс  $x$  (рис. 1) не только допустимо, но и необходимо отсчитывать время  $t$ .

Ниже приведены два уравнения Максвелла, являющихся дифференциальной формой записи законов Ампера и Фарадея, и дана краткая словесная трактовка этих уравнений:

1.  $\text{rot}H = j + \frac{dD}{dt}$  – закон Ампера: электрический ток, а также изменения напряженности электрического поля порождают вихревое магнитное поле;

2.  $\text{rot}E = -\frac{dB}{dt}$  – закон Фарадея: изменения магнитной индукции приводят к появлению вихревого электрического поля;

В уравнениях Максвелла используются следующие обозначения:  $H$  – напряженность магнитного поля;  $j$  – плотность электрического тока;  $D$  – электрическая индукция;  $E$  – напряженность электрического поля;  $B$  – магнитная индукция.

Значение произвольной *синусоидальной* величины  $Z$  изменяется с максимальной скоростью ( $dZ/dt = \max$ ) в момент перехода этой величиной своего нулевого значения, и на мгновение остается неизменным ( $dZ/dt = 0$ ) в момент достижения величиной своего амплитудного значения. Следовательно, если две *синусоидальные* величины  $Y$  и  $Z$  связаны соотношением  $Y = dZ/dt$ , то в момент перехода величиной  $Z$  своего нулевого значения, величина  $Y$  обретает амплитудное значение.

Можно предполагать, что магнитная индукция  $B$ , в момент времени  $t_1$  (рис. 2) достигла своего нулевого значения, поэтому это значение в этот момент изменяется с максимальной скоростью:  $dB/dt = \max$ , но при этом не наводится электрическое поле с максимальным значением  $E'_{\max}$  его напряженности. В этом случае возникает вопрос, а какое отношение к графикам, представленным на рис. 2 или на рис. 1 имеет второе уравнение Максвелла?

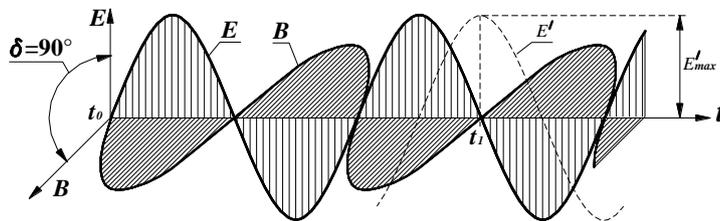


Рис.2. Графики, используемые при рассмотрении процессов распространения ЭМ волн

Графики, представленные на рис. 1 и рис. 2 свидетельствуют о том, что значение электрической напряженности  $E$  изменяется синхронно со значением магнитной индукции  $B$ , что указывает на существование прямой пропорциональной зависимости между напряженностью электрического поля  $E$  и индукцией магнитного поля  $B$ , поэтому параметры  $B$  и  $E$  связаны уравнением

$$B = kE \quad (1)$$

где  $k = \text{const}$  – коэффициент пропорциональности.

Если на рис. 2 изображены графики ЭМ волн, то ЭМ волны распространяются в соответствии с уравнением (1) – это указывает на то, что ЭМ волны распространяются в соответствии с законом Ома. Однако официальная наука утверждает, что ЭМ волны распространяются в соответствии с уравнениями Максвелла, и как тут не смутиться авторам изображений, подобных тем, что представлены на рис. 1? И это смущение выражается в неоднозначном отношении к параметру, отсчитываемому вдоль оси абсцисс. Невозможно, пожалуй, встретить еще один рисунок с такой неоднозначной его трактовкой, какая прослеживается в отношении рис. 1.

### §3. Преобразования энергии, переносимой ЭМ волнами

Рассматривая процессы колебания маятника или подвешенного на пружине груза, знакомясь с волнами, распространяющимися по поверхности воды, или звуковыми волнами, распространяющимися в воздухе, можно установить, что любые волны и любые свободные колебания возможны только при непрерывном взаимном преобразовании кинетической и потенциальной энергии. Такие преобразования сопровождаются действием сил упругости и сил инерции, под влиянием которых происходят преобразования энергии, и одновременно эти же силы являются теми движущими силами, подчиняясь действию которых происходят любые свободные колебания и приводятся в движение всякие распространяющиеся волны.

И при распространении ЭМ волн происходят непрерывные взаимные преобразования кинетической и потенциальной энергии.

Силы электрического и магнитного поля способны совершать работу, следовательно, в электрическом и магнитном поле заключена энергия.

Количество энергии, запасенной в электрическом поле, пропорционально квадрату напряженности электрического поля [3]. Значение напряженности электрического поля зависит от положения, которое электрические заряды, создавшие это поле, занимают в пространстве. Следовательно, энергия, заключенная в электрическом поле, – это энергия положения, а *энергию положения принято называть потенциальной энергией, которая заявляет о себе действием сил упругости.*

Количество энергии, накопившейся в магнитном поле, пропорционально квадрату значения электрического тока, создавшему это поле [3]. Следовательно, энергия, заключенная в магнитном поле, – это энергия движения, а *энергию движения принято называть кинетической энергией, которая проявляет себя действием сил инерции.*

При распространении ЭМ волн наводятся электрические и магнитные поля, в которых заключена энергия, которую эти поля изначально получили от источника ЭМ волн, например, от радиопередающей антенны. В процессе распространения ЭМ волн происходят непрерывные взаимные преобразования потенциальной и кинетической энергии, заключенной в наводимых электрических и магнитных полях.

Только при соблюдении того неперемного условия, что силы упругости в любой момент времени находятся в состоянии взаимно-уравновешенного противодействия с силами инерции, возможны процессы, при протекании которых вся потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию, а вся кинетическая энергия, в свою очередь, полностью преобразуется в потенциальную энергию.

В случае нарушения взаимной уравновешенности сил упругости и сил инерции в действие вступают третьи силы, которые в соответствии с третьим законом Ньютона, восстанавливают взаимно-уравновешенное состояние всех действующих сил. Однако при вступлении в действие третьих сил, в каждом синусоидальном полупериоде напряженности  $E$  или индукции  $B$  некоторое количество переносимой ЭМ волнами энергии преобразуется в энергию, которая безвозвратно поглощается источником третьих сил.

#### §4. Энергия, отбираемая у ЭМ волн источником третьих сил

При фазовом сдвиге  $\varphi = 90^\circ$  (рис. 3), разделяющем синусоидально изменяющуюся электрическую напряженность  $E$  и магнитную индукцию  $B$ , силы упругости в любой момент времени находятся в состоянии взаимно-уравновешенного противодействия с силами инерции. Следовательно, если помимо сдвига в пространстве  $\delta = 90^\circ$ , разделяющего электрическую напряженность  $E$  и магнитную индукцию  $B$ , существует еще и сдвиг во времени  $\varphi = 90^\circ$ , как это показано на рис. 3, то при распространении ЭМ волн будут происходить непрерывные взаимные преобразования энергии поочередно накапливаемой либо в электрическом поле, либо в магнитном поле. В этом случае энергия, переносимая ЭМ волнами, находится в состоянии непрерывного взаимного обмена между электрическим и магнитным полем, и ни на какие-либо иные цели не расходуется.

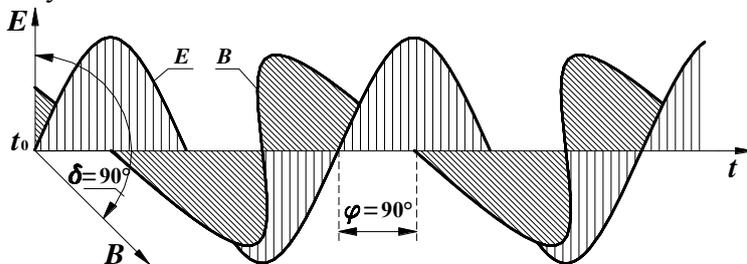


Рис. 3. Графики, отображающие процессы распространения ЭМ волн

Сдвиг во времени имеет значение  $\varphi = 90^\circ$  только в том случае, когда ЭМ волны распространяются в *вакууме*. При распространении ЭМ волн в *вещественной* среде появятся потери переносимой ЭМ волнами энергии, теряемая ЭМ волнами энергия расходуется на нагрев среды, в которой распространяются ЭМ волны. В этом случае сдвиг во времени

оказывается менее  $90$  градусов: ( $\varphi < 90^\circ$ ), как раз величиной уменьшения фазового угла  $\varphi$  и определяется количество энергии, теряемой ЭМ волнами в процессе их распространения.

Если фазовый сдвиг между напряженностью  $E$  и индукцией  $B$  равен нулю градусов ( $\varphi = 0^\circ$ ), как это представлено на рис. 1 и рис. 2, то в каждом положительном полупериоде или в каждом отрицательном полупериоде, ЭМ волны будут терять всю переносимую ими энергию, подобно тому, как это происходит при протекании тока в активном сопротивлении. Но протекание тока в активном сопротивлении поддерживает источник, который восполняет потребляемую сопротивлением энергию, а у ЭМ волны, покинувшей излучающую антенну, нет такого источника. Следовательно, *при нулевом фазовом угле ( $\varphi = 0^\circ$ ) распространение ЭМ волн становится невозможным.*

## §5. Графическое изображение ЭМ волн

На рис. 1, рис. 2 и рис. 3 представлены графики, которые используются в качестве иллюстраций, объясняющих процессы распространения ЭМ волн. Однако нет никакой надобности в использовании трехмерных изображений (изображений, представленных в трех  $x$ ,  $y$ ,  $z$  координатных осях). Законы Ампера и Фарадея, широко используются при знакомстве с явлениями, наблюдаемыми в электрических цепях. В этом случае для определения взаимных направлений электрической напряженности  $E$  и магнитной индукции  $B$  используются правило буравчика (правило правого винта), правило правой или правило левой руки, и все эти правила относятся к трехмерным (объемным) объектам. Следовательно, пользуясь перечисленными правилами, мы всегда получим угол  $\delta = 90^\circ$ , разделяющий в пространстве напряженность электрического поля  $E$  и магнитную индукцию  $B$  (рис. 1), но при анализе электрических цепей крайне редко прибегают к трехмерным изображениям, а пользуются двумерными изображениями, подобными тому, что показано на рис. 4.

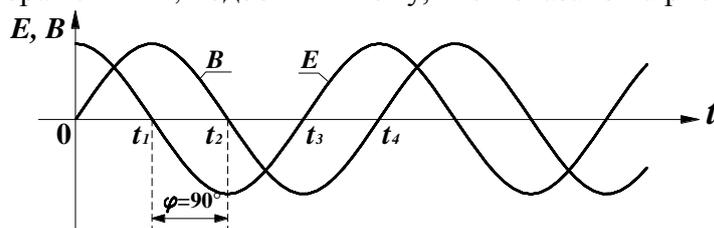


Рис. 4. Графики, отображающие процессы распространения ЭМ волн.

Для определения взаимных направлений напряженности  $E$  электрического поля и индукции  $B$  магнитного поля, наведенного в процессе распространения ЭМ волн, используются, правило правой или правило левой руки [1]. Следовательно, угол  $\delta = 90^\circ$  является неотъемлемой и неизменной составляющей любых распространяющихся ЭМ волн, поэтому распространение ЭМ волн можно и целесообразно иллюстрировать с помощью двумерного изображения, подобного тому, что представлено на рис. 4.

На рис. 4 представлены те же графики, что и на рис. 3. То, что на двумерном рис. 4 невозможно отобразить угол  $\delta = 90^\circ$ , который в действительности всегда существует, не оказывает никакого влияния ни на процедуру знакомства с тем или иным явлением, ни на конечный результат. Но если трехмерное изображение, представленное на рис. 1, преобразовать в двумерное изображение, а затем использовать его при знакомстве с процессами распространения ЭМ волн, то очевидным станет то, что ЭМ волны не подчиняются законам Ампера и Фарадея, а процесс распространения ЭМ волн не согласуется с уравнениями Максвелла.

## §6. При изменении значения магнитной индукции наводится ЭДС – закон Фарадея

В официально признанной теории электромагнитного поля содержится утверждение о том, что всякие изменения индукции магнитного поля приводят к наведению *вихревого электрического поля*, но это утверждение не соответствует закону электромагнитной индукции.

Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея) гласит, что изменения магнитной индукции приводят к *наведению ЭДС*, но *наведенная ЭДС не является электрическим, да еще и вихревым полем*, по следующим причинам.

Во-первых, в проводнике, продольная ось которого движется перпендикулярно магнитным силовым линиям, наводится ЭДС, и ее действие направлено на разделение содержащихся в проводнике разноименных электрических зарядов. А силы любого электрического поля, в том числе и того, что появляется в результате разделения разноименных зарядов, всегда действуют на слияние этих самых разноименных электрических зарядов. Следовательно, в этом случае ЭДС и силы электрического поля – это силы антиподы.

Во-вторых, во внутренней цепи любого источника электрической энергии ток течет, преодолевая действие разности электрических потенциалов, от отрицательного к положительному потенциалу. Это означает, что в источниках электроэнергии ток течет, подчиняясь действию ЭДС, а сама ЭДС находится в состоянии противодействия с силами электрического поля. Следовательно, и в этом случае ЭДС и силы электрического поля – это силы антиподы.

В-третьих, в соответствие со вторым законом Кирхгофа действие всех ЭДС, содержащихся в любом замкнутом контуре, всегда уравновешено действием всех падений напряжений, которые появляются в этом контуре. Следовательно, и в этом случае ЭДС и силы электрического поля находятся в состоянии противодействия, и поэтому являются силами антиподами.

Наконец, в-четвертых, по пустоте кувалдой не ударишь, любая сила проявляется при том непременно условии, что этой силе противодействует другая равновеликая сила (третий закон Ньютона). Без противодействия ЭДС и напряжения, напряжения и падения напряжения невозможно преобразование энергии в электрических цепях. Следовательно, *силы электрического поля и ЭДС – это силы, находящиеся в состоянии противодействия – это силы антиподы*. Это означает, что *при изменении значения магнитной индукции, в соответствие с законом Фарадея, наводится ЭДС*, но никак не электрическое поле.

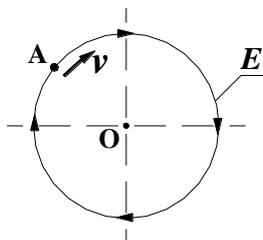
Действие наведенной ЭДС направлено на разделение разноименных электрических зарядов. Следовательно, если ЭМ волны распространяются в вакууме, то только при наличии в вакууме разноименных электрических зарядов, эти заряды, подчиняясь действию ЭДС, будут смещаться в противоположных направлениях и формировать в процессе такого смещения электрическое поле.

На рис. 5 приведены изображения, которые используются в качестве иллюстрации процессов взаимного преобразования электрических и магнитных полей, наводимых при распространении ЭМ волн.



**Рис. 5.** Взаимные преобразования электрических и магнитных полей

На рис. 6 изображена одна из тех электрических силовых линий  $E$ , которые изображены на рис. 5-б.



**Рис. 6.** Электрическая силовая линия  $E$  вихревого электрического поля

Стрелки, нанесенные на окружность электрической силовой линии  $E$ , указывают направление увеличения значения положительного потенциала, которым обладают точки, расположенные на окружности электрической силовой линии. Следовательно, если выйти из точки  $A$  и обходить окружность  $E$  в направлении вектора  $v$  (рис. 6), то электрический потенциал каждой последующей точки, встречающейся на окружности  $E$ , будет выше потенциала, которым обладала ранее пройденная точка.

Потенциал точки  $A$  можно приравнять нулевому значению, и если после этого обходить окружность  $E$ , то значение потенциала будет непрерывно увеличиваться и достигнет некоторого положительного значения при возврате в точку  $A$  – это означает, что точка  $A$ , как и любая другая точка, расположенная на окружности  $E$ , должна обладать разностью электрических потенциалов. Это противоречит не только здравому смыслу, но и многим законам природы. Следовательно, **нет никаких условий для существования вихревого электрического поля, при распространении ЭМ волн наводятся потенциальные (не вихревые) электрические поля.**

Если предположить, что все точки, расположенные на линии  $E$ , обладают одинаковым электрическим потенциалом, то это будет вовсе не электрическая силовая линия, а линия, проведенная на эквипотенциальной поверхности, которая принадлежит точечному электрическому заряду, находящемуся в центре  $O$  (рис. 6).

## Заключение

Встречаются рассуждения, в которых утверждается, что синхронные изменения напряженности  $E$  и индукции  $B$  происходят одновременно, и как бы не совсем одновременно, а вихревое электрическое поле оно замкнуто само на себя, но мы неправильно его воспринимаем – оно всё-таки разомкнуто. Все эти рассуждения не более чем вынужденные манипуляции, подобные тем, что используются в отношении оси абсцисс (рис. 1). Синхронно – по определению – одновременно, а вихревое поле – это замкнутое само на себя поле, и опять же по определению, и никакие математические манипуляции и заумные рассуждения не должны вступать в противоречие с приведенными определениями.

Не стоит искать изъяны в законах Ампера и Фарадея, распространение ЭМ волн подчинено законам Ампера и Фарадея. Искажения и изъяны необходимо искать в официально признанной в настоящее время теории электромагнитного поля. Именно в официально признанной теории электромагнитного поля содержится нагромождение положений, искажающих законы Ампера и Фарадея, эти искажения столь грубы, что накладывают запрет (теоретический запрет) на распространение ЭМ волн. К счастью ЭМ волны не обращают никакого внимания на необоснованные теоретические запреты, реально существуют и прекрасно распространяются.

Если согласиться с наличием эфира, который состоит из бесчисленного множества разноименных электрических зарядов, то первое слагаемое  $j$ , находящееся в правой части первого уравнения Максвелла, окажется лишним. Более полную информацию об эфире и некоторых его свойствах можно найти на сайте <http://sites.google.com/site/nikolanech/>

## Литература

1. Кузнецов М. И. Основы электротехники. Издательство «Высшая школа». Москва, 1970.
2. Шахмаев Н. М. Шахмаев С. Н. Шодиев Д. Ш. Физика, учебник для 10 класса. Издательство «Просвещение», Москва, 1992 г.
3. Купалян С. Д. Теоретические основы электротехники, под редакцией Атабекова, ч. 3 Электромагнитное поле. Издательство «Энергия», Москва, 1970 г.

Связь с автором: [nikola-nech@yandex.ua](mailto:nikola-nech@yandex.ua).