
Solomon Khmelnik
solikkh@gmail.com

Объявление

Я обращаюсь к студентам и аспирантам, желающим сделать программу, которая была бы

- новой по идее,
- интересной для реализации,
- продаваемой,
- имеющей продолжение.

Кажется, что фирменные системы автоматического проектирования захватили весь мир и конкуренцию им может составить только такая же фирма. Между тем существует громадная область, где есть место индивидуальным разработчикам. И я хочу обратить внимание на эту нишу.

Почему такое предложение не интересно фирмам? Большие фирмы чувствуют себя самодостаточными: у них нет даже отдела, где рассматривались бы чужие предложения. Попробуйте предложить Илону Маску безракетный космический корабль, даже, если модель такого корабля стартует с Вашего огорода... Тоже самое произойдет, если Вы предложите большой фирме новый метод проектирования.

Итак, в чем же дело?

Предлагается новый метод решения уравнений Максвелла и основанные на нем алгоритмы решения известных и новых задач электродинамики, таких, например, как расчет антенн.

Почему такой метод нужен? Система уравнений Максвелла является одним из величайших открытий человеческого разума. В то же время известные решения этой системы уравнений обладают рядом недостатков. Достаточно сказать, что эти решения не удовлетворяют закону сохранения энергии. Такие решения позволяют некоторым авторам усомниться в достоверности самих уравнений Максвелла. Подчеркнем, однако, что эти **сомнительные результаты следуют только из известного решения**. Но решение

уравнений Максвелла может быть иным (уравнения в частных производных имеют, как правило, несколько решений). И необходимо найти такое решение, которое не противоречит физическим законам и эмпирически установленным фактам. Такое решение предложено. Его правомерность доказывается также тем, что некоторые теоретические предсказания, полученные предложенным методом, подтверждаются экспериментальными наблюдениями и объяснениями экспериментов, которые до сих пор не были обоснованы:

В книге

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3783458>

заинтересованный человек может ознакомиться с более подробным обоснованием сказанного и найти задачу, которая его заинтересует. Все изложение построено так, чтобы читатель мог легко проверить аргументацию. Все задачи были опробованы в системе МАТЛАБ и автор готов поделиться своими программами с энтузиастами, а также ответить на их вопросы.

Ниже приводится фрагмент введения.

1. Вступление

Система уравнений Максвелла является одним из величайших открытий человеческого разума. В то же время известные решения этой системы уравнений обладают рядом недостатков. Достаточно сказать, что эти решения не удовлетворяют закону сохранения энергии (см. приложение 5). Такие решения позволяют некоторым авторам усомниться в достоверности самих уравнений Максвелла. Подчеркнем, однако, что эти **сомнительные результаты следуют только из известного решения**. Но решение уравнений Максвелла может быть иным (уравнения в частных производных имеют, как правило, несколько решений). И необходимо найти такое решение, которое не противоречит физическим законам и эмпирически установленным фактам.

Автор нашел новое решение системы уравнений Максвелла, свободное от указанных недостатков. Это решение найдено для уравнений Максвелла, записанных в покоординатной форме, и не может быть получено в векторном виде из уравнений Максвелла, записанных в векторной форме. Это, видимо, и послужило причиной того, что предлагаемое решение до сих пор не было получено.

На основе нового решения уравнений Максвелла теоретически предсказана и экспериментально подтверждена спиральная структура электромагнитных волн и стационарных электромагнитных полей, а также показано, что спиральные структуры существуют во всех без исключения волнах и технических устройствах. Спиральность структур выражается в том, что покоординатные напряженности электрических и магнитных волн и полей изменяются в зависимости от координат и времени (для волн) по синусоидальным функциям.

Ниже теоретические предсказания обосновываются тем, что эти функции таковы, что

- не противоречат закону сохранения энергии **в каждый момент времени** (*а не в среднем*), т.е. устанавливают постоянство плотности потока электромагнитной энергии во времени (глава 1.4),
- выявляют сдвиг фаз между электрическими и магнитными напряженностями не только в технических устройствах, но и в волнах (глава 1.3),

-
- объясняют существование потока энергии вдоль и **внутри** (*а не снаружи*) провода, равного потребляемой мощности (глава 5),
 - объясняют закрученность света, т.е. появление орбитального углового момента, при котором поток энергии не просто летит вперед, а крутится вокруг оси движения (глава 1.6).

В приложении 6 перечисляются некоторые теоретические предсказания, полученные в книге и подтверждающиеся экспериментальными наблюдениями и/или объяснениями экспериментов, которые до сих пор не были обоснованы:

"До настоящего времени не было обнаружено ни одного эффекта, который потребовал бы видоизменения уравнений Максвелла" [36]. Тем не менее, в последнее время критика справедливости уравнений Максвелла слышится со всех сторон. Посмотрим на рис. 1, где изображена волна, являющаяся известным решением уравнений Максвелла. Уверенность критиков уравнений Максвелла создается, прежде всего, нарушением закона сохранения энергии в такой волне. И, действительно, *"плотность потока электромагнитной энергии (модуль вектора Умова-Пойнтинга) «пульсирует» по гармоническому закону. Не нарушается ли здесь закон сохранения энергии?"* [1]. Безусловно, нарушается, **если** электромагнитная волна удовлетворяет **известному решению** уравнений Максвелла. Но ведь другого решения нет: *"Доказательство единственности решения в общих чертах сводится к следующему. Если имеется два различных решения, то их разность вследствие линейности системы тоже является решением, но при нулевых зарядах и токах и нулевых начальных и граничных условиях. Отсюда, пользуясь выражением для энергии электромагнитного поля и законом сохранения энергии заключаем, что разность решений тождественно равна нулю, т. е. решения одинаковы. Тем самым единственность решения уравнений Максвелла доказана"* [2]. Таким образом, единственность решения доказывается на основе применения того закона, который нарушается в этом решении.

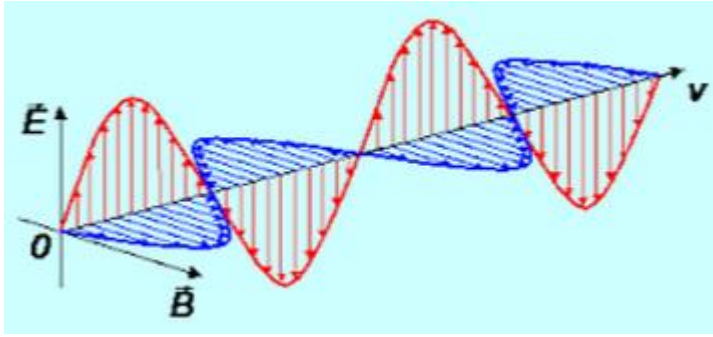


Рис. 1.

Другим результатом, следующим из существующего решения, является синфазность электрической и магнитной компонент напряженностей в электромагнитной волне. Это хорошо видно на рис. 1. Но это противоречит представлению о непрерывном преобразовании электрической и магнитной компонент энергии в электромагнитной волне. В [1], например, этот факт относится к "порокам современной классической электродинамики".

Такие результаты, следующие из известного решения уравнений Максвелла, позволяют некоторым авторам усомниться в достоверности уравнений Максвелла. Подчеркнем, однако, что эти сомнительные результаты следуют **только из найденного решения**. Но это решение может быть иным (уравнения в частных производных имеют, как правило, несколько решений).

Для удобства читателя в приложении 4 описан метод получения известного решения. Ниже выводится другое решение уравнений Максвелла, в котором плотность потока электромагнитной энергии остается постоянной во времени, а электрическая и магнитная компоненты напряженностей в электромагнитной волне сдвинуты по фазе.

Рассмотрим еще электромагнитную волну в проводе. Если полагать, что провод имеет пренебрежимо малое сопротивление, то уравнения Максвелла для этой волны буквально совпадают с уравнениями Максвелла для волны в вакууме. Однако в электротехнике не используется известное решение. Используется только решение, связывающее напряженность кругового магнитного поля с током в проводе (будем для краткости в дальнейшем называть его электротехническим решением). Это решение тоже удовлетворяет уравнениям Максвелла. Однако, во-первых, оно является другим решением тех же уравнений (что опровергает теорему о единственности известного решения). А, во-

вторых, - и это главное, - электротехническое решение не объясняет известный экспериментальный факт.

Речь идет о скин-эффекте. Решение, объясняющее скин-эффект, должно содержать нелинейную зависимость плотности тока (идущего вдоль провода) от радиуса. Такая зависимость в соответствии с уравнениями Максвелла должна сочетаться с существованием радиальных и круговых электрических и магнитных напряженностей, нелинейно зависящих от радиуса. Этого нет в электротехническом решении. Скин-эффект объясняется на основе уравнений Максвелла, но из электротехнического решения он **не** следует. Это и позволяет утверждать, что электротехническое решение не объясняет экспериментальный факт.

Наконец, существующее решение противоречит существованию т.н. закрученного света [65].

2. О потоке энергии в проводе

Рассмотрим еще поток энергии в проводе. Существующее представление о передаче энергии по проводу состоит в том, что энергия каким-то образом распространяется вне провода [13]: *"... наша «сумасшедшая» теория говорит, что электроны получают свою энергию, растрачиваемую ими на создание теплоты извне, от потока энергии внешнего поля внутрь провода. Интуиция нам подсказывает, что электрон пополняет свою энергию за счет «давления», которое толкает его вдоль провода, так что энергия как будто должна течь вниз (или вверх) по проводу. А вот теория утверждает, что на самом деле на электрон действует электрическое поле, создаваемое очень далекими зарядами, и электроны теряют свою энергию, расходуемую на тепло именно из этих полей. Энергия отдаленных зарядов каким-то образом растекается по большой области пространства и затем втекает внутрь провода."*

Такая теория противоречит и закону сохранения энергии. Действительно, поток энергии, путешествуя в пространстве, должен терять часть энергии. Однако это никак не обнаруживается ни экспериментально, ни теоретически. Но, главное, эта теория противоречит следующему эксперименту. Пусть по центральному проводу коаксиального кабеля течет постоянный ток. Этот провод изолирован от внешнего потока энергии. Откуда же появляется поток энергии, компенсирующий тепловые потери в проводе? Но, кроме потерь в проводе, этот поток из-вне должен проникнуть в нагрузку, например, в обмотки электромоторов, закрытые стальными кожухами статора. Этот вопрос существующая теория не обсуждает.

Итак, существующая теория утверждает, что входящий (перпендикулярно проводу) электромагнитный поток позволяет току

преодолевать сопротивление движению и совершает работу, которая превращается в тепло. Этот известный вывод вуалирует естественный вопрос: как ток может привлекать поток, если ток появляется благодаря потоку? Естественно предположить, что поток создает некоторую э.д.с., которая "движет ток". При этом поток энергии электромагнитной волны присутствует в самой волне и для этого не используется пространство, внешнее по отношению к волне.

Решение уравнений Максвелла должно моделировать такую структуру электромагнитной волны, в которой присутствует поток электромагнитной энергии.

Интуиция, о которой говорит Фейнман, нас **не** обманывает. Автор доказывает это ниже, **не** выходя за рамки уравнений Максвелла.

3. Требования к непротиворечивому решению уравнений Максвелла

Итак, решение уравнений Максвелла должно

- описывать волну в вакууме и волну в проводе,
- не противоречить закону сохранения энергии в каждый момент времени, т.е. устанавливать постоянство плотности потока электромагнитной энергии во времени,
- выявлять сдвиг фаз между электрическими и магнитными напряженностями,
- объяснять существование потока энергии вдоль провода, равного потребляемой мощности.

Ниже выводится такое решение уравнений Максвелла.

4. Три решения уравнений Максвелла

Известное решение уравнений Максвелла мы называем **первым решением**. Выше показано, что оно не удовлетворяет закону сохранения энергии и поэтому физически неприемлемо. Отметим еще, что это первое решение **применимо только в декартовых координатах**.

В главе 1 и далее предлагается и рассматривается **второе решение** уравнений Максвелла, удовлетворяющее закону сохранения энергии. Оно **рассматривается в цилиндрических координатах**, но может быть преобразовано для декартовых координат.

В главах 2d, 16 и 16a показано, что существует и **третье решение** уравнений Максвелла, также удовлетворяющее закону сохранения энергии. Оно **рассматривается в декартовых координатах**, но может быть преобразовано для цилиндрических координат. Однако для статических полей такое преобразование возможно только формально и приводит к нарушению закона сохранения энергии. Третье решение описывает такие волны, которые существуют в ограниченном объеме. В этом объеме существуют потоки энергии, но полная энергия, хранящаяся в объеме, не изменяется. Можно назвать такую волну **объемной стоячей волной**.

Итак, для электромагнитных волн существует три решения (по крайней мере). Это естественно для уравнений в частных производных. До сих пор было принято говорить, что первое решение является единственным, т.к. удовлетворяет закону сохранения энергии. Но как раз этому закону оно не удовлетворяет. Теперь мы видим, что для физически приемлемых решений может быть, по крайней мере, два. Какое из них выбирает природа, зависит от начальных условий.

«**Почему эти решения не были предложены до сих пор!**» - спрашивают меня читатели предыдущих версий.

Система уравнений Максвелла в компактной записи содержит 4 дифференциальных уравнения **первого** порядка в частных производных – см. приложение 5. Такая система уравнений может иметь **множество решений**. Для решения этой системы уравнений приходится преобразовать их в **два уравнения второго** порядка. При этом множество решений уменьшается - решение, существующее для уравнений первого порядка, может **не** быть решением для уравнений второго порядка (что и произошло в нашем случае).

«**Но решение найдено** и к чему эти рассуждения?» - спрашивают меня те же читатели.

Полученное решение не приемлемо для физики, поскольку нарушает закон сохранения энергии – это следует непосредственно из решения – см. приложение 5. Кроме того, не соблюдается противофазность электрического и магнитного полей. Следовательно, надо искать другое решение, из математически **возможных**.

«**Этого никто не видел до тебя?**» - спрашивают...

Видели многие. В ответ апологеты найденного решения отвечали, что **в среднем** закон сохранения энергии соблюдается, а другого решения не может быть, т.к. закон сохранения энергии соблюдается. Заметьте два момента в таком ответе: 1) отсутствие другого решения доказывается физическим аргументом; 2) указание «в среднем» игнорируется. Итак, автор имеет право утверждать, что другое решение **возможно** математически и его **необходимо** искать.

«**Почему же не искали?**» - спрашивают...

Были те, кто в этом видел доказательство неправомерности уравнений Максвелла.

Были те, кто был с этим согласен, и, возможно, искали, но в сокращенной записи уравнений другое решение найти невозможно (я думаю).

Были те, кто был с этим **не** согласен, говоря, что и так сойдет. Действительно, решение широко применяется на практике, да и очень красивое. С последним я согласен, но по вопросу применимости существующего решения должен заметить следующее. Ниже показано, что 1) очень часто для решения используется сокращенная система уравнений и полученное решение обладает рядом недостатков, которые отражаются на качестве проектируемой техники; 2) очень многие следствия из уравнений Максвелла оказались не замеченными и не используются в технике.

«**И как же тебе удалось решить?**» - спрашивают...

Сокращенную запись уравнений Максвелла можно представить в виде 8-ми дифференциальных уравнения **первого** порядка в частных производных. Простор для поиска решений расширяется. Но мне понадобилось несколько лет...