FOLIA 278

Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis

Studia Technica 11 (2018)

ISSN 2081-5468

DOI: 10.24917/20815468.11.2

Юрий Карандашев

Происхождение и структура электромагнитных полей

Введение. В законченном виде теория электромагнитного поля как физической реальности была опубликована Д.К. Максвеллом в статье под названием «Динамическая теория электромагнитного поля» в 1864 году. Отметим, что ей предшествовала подготовительная статья «О физических силовых линиях», опубликованная в нескольких частях в 1861–1862 годах.

Следует упомянуть также о более ранних исследованиях. Так, в 1819 году Г.Х. Эрстед связал электрическое поле с магнитным на основании того, что гальванический ток отклоняет магнитную стрелку компаса. В 1824 году А.М. Ампер дал математическое описание взаимодействия проводника с магнитным полем. В 1831 году М. Фарадей экспериментально обнаружил влияние движущегося магнита на ток в проводнике, а затем математически описал явление электромагнитной индукции.

Первое из уравнений электромагнитного поля опирается на закон Гаусса, согласно которому электрический заряд ρ является источником электрической индукции D:

$$\operatorname{div} D = \rho, \tag{1}$$

где div – оператор дивергенции, D – электрическая индукция, а ρ – объёмная плотность электрического заряда.

Второе уравнение также опирается на закон Гаусса, но только для магнитного поля:

$$\operatorname{div} B = 0, \tag{2}$$

где B – магнитная индукция, а правая часть уравнения, равная нулю, свидетельствует об отсутствии магнитного заряда.

Третье уравнение основывается на законе индукции Фарадея, согласно которому изменение магнитной индукции порождает вихревое электрическое поле:

$$\text{rot } E= -\partial B/¶\tau, \qquad (3)$$

где rot – ротор, E – напряжённость электрического поля, а $\partial B/¶\tau$ – производная магнитной индукции по времени. Используемые здесь дифференциальные операторы дивергенции и ротора мы будем понимать предварительно как прямое и обратное движения в электромагнитном поле.

Четвёртое уравнение опирается на теорему о циркуляции магнитного поля и описывает порождение вихревого магнитного поля под действием электрического тока и изменения электрической индукции D:

$$\text{rot } H = j+\partial\Delta/¶\tau, \qquad (4)$$

где H – напряжённость магнитного поля, j – плотность электрического тока, а $\partial\Delta/¶\tau$ – производная электрической индукции по времени.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что теория электромагнитного поля является обобщением ряда экспериментальных результатов в виде системы четырёх уравнений (не считая уравнений материальных). В теории используется аппарат математической теории поля, разработанный в дифференциальной геометрии и опирающийся на понятие произвольно выбранной системы координат.

Таким образом, математическая теория электромагнитного поля, сформулированная Максвеллом и значительно усовершенствованная последователями, по-прежнему остаётся эмпирической. Математическое оформление, безусловно, усиливает впечатление от самой теории, связывающей известные факты, лежащие в её основе, но не объясняет их природы, которая выходит за пределы самой теории электромагнитного поля. Мне представляется, что изложенный ниже подход позволяет по-другому подойти к данной проблеме и развернуть её в ином, значительно более широком ракурсе.

Постановка гипотезы. Ни экспериментальная, ни теоретическая физика не являются областью знания более старшей, чем философия. Если бы не натурфилософия древних и их метафизика, о современной физике, наверное, не было бы и речи. Но позитивистское снисхождение к старшим теориям, граничащее нередко с пренебрежением, вынуждает совершать ошибки, которых можно было бы избежать. История физики является подтверждением этого тезиса.

Центральной линией, проходящей через всю философию, является проблема существования бытия: сначала космологического, а затем атомистического. А вот какое бытие считать самодостаточным и потому существующим, а какое производным и зависимым – удалось решить не сразу. Для позитивизма в этом нет никакой проблемы: или измеряем (чисто эмпирический подход) или постулируем (чисто математический). А если их объединить, то получим или уравнения электромагнитного поля, или квантовую теорию материи в виде известной стандартной модели.

В 1677 году, после смерти Бенедикта Спинозы, была опубликована его книга под названием "Этика". Не входя в детали, сразу обратимся к определению субстанции, существование которой Спиноза определяет понятием causa sui, т.е. причина самого себя. Собственно, это и есть условие самодостаточности бытия в целом или его частях. Правда, идея такого определения появлялась в трудах разных философов, начиная с ранней греческой философии. Но особенно отчётливо, благодаря полуматематической форме, она выступила в книге Прокла Диадоха «Первоосновы теологии» (2 половина V столетия н.э.), составившей основу неоплатонизма.

Чтобы перейти от слов к делу, представим субстанцию Спинозы в виде петельного графа:

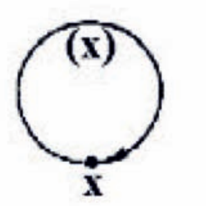

Рис. 1. Граф-петля как *causa sui*

Как видно из структуры представленного графа, субстанция выступает здесь в виде вершины X графа, а её переход в самое себя, т. е. самовоспроизведение, и потому существование, – в виде петельного ребра (X).

Из позднейших трудов стоило бы остановиться на книге "Монадология" (1714) Готфрида Вильгельма Лейбница, где тема causa sui продолжает развиваться дальше. Но мы сразу перейдём к первому тому "Учение о бытии" книги Георга Вильгельма Фридриха Гегеля "Наука логики", в которой он представляет становление бытия в виде двух начал – "чистого бытия" и "чистого ничто", которые переходят друг в друга. При этом переход "чистого ничто" в "чистое бытие" Гегель называет "возникновение", а "чистого бытия" в "чистое ничто" – "прехождение". Соответственно цикл, образуемый "возникновением" и "прехождением" называется "становлением" бытия. Описанные здесь отношения можно представить в виде циклического графа, представленного на рис. 2.

Рис. 2. Циклический граф как *causa sui*

Понятно, что вершина X выступает здесь в качестве "чистого бытия", вершина (X) – в качестве "чистого ничто", переход вида (X)>X является "возникновением", а переход вида X>(X) – "прехождением", которые образуют цикл "становления".

Обратим внимание на общность петельного графа causa sui рис. 1 и циклического графа рис. 2. По сути, второй граф тождествен первому – с небольшим отличием, что ребро (X) графа causa sui заменено на вершину (X) графа становления. В результате переходное ребро (X) графа causa sui расщепилось вершиной (X) графа становления на два ребра (X)>X и X>(X), образующих порождающий цикл.

Следует подчеркнуть однако, что "Учение о бытии" писалось Гегелем в Нюрнбергский период его жизни, т. е. в 1808-1812 годах, когда ещё никто не помышлял о теории графов. И хотя Леонарда Эйлера считают родоначальником теории графов ("задача о Кёнигсбергских мостах"), понятие графа и исследования в этом направлении начались только во второй половине 19-го века, т. е. уже после Гегеля. Но только в 1932 году математик Хасслер Уитни опубликовал статью, в которой ввёл понятие рёберного графа, который был открыт Гегелем более столетия до этого. Суть же знаменитого гегелевского метода, названного классиками диалектическим, состоит в логической форме силлогизма, описанной в своё время Аристотелем, но перенесённым Гегелем из гносеологии в онтологию.

Пусть A > B, а B > C. Отсюда следует, что A > C. Из двух истинных утверждений получается третье, тоже истинное. А теперь этот гносеологический силлогизм превратим в онтологический. Пусть явление 1 воздействует на явление 2 – обозначим это воздействие буквой a, и пусть явление 2 воздействует на явление 3 – обозначим это воздействие буквой b. Тогда воздействие a воздействует на воздействие b – обозначим это воздействие буквой α. Это, собственно, и есть диалектика переходов, иллюстрируемая следующей процедурой.

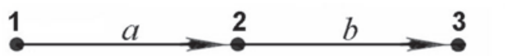

Рис. 3. Процедура перехода к рёберному графу

В исходном графе вершина 2 является общей: в неё входит ребро a, следующее из вершины 1, и выходит ребро b, направляющееся в вершину 3. Поэтому рёбра a и b мы называем соседними или транзитивными, т. е. переходными, причём только в одну сторону, от a к b, но не наоборот. Затем рёбра a и b исходного графа представляем в качестве вершин производного графа и соединяем их ребром α, направленным от вершины a к вершине b согласно направлению исходных рёбер.

Возвращаясь к петельному графу causa sui Спинозы и используя описанную выше процедуру перехода к его рёберному графу, получаем, что петельное ребро (X), тождественное переходу X>X, является транзитивным в отношении самого себя, что позволяет представить его как вершину (X) в производном рёберном графе рис. 2. Но тогда петельный граф рис. 1 превращается в новый, производный петельный граф, в котором ребро (X) выступает в качестве вершины (X), а вершина X исходного графа (рис. 1) растворяется, уступая место ребру X производного графа. Иначе говоря, переход од петельного графа рис. 1 к циклическому графу рис. 2 ещё не завершён.

Интуитивно, глядя на графы рис. 1 и 2, понятно, что он должен иметь место, но формально он пока нами не выведен. И тут появляется новое понятие, которого трудно было ожидать от Гегеля, потому что оно появилось в теории графов только в 1967 году:статья Мехди Бехзада, который ввёл понятие тотального графа. В принципе оно производно от рёберного графа, с тем лишь отличием, что вершины исходного графа не исчезают, а остаются. Правда, это приводит к необходимости вообще отказаться от рёбер между вершинами одного уровня, заменяя их на рёбра между вершинами соседних уровней. При этом последние в определённой степени унифицируются, превращаясь в рёбра, идущие снизу вверх, т. е. рёбра возникновения, и рёбра сверху вниз, т. е. рёбра поглощения.

И снова сравнивая петельный граф causa sui Спинозы на рис. 1 с циклическим графом становления Гегеля, мы приходим к выводу, что Гегель является не только создателем процедуры перехода к производному графу, но и автором тотального графа, открытого спустя полтора века. К этому ещё нужно присовокупить то обстоятельство, что ни Уитни, ни Бехзад не рассматривали ориентированных графов, т. е. графов, в которых заданы хвост и голова, а по сути, причина и следствие. Последнее выводит Гегеля вообще за пределы досягаемости математиков, для которых теория графов – всего лишь поле упражнения умственных способностей, но не способ поисков истины в поисках истины бытия, к которой стремился Гегель.

Следуя дальше согласно своим построениям, Гегель утверждает, что следующим этапом развития "чистого бытия" является "наличное бытие", выступающее в противостоянии "нечто" и "иного".

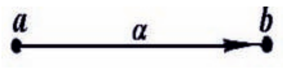

Рис. 4. Двухпетельный граф "наличного бытия"

Как видим, "чистое бытие" Х, представленное в петельном графе рис. 1 единственной вершиной Х, замыкающейся на себя в виде петли "чистого ничто" (Х), раздвоилось на рёбра Xi и Xj, где первое выступает как "нечто", а второе – как "иное". Правда, второе тоже может выступить в роли "нечто", а первое – в роли «иного». Да и индексы при этих Х показывают, что предусматривается деление не только на два, но и на большее число петель, каждая из которых может быть в каждой роли. Получается своего рода множество взаимно контактирующих петель.

Превращая двухпетельный граф рис. 4 в тотальный граф и присоединяя его к циклическому графу рис. 2, получаем новый граф, охватывающий как "чистое", так и "наличное бытие".

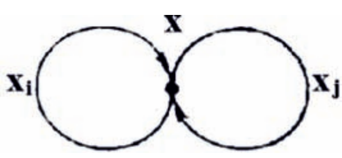

Рис. 5. Тотальный граф бытия 2-го уровня

2-го уровня потому, что «чистое ничто» принимается за нулевой уровень, «чистое бытие» – за первый, а потому для «наличного бытия» в лице «нечто» и «иного» остаётся второй уровень.

Двухпетельный граф рис. 4 противопоставляет "нечто" "иному" и наоборот. Это противопоставление возможно только потому, что они имеют общую вершину X, через которую взаимодействуют следующим образом.

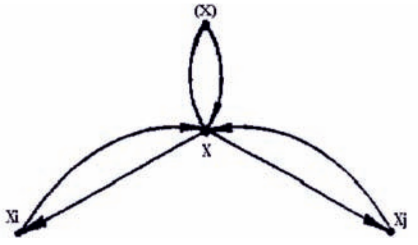

Рис. 6. Граф взаимного перехода между "нечто" и "иным"

Гегель пишет по этому поводу, что имеются два вида определённости: 1) "нечто" и "иное", т. е. Xi и Xj; и 2) "бытиедля-иного", т. е. Xij и Xji; и "в-себе-бытие", т. е. Xii и Xjj. Из самого же графа рис. 6 видно, что он представляет структуру взаимодействия на 3-м уровне организации. И далее, объединяя данный граф с предыдущим тотальным (рис. 5), получаем тотальный граф 3-го уровня организации.

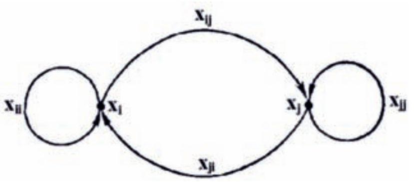

Рис. 7. Тотальный граф бытия 3-го уровня

Но Гегель не ограничивается и этим уровнем. Он вводит граф взаимодействия 4-го уровня, производный от графа рис. 6.

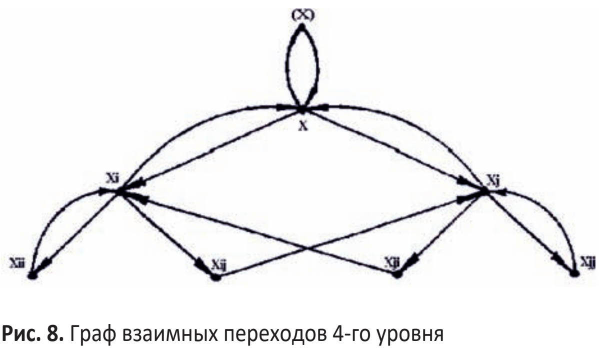

Рис. 8. Граф взаимных переходов 4-го уровня

На этом уровне Гегель вводит понятие "граница", определяя её ребром Xiji для "нечто", т. е. с левой стороны, и ребром Xjij для "иного", с правой стороны: "Граница – это опосредование, через которое нечто и иное и есть и не есть" (с.189). Понятно, что дело не ограничивается рёберным графом, а выводит его в тотальный граф, представленный на рис. 9.

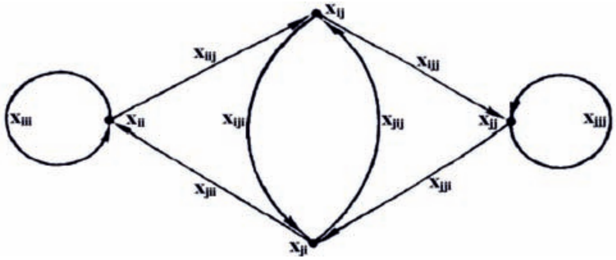

Рис. 9. Тотальный граф бытия 4-го уровня организации

Как видим, в этом графе присутствует всё, что было в предыдущих, но добавились ещё переходы следующего, 4-го уровня организации. Две центральные вершины снизу как раз и представляют понятие границы по Гегелю.

Но и граф 4-го уровня организации имеем своё продолжение, представленное на рис. 10.

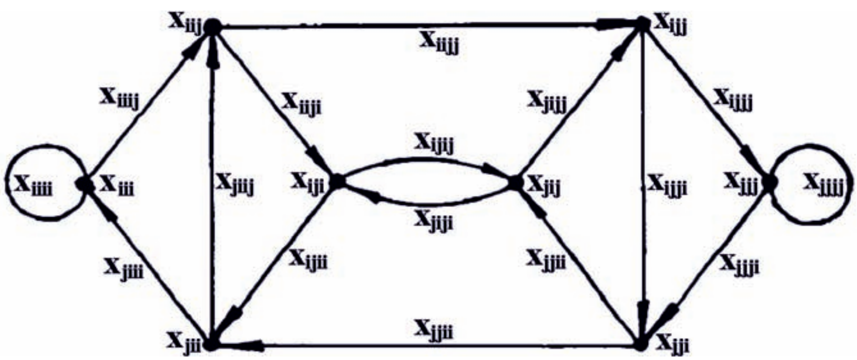

Рис. 10. Граф взаимных переходов 5-го уровня

На этом уровне Гегель вводит два новых понятия. Первое – это понятие "долженствование" (Xijij и Xjiji), понимаемое как продолжение движения "нечто" к "иному" и наоборот вопреки границе Xiji и Xjij. И второе – это понятие "предел" (Xijii и Xjijj), понимаемое как вторичный возврат "нечто" и "иного" самому себе, превращающий "границу" в "предел". И наконец, объединяя рёберный граф 5-го уровня организации (рис. 10) с тотальным графом 4-го уровня (рис. 9), получаем тотальный граф 5-го уровня организации.

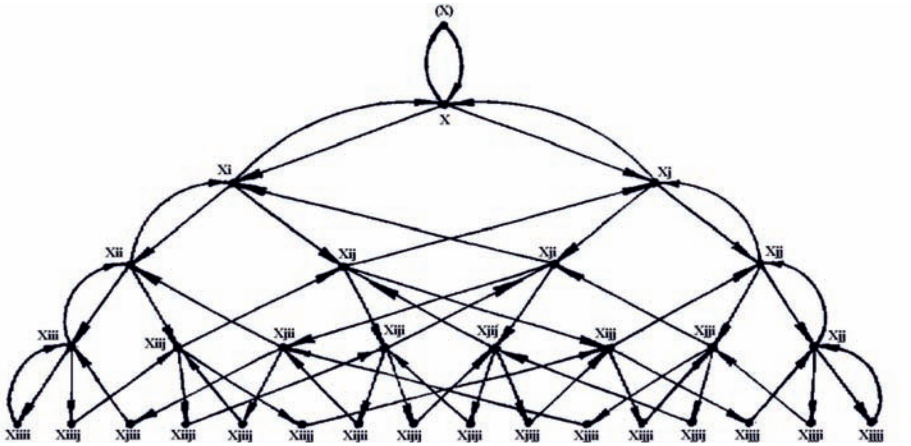

Рис. 11. Тотальный граф бытия 5-го уровня организации

Как видим, структура взаимодействия значительно выросла, а по сравнению с первичным "становлением" (по Гегелю) уже перестаёт быть обозримой. Поэтому, ориентируясь на тотальный граф рис. 11, мы будем исходить из рёберных графов рис. 10 и предшествующих.

Подытоживая результаты данного раздела "Постановка гипотеза", мы утверждаем, что развитые и разработанные Гегелем структуры взаимодействия, имея вполне чёткие математические очертания, напрямую относятся к взаимодействию, реально наблюдаемому в природе и могут быть использованы для описания и объяснения различного рода форм материи и протекающих в них процессов, к числу которых относится электромагнитное поле, описанное Максвеллом.

Проверка гипотезы. Чтобы придти к выводу, действительно ли подтверждается выдвинутая здесь гипотеза, нужно в первую очередь идентифицировать исходные понятия. Это значит, взять каждое из понятий, используемых Максвеллом, и найти соответствующий ему аналог в структуре взаимодействия, описанной Гегелем. Дополнительно нужно проделать и обратную процедуру: от гегелевского аналога перейти к максвелловскому и снова проверить их на совпадение Не обязательно оно должно быть стопроцентным, но расхождениям обязательно должно быть найдено объяснение. Во вторую очередь нужно провести прямую и обратную идентификацию парных связей между связями, заявленными Максвеллом, и их аналогами в структурах взаимодействия Гегеля. В третью очередь нужно провести прямую и обратную идентификацию третичных связей, заявленных у Максвелла и Гегеля. Ну и, конечно, четверичных и пятеричных – думается, забраться дальше вряд ли удастся.

Итак, нашей первой задачей является общее соотнесение структур, используемых Гегелем и Максвеллом. Пожалуй, понятиями, наиболее бросающимися в глаза у Максвелла, являются понятия вихревых полей: магнитного и электрического. Оба они не имеют зарядов – собственно, потому их и называют вихревыми. Отсюда следует, что нам нужно искать у Гегеля внутренние циклы, т. е. циклы, возникающие внутри внешних циклов. В качестве первого внешнего цикла выступает у Гегеля петля causa sui (рис. 1), но она однорёберная, а потому двучленного цикла, в котором одно ребро противостоит другому, а вместе они образуют цикл, – петля causa sui не образует. Двучленный цикл образуют рёбра Xij и Xji (рис. 6), являющиеся у Гегеля "бытием-для-иного". Соответственно, "бытием-для-себя" выступают Xii и Xjj, а источником каждой пары являются "нечто" и "иное". Отметим, что у Максвелла исходным является понятие заряда, определяемое как разница потенциалов, а у Гегеля – "нечто" Xi и "иное" Xj, которые развёртываются через взаимодействие друг с другом точно также, как электромагнитное поле возникает в результате взаимодействия потенциалов. Из вышесказанного следует, что цикл Xij<>Xji, замыкаясь на первичные "нечто" и "иное", также не относится напрямую к вихревым полям.

Следующий по глубине двухчленный цикл представлен на рис. 8 в виде связки Xiji<>Xjij. Как видим, он возникает как результат взаимодействия Xij и Xji, являющих каждое из себя «нечто-для-иного», которое можно было бы ассоциировать с электрическим током в двух противоположно направленных проводниках. Поэтому, исходя из положения, что изменяющийся электрический ток порождает магнитное поле, можно допустить, что указанный цикл отвечает за вихревое магнитное поле, поскольку о постоянном здесь нет речи. Обратим внимание на то обстоятельство, что магнитное поле возникает в цикле Xiji<>Xjij как результат именно возвратных движений «нечто» и «иного». Поэтому данный цикл вполне может быть кандидатом на вихревое магнитное поле.

На рис. 10 представлен следующий внутренний цикл в виде связки Xijij<>Xjiji. Обратим внимание на его схожесть с циклом Xij<>Xji. Хотя они и принадлежат разным уровням организации, их истоки и стоки одинаковы: Xij, равно как Xijij, начинается с i и заканчивается j. То же самое имеет место для Xji и Xjiji. Отсюда можно предположить, что направления прямого движения связаны с электрическим полем, а движения возвратного – с магнитным. Поэтому есть достаточные основания допустить, что цикл Xijij<>Xjiji представляет собой вихревое электрическое поле.

А теперь представим себе, что мы перешли к 6-му уровню организации. Не подавая здесь соответствующего рёберного графа, а тем более графа тотального, посмотрим, во что превращается внутренний цикл Xijij<>Xjiji 5-го уровня организации. Да-да, он превращается в возвратный цикл Xijiji<>Xjijij – возвратный потому, что каждый из индексов при X начинается и заканчивается тем же самым параметром: первый – буквой i, а второй – буквой j. Отсюда следует, что в лице этого нового цикла мы получаем вторичное вихревое магнитное поле. Аналогичным образом при переходе к следующему уровню организации бывший магнитный цикл превратится во вторичное вихревое электрическое поле. В принципе этих чередующихся вихревых магнитных и электрических полей может быть теоретически любое число. Но, наверное, есть ограничения...

Начав с рис. 8, мы видим в нём сверху четвёрку рёбер: два входящих – Xiij и Xjij, и два выходящих – Xijj и Xiji. Рёбра Xiij и Xijj представляют линию Xij предыдущего уровня организации, не приводящие к возникновению магнитного цикла Xiji<>Xjij. Рёбра же Xiji<>Xjij разрывают эту линию, вводя прямое взаимодействие рёбер Xij и Xji. Говоря по сути, как ребро Xiji, так и ребро Xjij, суть рёбра Xij и Xji, не дошедшие до своей конечной цели, представленной в последней букве их индекса. Причина этой возвратности кроется в том, что рёбра Xij и Xji, равно как рёбра Xji и Xij, – транзитивны, т. е. переходят друг в друга напрямую, минуя соответственно Xii и Xjj. В этом нет никакого фокуса, просто сам способ существования "чистого бытия", равно как взаимодействия "нечто" и "иного", строится на этом принципе. Для рёбер Xij и Xji переходным моментом является Xj, которое не допускает Xij в Xjj, сразу направляет его в Xji, т. е. по касательной. Именно она и является "границей", о которой писал Гегель, а двухрёберный цикл Xiji<>Xjij, состоящий из двух "границ", образует магнитное поле как способ предварительного выяснения отношений между Xij и Xji, стремящихся в противоположных направлениях.

В уравнениях Максвелла есть однако динамическая составляющая – производная по времени, которой мы, казалось бы, не видим в гегелевских конструкциях. Так, чтобы возникло магнитное поле, электрическое должно меняться. Его постоянство не вызовет никакого магнитного поля. Отсюда вывод: постоянство Xij, равно как Xji, оставляя Xiij = Xijj, не вызовет изменений, которые нашли бы отражение в Xiji, а потому оно будет равным нулю, т. е. по факту отсутствует. То же самое имеет место в обратном направлении, оставляющим Xjij равным нулю, что в конечном счёте приводит к отсутствию магнитного поля при постоянных Xij и Xji. Но это соответствует уравнениям Максвелла, а не противоречит им. Иными словами, цикл Xiji<>Xjij выступает в роли буфера, противодействующего изменениям в потоках Xij и Xji.

В математическом анализе средством для обнаружения таких изменений является процедура взятия производной. Если она равна нулю, то изменений нет, а если равна постоянной величине, то цикл Xiji<>Xjij включается и появляется магнитное поле. Правда, в математическом анализе можно также взять производную от производной, т. е. вторую и следующие производные. Если производная от Xij или Xji равна нулю, то её производная от нуля будет тоже равна нулю. Если производная от Xij или Xji будет равна постоянной величине, т. е. имеет место постоянное магнитное поле, то её производная будет равна нулю, а потому вихревого электрического поля не возникнет. И только в том случае, если вторая производная будет равна переменной величине, может появиться вихревое электрическое поле в виде цикла Xijij<>Xjiji. Понятно, что взятие третьей, четвёртой и следующих производных приводит к результатам, продолжающим эту закономерность.

Гегель не использует понятия производной, хотя оно к тому времени было уже изобретено Лейбницем и Ньютоном. Но в его конструкциях мы находим соответствующие аналоги. Так, рёбра Xijij и Xjiji (вихревое электрическое поле) являются производными от рёбер соответственно Xiji и Xjij (вихревое магнитное поле); рёбра Xiji и Xjij (снова вихревое магнитное поле) являются производными от соответственно рёбер Xij и Xji (электрическое поле); а рёбра Xij и Xji (снова электрическое поле) являются производными от соответственно рёбер Xi и Xj (потенциальное поле). Из последнего вытекает, что поле зарядов, или потенциальное поле, имеет такую же магнитную природу как и все остальные возвратные циклы. Более того, в отличие от абстрактных понятий производной и интеграла, основанных на понятии непрерывной функции в математическом анализе, – у Гегеля всё более конкретно, ибо структурно. Конечно, от математического анализа можно перейти к исчислению разностей, но всё равно последнее остаётся аппроксимацией математического анализа и не ассоциируется со структурами взаимодействия, выведенными Гегелем.

Теперь попробуем напрямую найти место каждого из уравнений Максвелла (кроме материальных) в гегелевской структурах взаимодействия. Напомним, что первое из них опирается на закон Гаусса и связывает электрическую индукцию D с электрическим зарядом ρ через оператор дивергенции. Далее, представим индукцию D как рёбра Xij и Xji, а заряд ρ – как петельные рёбра Xi и Xj. Пусть нас не смущает единичность D и ρ на фоне двойственности соответствующих рёбер. Ведь уравнения Максвелла, несмотря на свой явно выраженный абстрактно-математический характер, являются, опираясь на измерения, эмпирическими уравнениями, а потому учитывают только результирующие, но не структурные составляющие взаимодействия. В то же время не возникает никаких сомнений в том, что рёбра Xij и Xji, представляющие электрическое поле в виде индукции D, являются производными от рёбер Xi и Xj, представляющих разницу потенциалов, выступающую в качестве плотности заряда ρ. И поскольку оператор дивергенции строится на основе понятия производной, у нас не остаётся сомнений в том, что первое уравнение Максвелла, выражающее содержание закона Гаусса, находит своё отражение в рёберных графах рис. 4 и 6, и тотальных графах рис. 5 и 7.

Второе уравнение Максвелла также опирается на закон Гаусса, но на этот раз отрицает связь магнитной индукции B с магнитным зарядом, заявленную тем же оператором дивергенции. Далее, представим индукцию B в виде рёбер Xiji и Xjij, а магнитный заряд – через рёбра Xij и Xji, потому что иных кандидатур на графе просто не видно. Но ведь рёбра Xij и Xji в первом уравнении Максвелла уже представляли электрическую индукцию D, а потому для магнитного заряда не остаётся места. И ещё, если магнитный заряд, по аналогии с электрическим, т е. рёбрами Xi и Xj, мы будем представлять себе в виде петельных рёбер, то вершины Xij и Xji (рис. 4), будучи парными рёбрами графа предыдущего рисунка, уж никак не удовлетворяют этому требованию. Поэтому хотя в гегелевской конструкции мы и находим подтверждение второму уравнению Максвелла, но мотив этого уравнения выходит за пределы максвелловских уравнений и, скорее всего, относится к известным спорам о введении магнитного заряда.

Третье уравнение Максвелла (3) основывается на законе индукции Фарадея, согласно которому изменение магнитной индукции порождает вихревое электрическое поле:

$$\mathrm{rot}\ E = -\partial B/\P\tau.$$

Как мы видели ранее, магнитная индукция Максвелла представлена у нас циклом Xiji<>Xjij. И точно так же, как постоянное электрическое поле в цикле Xij<>Xji не рождает магнитной индукции Xiji<>Xjij, а переменное рождает – точно так же постоянное магнитное поле Xiji<>Xjij не рождает вихревого электрического поля в цикле Xijij<>Xjiji, а переменное магнитное рождает вихревое электрическое. Иначе говоря, третье уравнение Максвелла утверждает, что магнитное поле, записываемое как rot E и не равное нулю, порождает частную производную магнитной индукции B по времени, не равную нулю, что, собственно, и называется вихревым электрическим током. Каждый внешний цикл, будучи постоянным, не возбуждает внутреннего, а изменяясь во времени – порождает этот внутренний. И так продолжается до тех пор, пока ток в очередном цикле не станет постоянным, а производная от постоянной величины в следующем цикле не будет равна нулю.

Четвёртое уравнение Максвелла (4) опирается на теорему о циркуляции магнитного поля и описывает порождение вихревого магнитного поля под действием электрического тока свободных зарядов и изменения электрической индукции D:

$$\mathrm{rot}\ H = j+\partial\Delta/\P\tau.$$

Это значит, что вихревое магнитное поле, создаваемое циклом Xiji<>Xjij, возникает, с одной стороны, под действием тока в цикле Xij<>Xji (но почему не производной от него?) и, с другой, изменениями в цикле Xijij<>Xjiji. Таким образом, четвёртое уравнение Максвелла описывает зависимость магнитного поля, порождаемого в цикле Xiji<>Xjij под влиянием внешнего цикла Xij<>Xji и внутреннего Xijij<>Xjiji.

Подводя итог данному разделу статьи, следует отметить некоторую неупорядоченность уравнений Максвелла. Понятно, что сам Максвелл начинал чуть ли не с 20 уравнений, а потому не мешало бы проверить, нет ли в том самом первом тексте, идущего от самого Максвелла, большей упорядоченности, т. е. большего соответствия представленным нами здесь структурам, чем в современных формулировках уравнений Максвелла. Ведь в них учитывается опыт математических достижений чуть ли не полутораста лет, да и физика во всём это принимала активное участие.

Дискуссия. Изучая литературу сначала по векторному анализу, а потом по математической теории поля, – невольно приходишь к выводу, что уравнения Максвелла прямо оттуда и вытекают. Но тогда в чём кроется их специфика как уравнений именно электромагнитного поля? Неужели чистая математика, постулируя метричность трёхмерного пространства с метрикой времени постигла суть самой природы... Ведь сюда же присоединяется описание закона всемирного тяготения и ещё множества других областей физики, поддавшихся очарованию уравнений математической физики.

Возникает естественный вопрос, что первичнее: изучаемый объект или метод его изучения? – Теоретически рассуждая, за основу нужно брать объект, потому что именно он определяет способ его изучения, или, как писал Гегель, метод следует за объектом. Обращаясь же к практике, мы постоянно сталкиваемся с противоположной тенденцией, когда под существующую задачу не создаётся, а подбирается метод исследования. Идея понятна, зачем изобретать велосипед, если его можно занять у соседа?... Принцип сведения новой задачи к уже известной – не так уж и плох, но он закрепляет традиционную методологию, препятствуя разработке новой.

Например, в законе Кулона имеет место квадрат расстояния; в законе тяготения имеем квадрат расстояния; вся спектроскопия построена на формуле Бальмера и далее комбинационном принципе Ритца; периодизация химических элементов строится на принципе 2*n+1, порождающем квадраты. – Что же это за чудо такое, квадратичная функция... Откуда взялась и куда она заведёт научные исследования?

Можно взять теорию чисел и найти там много интересного. Но даст ли она ответ на поставленный вопрос... Скорее всего, не даст – потому что вопрос-то не поставлен. Вопрос нужно ставить не снаружи: от метода и вытекающих из него наших представлений о мире, – а изнутри, от природы материи. Нужно задаться простым вопросом, а зачем материи квадратичная функция и что она ей даёт?... В чём её смысл?... Что выигрывает эволюция, обращаясь к квадратической функции?...

Понятно, что никакие математические привязки здесь не принимаются, потому что мы снова заблудимся в дебрях математической методологии. Да и эмпирические исследования уже проводилось в больших количествах. Начинать нужно с того, с чего начинал Гегель – с вопроса о бытии. Но общую структуру взаимодействия, начиная с causa sui Спинозы, он вывел логически. С одной стороны, это подтверждает правильность выбранного направления, а с другой, ничего не говорит о том, как это происходило. Материя существует и развивается по своим законам, которые, конечно, определяются логикой действующих механизмов, но результат их суммарного действия относится к другой логике – логике жизни, логике эволюции, которую мы называем историей, т. е. той реальностью, на плечах которых "едут" наши представления о действующих механизмах развёртывания материального мира.

Показанная Гегелем логика взаимодействия – это только часть эволюционного процесса. Второй его частью является логика выживания – выживания не только живых существ, а выживания любых материальных образований, начиная с вышеназванного минимального элемента под именем causa sui, с которого всё и начинается. С него, родимого...

Вот здесь-то и появляется наша квадратическая функция. Одинокое causa sui, конечно, выживает – ведь оно неуничтожимо, вечно. А вот как встретятся два, да ещё объединятся, – вот тогда они уже образуют силу. Но если добавят к себе третьего, то уж не разлей вода – три брата-акробата. И локоть каждого – с локтем каждого! А следом и четвёртый – и вместе суть тетрада, в которой, как в треугольнике, имеет место локоть каждого с локтем каждого. Ведь это суть последнее число элементов, контактирующих друг с другом. Пятый элемент уже выпадает из "локтевой" обоймы. А теперь добавим числовой логики: а) 1, б) 1+1 = 2, в) 2+1 = 3, и г) 3+1 = 4. Из четырёх комбинаций: 1, 2, 3 и 4 – самой устойчивой будет последняя, т. е. четвёрка, в которой заняты все вакансии, и лишних в компанию не берут. Такой подход не служит абстрактной нумерологии, пусть даже она опирается на теорию чисел. Он служит эволюции, согласно которой выживают структуры более устойчивые. А как раз к таковым относится тетраэдральная четвёрка, в которой каждый элемент имеет три контакта. Добавив контакт с собой, получаем число 16=42. При этом контакты эти не механические, в которых из контакта А с В автоматически следует контакт В с А, а причинно-следственные, т. е. представленные ориентированными рёбрами. Но тогда спрашивается, во что всё-таки превращается тетраэдральная четвёрка, если пятый элемент отбрасывается. Ответ прост: он становится новым элементом, но не предыдущего уровня, а последующего. Всё это и приводит далее к гегелевским конструкциям, но уже по эволюционному критерию устойчивости. Вот из этой тетраэдральности и возникает в конце концов квадратичная функция, которая однако выступает как частный случай степенной функции, посредством которой описываются гегелевские конструкции.

Литература

Гегель Г.В.Ф., 1970. *Наука логики*: В 3-х томах. Т.1. Мысль, Москва.

Карандашев Ю.Н., 2017. *Механизм становления материи в учении Гегеля о бытии*. Addendium, Бельско-Бяла.

Карандашев Ю.Н., 1997. *Психология развития: Часть 2: Общая теория систем.* Минск.

Карандашев Ю.Н., 1989. *Развивающиеся роботы будущего.* Вышэйшая Школа, Минск.

Харари Ф., 1973. *Теория графов*. Мир, Москва.

Harary F., 1969. *Graph theory*. Addison-Wesley.

Сивухин Д.В., 2004. *Общий курс физики*. Том III. Электричество. 4-е изд. ФИЗ-МАТЛИТ; Изд-во МФТИ, Москва.

Смирнов В.И., 1962. *Курс высшей математики*. Том II. Изд. 20-е. ФИЗ-МАТЛИТ Москва.

Фихтенгольц Г.М., 1966. *Курс дифференциального и интегрального исчисления*. Том III. Изд. 4-е. Москва: ФИЗ-МАТЛИТ.

Behzad M., 1967. *A criterion for the planarity of a total graph*. Proc. Cambridge Philosophical Society, v. 63.

Whitney H., 1932. *Congruent graphs and the connectivity of graphs*. Amer. J. Math., v. 54.

The Origin and Structure of Electromagnetic Fields

Abstract

The author explaines the phenomenon of elecromagnetic fields by using the apparatus of basal graphs developped by G. Hegel in his „Science of Logic“ at the beginning of 19th century.

Key words: Hegels’ science of being, basal graphs, elecromagnetic field, origin and structure of EMF

Yuri Karandashev
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
ul. Żeromskiego 5
25-369 Kielce