УДК 537.6

О представлении магнитного потока как потока намагниченности

А.С. Чуев, МГТУ им. Н.Э. Баумана.

E-mail: chuev@mail.ru

Магнитный поток мы должны признать подлинной физической реальностью, а не чем-то воображаемым.

В.Ф. Миткевич

В 2016 году издательство URSS переиздало фундаментальный труд выдающегося ученого-электротехника академика АН СССР В.Ф. Миткевича. Этот труд посвящён магнитному потоку и его преобразованиям [1].

Хочется надеяться, что этой публикацией и публикацией ряда других работ учёных материалистической направленности - закончится период безраздельного господства сторонников релятивистского подхода в объяснении магнетизма. Согласно их взглядам, магнитное поле не существует, а оно есть проявление релятивистского эффекта в электричестве.

Согласно взглядам Фарадея, в значительной степени разделявшихся В.Ф. Миткевичем, магнитный поток не только реально существует, но и возможно является первичным для заряда электрона.

В работе [2], опираясь на системные представления, автор настоящей работы высказал довольно радикальное предположение о фантомности (мнимости) всех электромагнитных величин, системно попадающих в число полевых. В их число входит и *магнитный поток* в его общепринятом представлении.

Общепринято представлять *магнитный поток* как поток вектора *магнитной индукции*. Математически это выражается как произведение вектора *магнитной индукции* $\vec{B}$ на *площадь* (в векторном представлении $\vec{S} = S\vec{n}$)

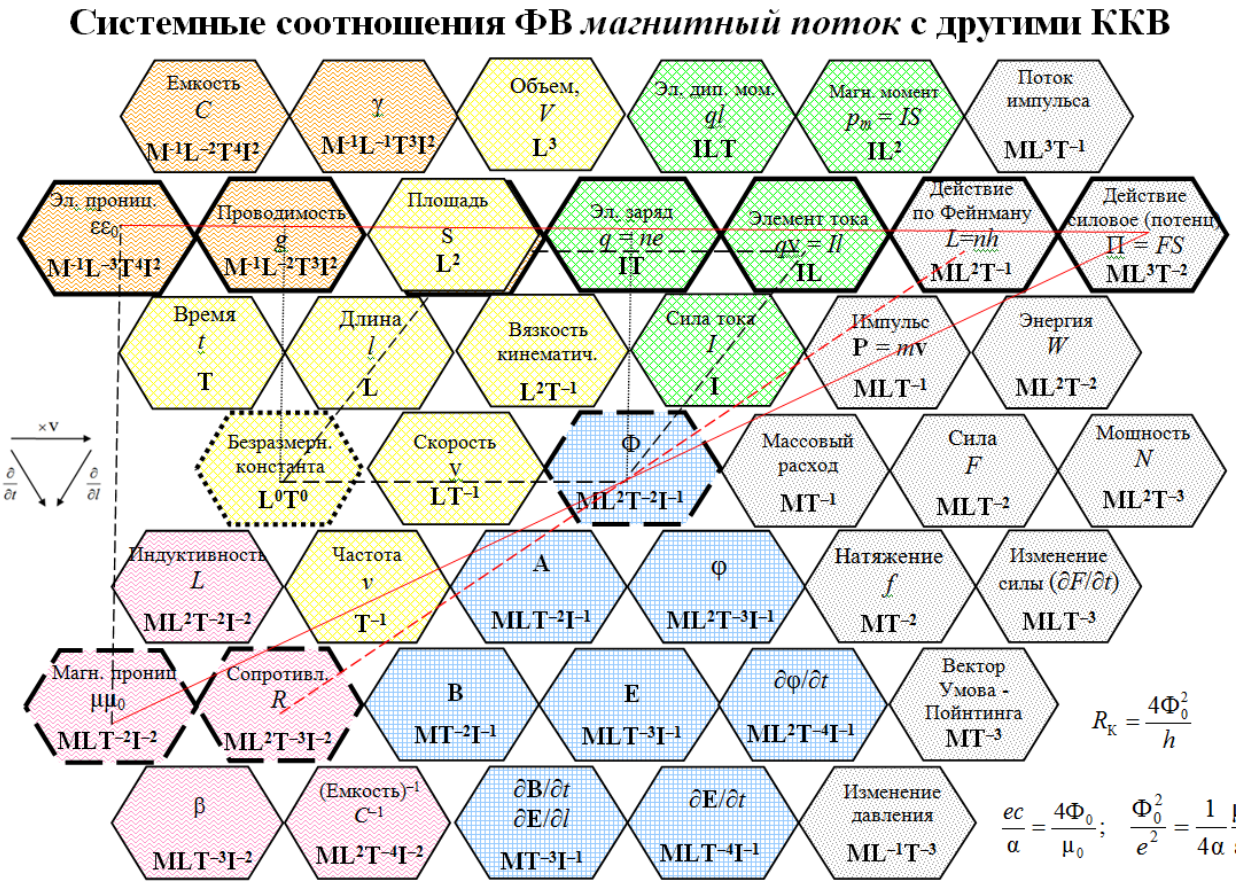
$$\Phi = \vec{B}\vec{S}\,.$$

Опровергать общепринятые представления всегда очень сложно. В отношении магнитного потока это особенно трудно по причине не только всеобщей его признанности, но и известной измеримости и квантуемости (или квантованности) этой физической величины (ФВ). Известно, что квант магнитного потока составляет значение $\Phi_0 = \dfrac{h}{2e} \approx 2{,}06783 \cdot 10^{-15}$ Вб.

Обоснование своих взглядов автор строит на использовании оригинальной системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ) [3, 4], которая современным физическим сообществом если и воспринимается, то без особого восторга. Более благосклонное отношение к системе ФВиЗ проявляет сообщество метрологов. На рис. 1 приведено частное планарное изображение системы ФВиЗ, в которой утолщенной окантовкой системных ячеек обозначены ФВ, входящие в горизонтально расположенный (на данном рисунке) ряд квантуемых и константных величин (ККВ).

Утолщенной пунктирной окантовкой на рис. 1 обозначены еще некоторые ФВ, расположенные вне основного системного ряда ККВ. Две ФВ имеют размерности, обратные размерностям ФВ системного ряда ККВ, поэтому причина их квантуемости вполне понятна. Эти ФВ не входят в группу системных полевых величин, подозреваемых автором в их «фантомности» [2].

Среди квантуемых ФВ, расположенных вне ККВ оказался *магнитный поток* Ф, принадлежащий системной группе полевых электромагнитных величин. Хотя в системе рис. 1 *магнитный поток* и занимает центральное место, по системным признакам (он не входит в системный ряд ККВ) его квантуемость, скорее всего, должна быть обусловлена другой величиной, принадлежащей системному ряду ККВ и не относящейся к полевым ФВ.



$$R_K = \frac{4\Phi_0^2}{h}$$

$$\frac{ec}{\alpha} = \frac{4\Phi_0}{\mu_0}; \quad \frac{\Phi_0^2}{e^2} = \frac{1}{4\alpha}\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}$$

Рис. 1. Системные связи ФВ *магнитный поток* с другими ККВ

В процессе детального изучения системы ФВиЗ у автора возникла и укрепилась мысль о том, что за полевой физической величиной *магнитный поток* (точнее, *поток магнитной индукции*), также, как и за другими ФВ, системно относимыми к полевым (на рис. 1 они обозначены голубым цветом), в действительности скрывается иная «материальная» величина [2, 4].

На роль такой ФВ, системно не входящей в группу полевых величин, первоначально виделась ФВ линейный *элемент электрического тока* (*Il*), которую раньше в этом качестве не замечали, скорее всего по причине отсутствия ее широкого практического использования. В системе ФВиЗ данная ФВ принадлежит основному системному ряду ККВ, системная связь этой ФВ с *магнитным потоком* обозначена на рис. 1 пунктирным параллелограммом.

Связь *магнитного потока* (Φ) с линейным *элементом тока* (*Il*) при участии *магнитной постоянной* μ_0 и *безразмерной константы* можно показать

и другим выделенным параллелограммом. Каким образом выделенные параллелограммы и линии иллюстрируют физические закономерности, а также как расположены конкретные ФВ в многоуровневой системе ФВиЗ подробно разъясняется в работах автора [3, 4]. В данной статье приведём лишь краткое пояснение.

В расположении ФВ в пределах одного системного уровня, ближайшие переходы между ФВ: слева направо подчиняются умножению на размерность *скорости*, косые переходы сверху вниз или снизу в верх, в зависимости от их направления, означают изменение на размерность *времени* или *длины*. Закономерные соотношения в системе ФВиЗ, обозначаемые выделенными параллелограммами или выделенными линиями (когда параллелограмм смотрится как бы сбоку), подчиняются простому логическому правилу – оно заключается в равенстве отношений (произведений) размерностей ФВ, располагаемых на смежных (противоположных) вершинах выделенного параллелограмма.

В системе ФВиЗ на месте линейного *элемента тока* могут присутствовать объемный *элемент тока*, представляющий собой произведение *плотности тока* на *объем* или произведение *электрического заряда* на *скорость*. Математически в дифференциальной форме и в векторном представлении эквивалентность указанных величин выражается формулой

$$I\mathrm{d}\vec{l} = \vec{j}\mathrm{d}V = q\mathrm{d}\vec{\mathrm{v}}.$$

Если свойство квантуемости принадлежит последнему соотношению приводимого равенства, то этим можно объяснить контактные электрические явления и явления термоэлектричества. Квантуемость *электрического заряда* q несомненна, а квантуемость произведения $q\vec{\mathrm{v}}$ означает и квантуемость (точнее, дискретность) *скорости*, присутствующей в этом произведении. Изменение средней скорости свободных электронов связано с выделением или поглощением *энергии* и влияет на проводимость.

В работе [5] автором была произведена теоретическая оценка числового значения кванта *линейного элемента тока* $(Il)_{\text{КВ}}$, однако об экспериментальной проверке или подтверждении этих данных сведений нет.

Ввиду длительной задержки в практическом подтверждении квантуемости ФВ линейный *элемент электрического тока*, автором был предпринят поиск возможной альтернативы данной ФВ. В результате таких поисков была выдвинута новая, пока еще никем не замечаемая, но претендующая на существование в реальности ФВ – *поток намагниченности* [6, 7].

Возможность замены квантуемой полевой ФВ - *магнитный поток* иной «материальной» величиной *поток намагниченности*, основана на простой аналогии о потоках ФВ. *Магнитный поток* есть *магнитная индукция*, умножаемая на *площадь*, следовательно, системное место *линейного элемента тока* в ряду ККВ вполне может быть занято ФВ, представляющей собой произведение *намагниченности* на *площадь*. Данную ФВ, по аналогии с потоком *магнитной индукции*, следует именовать *потоком намагниченности*.

На рис. 2 сплошными линиями показано системное изображение определяющего уравнения связи для *потока намагниченности*. На основании аналогии (поток есть произведение векторной величины на *площадь*), некоторые ФВ на приводимых рисунках тоже именованы потоками (*поток импульса*, *силовой поток*). Выделение утолщенной окантовкой ККВ, расположенных в основном горизонтальном ряду и вне этого ряда, на рис. 2 не применялось.

Предполагаемый *поток намагниченности* в системе ФВиЗ

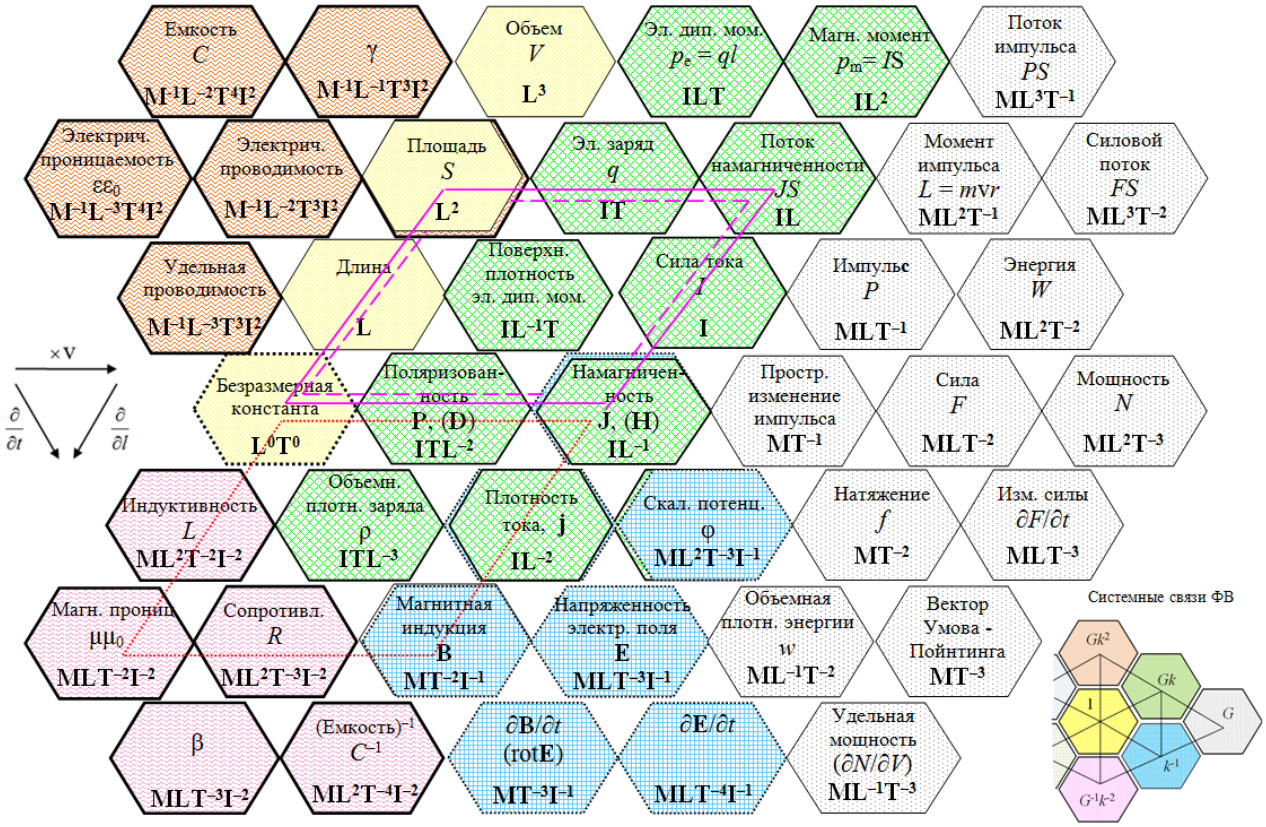


Рис. 2. Системные ФВ *намагниченность* и *поток намагниченности*

На этом же рисунке точечными линиями показана системная связь ФВ *намагниченность* с *магнитной индукцией*, пунктирными линиями обозначена связь ФВ *поток намагниченности* с *магнитным потоком* (расположен за ФВ *намагниченность*). Последняя связь эквивалентна связи, приведенной на рис. 1, только теперь она показана с участием ФВ μ_0^{-1}, скрытно расположенной за ФВ *площадь*. Поскольку квантуемость *магнитного потока* общеизвестна, то *поток намагниченности* тоже должен быть квантуем. Квантуемость *потока намагниченности* подкрепляется и принадлежностью этой ФВ к системному ряду (можно сказать системному поясу) ККВ.

Все сказанное выше позволяет предположить, что квантуемость *потока намагниченности* в действительности есть, но в опытах она не замечается. Видимо, вездесущая среда – вакуум, характеризующаяся значением μ_0, при магнитных измерениях всегда присутствует, но себя не проявляет. Известно,

что на практике *магнитный поток* (его изменение) фиксируется лишь косвенно – по измерению электродвижущей силы индукции, возникающей при изменениях *магнитного потока*. Вопрос об измерении существующего и существовании измеримого (применительно к сфере электромагнетизма) подробно рассматривался в работах автора [3, 9].

Для того чтобы правильно оценить полноту системных связей для новой ФВ *поток намагниченности* рассмотрим связи традиционной ФВ *магнитный поток* с другими величинами, в первую очередь, с квантуемыми ФВ, расположенными в системном ряду ККВ (рис. 3). На этом изображении ФВ *поток намагниченности* не показана ввиду размещения (визуализации) на этом месте другой ФВ (*mr*), тоже системно связанной с *магнитным потоком* Φ.

Системные соотношения *магнитного потока* с другими ККВ

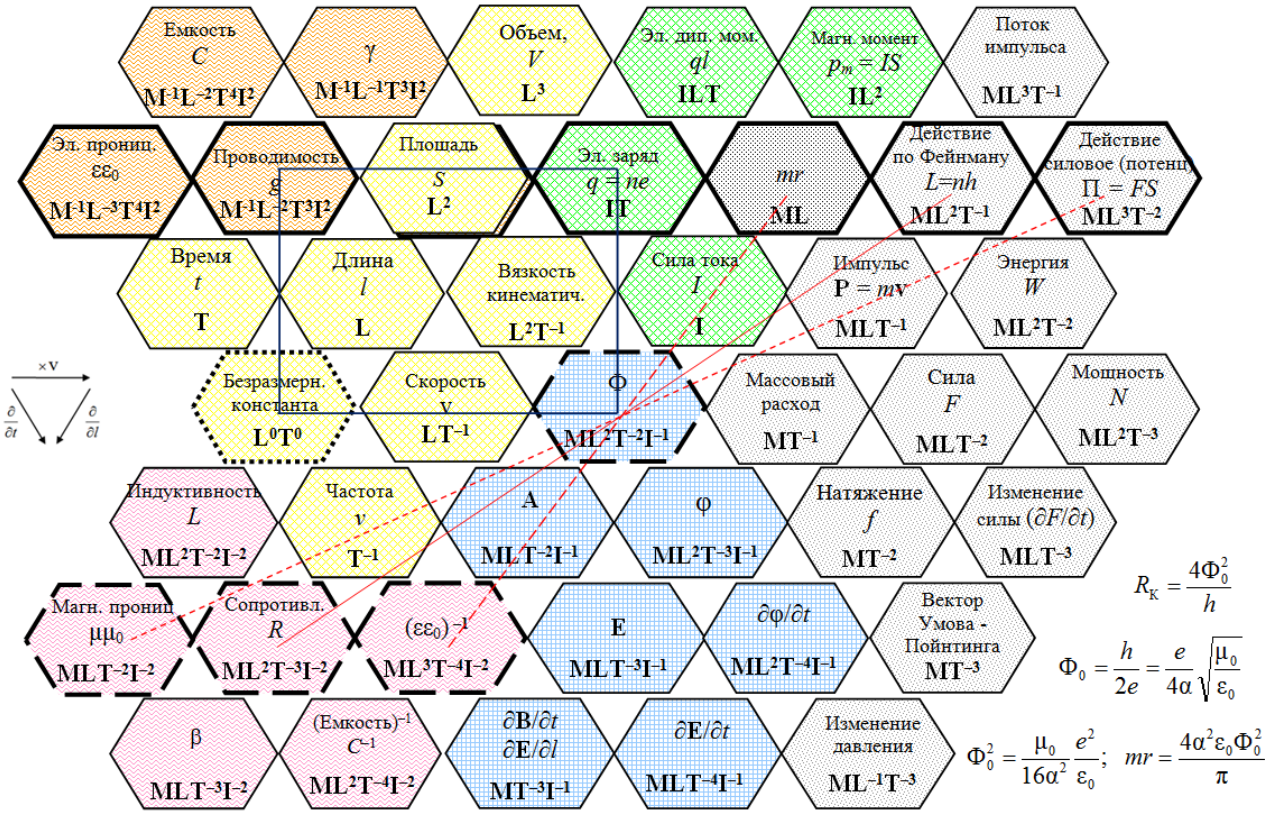


Рис. 3. Системные соотношения ФВ *магнитный поток* с другими ККВ.

Системные закономерности, изображенные на рис. 3, выражаются следующими уравнениями связи, которые частично приведены на этом рисунке.

Выделенный параллелограмм, имеющий на рис. 3 вид прямоугольника, выражает соотношение:

$$\Phi_0 = \frac{e}{4\alpha}\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}},$$

где: Φ_0 – квант магнитного потока; e – элементарный электрический заряд; α – постоянная тонкой структуры; ε_0 и μ_0 – электрическая и магнитная постоянные.

Наиболее простое соотношение кванта магнитного потока с другими ККВ, не показанное на рис. 3, имеет вид:

$$\Phi_0 = \frac{h}{2e},$$

где: h – постоянная Планка.

Сплошная выделенная линия рис. 3 иллюстрирует соотношение, эквивалентное первому:

$$\Phi_0^2 = \frac{\mu_0}{16\alpha^2}\frac{e^2}{\varepsilon_0}.$$

Одна из пунктирных линий рис. 3 иллюстрирует соотношение

$$R_К = \frac{4\Phi_0^2}{h},$$

где $R_К$ – постоянная фон Клитцинга.

Другая пунктирная линия рис. 3 иллюстрирует не всем известное квантованное (по системным признакам) соотношение:

$$mr = \frac{4\alpha^2\varepsilon_0\Phi_0^2}{\pi}.$$

По размерности данное выражение представляет собой произведение *массы* на *длину* и далее оно будет более детально рассмотрено.

Данное соотношение обнаруживается и в кванте потенциального действия электростатических сил [5]

$$4\pi m_e r_e c^2 = \frac{e^2}{\varepsilon_0}.$$

Здесь значения *массы* m_e и *длины* r_e соответствуют известным параметрам электрона.

Надо отметить, что изображения системных связей ККВ с участием ФВ *магнитный поток* выигрывают своей развернутостью (открытостью или видностью). Если попытаться изобразить аналогичные соотношения ККВ с участием ФВ *поток намагниченности* (вместо *магнитного потока*), то все выделенные параллелограммы и выделенные линии станут изображаться в виде горизонтальных линий, расположенных вдоль системного ряда (пояса) ККВ.

Такие горизонтальные линии, обозначающие системные связи ККВ без участия полевых ФВ возможны и, возможно, они более объективны, но пользоваться таким изображением системных связей не очень удобно. Более того, судя по всему, наиболее правильным системным расположением физических величин в системе ФВиЗ было бы размещение *электрического заря*да и *проводимости* по месту расположения фейнмановского *потенциального действия* (момента импульса). Однако пользоваться такой системой станет еще неудобнее. Сказанное подтверждает строение физического мира по принципу «всё во всём», но ради удобства изучения этого мира целесообразно все-таки пользоваться более простыми и наглядными моделями.

Попробуем теоретически посчитать и оценить характеристики предполагаемой ФВ *поток намагниченности* для атомных микрочастиц. Квантуемость линейного *элемента тока*, первоначально рассматривавшегося в системе вместо *потока намагниченности*, теоретически предсказана в работе [5]. Связь кванта линейного *элемента тока* с квантом *магнитного потока* была определена в таком виде

$$(Il)_{\text{КВ}} = 4\Phi_0 / \mu_0 \approx 6{,}58212 \cdot 10^{-9}\ \text{А·м}.$$

Если эту величину умножить на 0,5 радиуса электрона ($r_e/2$), то получим значение, в точности равное магнетону Бора [5]

$$(Il)_{\text{КВ}} r_e / 2 = 2\Phi_0 r_e / \mu_0 = \mu_{\text{Б}} \approx 9{,}27402 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Тл}.$$

Магнетон Бора представляет собой ФВ *магнитный момент*. Отсюда должно проистекать максимально возможное значение для *намагниченности* (объемной плотности магнитного момента). Если объем электрона принять величиной $4/3\,\pi r_e^3$, где r_e – классический радиус электрона, то максимальное значение для намагниченности ($J_{\text{мах}}$) получается примерно в 10^{20} А/м. Это огромная величина, которая должна характеризовать не только намагниченность, но и напряженность магнитного поля вблизи «северного» и «южного» магнитных полюсов свободного электрона. Отсюда можно оценить величину искомого кванта потока намагниченности

$$\Phi_{\text{J}} = J_{\max} \cdot \pi r_e^2 = \frac{3\mu_{\text{Б}}}{4\pi r_e^3} \pi r_e^2 = \frac{3\mu_{\text{Б}}}{4 r_e} \approx 2{,}46829 \cdot 10^{-9} \text{ А·м}.$$

Полученная величина *потока намагниченности* оказалась совсем небольшой, ее значение составляет ровно 3/8 от ранее приводившегося значения для $(Il)_{\text{КВ}}$. Теперь легко получить уравнения связи искомого кванта *потока намагниченности* с известным квантом *магнитного потока*

$$\Phi_{\text{J}} = \frac{3}{8}(Il)_{\text{КВ}} = \frac{3\Phi_0}{2\mu_0} \qquad \text{или} \qquad \Phi_0 = \frac{2}{3}\mu_0 \Phi_{\text{J}}.$$

Последняя формула выглядит предпочтительнее с точки зрения логики, хотя приводимые числовые коэффициенты могут вызывать сомнение. Согласно этой формуле то, что мы называем *магнитным потоком* в «материальной» форме можно представлять - как *поток намагниченности*, порождаемый реально (автор полагает, что и виртуально) существующими вещественными микрочастицами или их системами, обладающими *магнитными дипольными моментами*.

Вводя в обращение представление о *потоках намагниченности* - следует учитывать, что свойство *намагниченности* до сих пор было принято приписывать только материальным (вещественным) средам. В то же время магнитные потоки существуют как в вещественных средах, так и в свободном от вещества пространстве – вакууме. Внутри магнетиков вакуумная составляющая общей намагниченности по идее тоже должна быть, но ее трудно вычленить из общей намагниченности. Для обозначения магнитных потоков в свободном от вещества пространстве целесообразно ввести и использовать свое отдельное обозначение, например $\Phi_{\text{Н}}$. Поясним - почему так.

Многие ученые и их учебники до сих пор признают вектор $\vec{H}$ составным и «не имеющим физического смысла». В большинстве своем это реликт прошлых устаревших представлений о «магнитных зарядах», якобы создававших свое особое скалярное поле этого вектора. Сегодня все эти устаревшие представления опровергаются и теорией, и практикой. Можно привести множество источников, указывающих на то, что поле вектора $\vec{H}$ и его циркуляция не зависят от параметров среды [10, стр. 212; 11, стр. 271; 12, стр. 339].

В магнетизме наиболее близка к истине следующая формульная взаимосвязь трех магнитных векторов [13, 14]

$$\frac{\vec{B}}{\mu_0} = \vec{J} + \vec{H}.$$

В этом соотношении вектор *магнитной индукции* $\vec{B}$ выступает (при участии μ_0) как суммарный вектор, образуемый вещественной *намагниченностью* $\vec{J}$ и «намагниченностью» вакуума $\vec{H}$. При этом надо иметь в виду, что вблизи намагничиваемых сред (пара- и ферромагнетиков) вторая составляющая (вектор $\vec{H}$) в значительной мере определяется первой. Вещественный вклад в усиление (или ослабление) намагниченности окружающего вещество свободного пространства можно учесть и оценить - как

вторичное магнитное поле, порождаемое намагниченным веществом. Для стержневых тел вторичное магнитное поле имеет дипольный вид [13],

Использование термина «намагниченность вакуума» многие не разделяют, но иное более подходящее название трудно придумать. Вектор *напряженности* магнитного поля $\vec{H}$ идентичен привычной вещественной *намагниченности* по размерности, да и по физическому смыслу (объемная плотность магнитных дипольных моментов). Вещественную часть намагниченности пространства создают материальные частицы, а магнитное поле свободного пространства (намагниченность вакуума) создают виртуальные частицы. В существовании виртуальных частиц в современной физике почти не сомневаются, их присутствие предполагают всюду, даже внутри атомов. Представление о виртуальных частицах обязательно присутствует в современной теории квантовой электродинамики.

На основе последнего соотношения можно записать уравнение для магнитных потоков, пронизывающих определенную выделенную площадь

$$\frac{\Phi_{\text{В}}}{\mu_0} = \Phi_{\text{J}} + \Phi_{\text{Н}}.$$

Здесь потоки $\Phi_{\text{Н}}$ и Φ_{J} это потоки намагниченности, они идентичны по размерности. В то же время общеизвестный поток магнитной индукции $\Phi_{\text{В}}$ по размерности совсем иной, вполне возможно, что он мнимый. Поскольку данный поток системно относится к полевым электромагнитным величинам, то суммарным его можно называть лишь условно.

Если наличие квантуемости признавать за *магнитным потоком* Φ_0, то квантуемость первичных *потоков намагниченности* $\Phi_{\text{Н}}$ и Φ_{J} ставится под сомнение (эти потоки должны меняться в зависимости от среды). Разумным будет предположить, что верно обратное утверждение и квантуемость принадлежит составляющим $\Phi_{\text{Н}}$ и Φ_{J}.

На основании известного соотношения $B = \mu\mu_0 H$ системная связь кванта *магнитного потока* Φ_0 с квантом *потока намагниченности вакуума* $\Phi_{\text{Н}}$ в присутствии вещественной среды должна определяться выражением

$$\Phi_0 = \mu\mu_0 \Phi_{\text{Н}} .$$

В этом выражении $\Phi_{\text{Н}}$ и Φ_0 связаны прямо пропорционально через магнитную проницаемость среды $\mu\mu_0$, причём квант *потока намагниченности вакуума* $\Phi_{\text{Н}}$ видится здесь первичным, а известный квант магнитного потока Φ_0 вторичным.

Поскольку *магнитный поток* считается квантуемым (правда есть и иные мнения [15]), то квантуемость у первичной величины тоже должна быть, причем еще более ярко выраженной. Если продолжить наши рассуждения и далее в этом направлении, то можно предположить существование минимальной «длины» *потока намагниченности*, поскольку произведение *потока намагниченности* на *длину* (или *намагниченности* на *объем*) выражает ФВ *магнитный момент*. Тем самым мы приходим к взаимосвязи *потока намагниченности* с *магнитным дипольным моментом*, для электрона эта связь в числовой форме приводилась выше.

Из приводимых рассуждений проистекает возможный смысл физической величины и образ модельного представления кванта *потока намагниченности*. Квант этого потока видится как минимально возможный по диаметру поток (виртуальных) электронов с присущей им максимальной объемной плотностью магнитного момента. Минимальный поперечный размер *потока намагниченности* должен определяться удвоенным значением классического радиуса электрона или его комптоновской диной волны.

При удалении из этого потока отдельных электронов должны происходить разрывы потока намагниченности. Эти разрывы могут происходить под действием температуры и внешних воздействий. Очевидно, благодаря такому малому поперечному размеру потока электронов

электронные лучевые трубки (кинескопы) в старых телевизорах и осциллографах обладают высокой четкостью изображений. Возможно подобные потоки в виде сцепленных магнитов-электронов представляет собой и электрический ток в проводящих средах, о чём настойчиво говорит и пишет Ф.М. Канарёв [16], но современная официальная наука этой точки зрения не придерживается.

С системных позиций должно быть верным и другое формулируемое Канарёвым положение о существовании кванта «константы локализации» для микрочастиц (произведение массы на радиус или диаметр микрочастиц). В системе ФВиЗ константа локализации и квант элемента тока (квант потока намагниченности) если и не совсем одно и то же, то представляют собой физически очень близкие параметры.

На основе изложенных представлений сформированы и ниже приводятся данные по квантуемости параметров микрочастиц, входящих в состав атомов.

Таблица 1. Характеристики квантуемости атомных микрочастиц

Микрочас-тица	Комтоновская длина волны $\lambda_К = 2\pi r/\alpha$, м	Классический радиус микро-частицы r, м	Масса m, кг	Токовое выражение массы, А $I_m = 2\left(\frac{mc}{\alpha q_e \mu_0}\right)$	Константа локализации через классич. радиус, $mr = const$
Электрон	2,42631E-12	2,81794E-15	9,109390E-31	3,71753E+05	2,56697E-45
Протон	1,32142E-15	1,53471E-18	1,67262E-27	6,82595E+08	2,56699E-45
Нейтрон	1,31959E-15	1,53259E-18	1,67493E-27	6,83536E+08	2,56697E-45

Микрочас-тица	Квант линейного элемента тока $(Il)_{КВ} = I_г \cdot 2\pi r$, $(Il)_{КВ} \approx \frac{4\Phi_0}{\mu_0}$, А·м	Сила тока на классическом радиусе r $I_г = (Il)_{КВ}/r$, А	Сила тока на классическом радиусе через магнетоны $I_г = \frac{\mu_X}{\pi r^2}$, А	Сила тока на комптонов-ском радиусе $I_{\lambda_К} = (Il)_{КВ}/\lambda_К$, А	Сила тока на боровском радиусе $I_Б = (Il)_{КВ}/r_Б$, А
Электрон	6,58212E-09	3,71753E+05	3,71753E+05	4,31757E+02	1,97963E+01
Протон	6,58217E-09	6,82595E+08	6,82585E+08	7,92772E+05	
Нейтрон	6,58212E-09	6,83536E+08	6,84478E+08	7,93865E+05	

Микрочастица	Намагниченность через магнетоны, $J_1 = \frac{3\mu_X}{4\pi r^3}$, А/м	Поток намагниченности J_1, $\Phi_{J_1} = \frac{3\mu_X}{4r}$, А·м	Намагниченность через ток, $J_2 = \frac{3I_m}{4r}$, А/м	Поток намагниченности J_2, $\Phi_{J_2} = \frac{3I_m \pi r}{4}$, А·м	Возможная формула для потока Φ_J $\Phi_J = \frac{2\mu_X}{r}$ А·м
Электрон	9,89427E+19	2,46830E-09	9,89427E+19	2,46830E-09	6,58212E-09
Протон	3,33574E+26	2,46828E-09	3,33579E+26	2,46831E-09	6,58208E-09
Нейтрон	3,34962E+26	2,47170E-09	3,34501E+26	2,46830E-09	6,59119E-09

Примечание: В формулах таблицы обозначено: μ_X - магнетон Бора для электрона и ядерный магнетон для протона и нейтрона; r – классический радиус соответствующих микрочастиц; α - постоянная тонкой структуры. Числовые значения даны в формате Excel.

Данные таблицы 1 ясно указывают на объективное существование кванта *потока намагниченности*, единого для всех трех микрочастиц. Отсюда можно сделать вывод о возможной силовой взаимосвязи этих микрочастиц внутри атомов посредством (или за счет) *потоков намагниченности*.

Подтвердятся ли высказанные здесь идеи на практике – покажет будущее. Система ФВиЗ и расчетные данные позволяют надеяться на это. Первым шагом в этом направлении может стать опытное обнаружение влияния среды на измеряемую величину кванта магнитного потока Φ_0.

Не менее интересным для будущего представляется раскрытие физического смысла квантуемой величины, представляющей собой произведение *массы* на *длину*, называемой *константой локализации* [16]. Соотношение кванта этой ФВ во взаимосвязи с соседними в ряду ККВ константными величинами определяется достаточно простым выражением

$$mr = \frac{\mu_0 e^2}{4\pi}.$$

Вполне возможно, числовой коэффициент 4π лучше помещать в левую часть этого соотношения, но это должно найти своё подтверждение экспериментом.

Выводы.

1. С использованием размерностной системы физических величин показано, что полевая величина *магнитный поток*, представляющая собой

поток магнитной индукции, может интерпретироваться лишь как внешнее проявление (манифестация) другой физической величины *поток намагниченности*, системно принадлежащей к иной «материальной» группе электромагнитных величин.

2. Показано, что *поток намагниченности* обладает свойством квантуемости, причем этот параметр един для субатомных микрочастиц: электрона, протона и нейтрона. Данное свойство указывает на возможную силовую связь микрочастиц в атомах *потоками намагниченности*.

3. Показаны системное расположение и системные связи физической величины *поток намагниченности* с другими величинами, входящими в системный пояс квантуемых и константных величин. Весьма интересной физической величиной в этом системном сообществе является *константа локализации массы*.

Литература:

1. Миткевич В.Ф. Магнитный поток и его преобразования. АН СССР. 1946. 360 с. Изд. 2-е. – М.: ЛЕНАНД. 2016. – (Физико-математическое наследие: физика (электродтнамика)).

2. Чуев А.С. Полевые электромагнитные величины – фантом или реальность? // *Законодательная и прикладная метрология*. № 3, 2012. С. 71-75.

3. Чуев А.С. О системном и физическом делении электромагнитных величин, относимых традиционно к группе полевых. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2014, вып.7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-sistemnom-i-fizicheskom-delenii-elektromagnitnyh-velichin-otnosimyh-traditsionno-k-gruppe-polevyh (Дата обращения: 14.05.2023).

4. Чуев А.С. Системный подход в физическом образовании инженеров // *Наука и образование: электронное научно-техническое издание*. № 2, 2012. URL: http://technomag.edu.ru/doc/299700.html. (Дата обращения: 02.02.2012).

5. Чуев А.С. Физическая картина мира в размерности «длина-время». – М.: СИНТЕГ, 1999. 96 с.

6. Чуев А.С. О физической величине – поток намагниченности и системно ожидаемом ее свойстве квантованности «Инженерно-физические проблемы новой техники» // *Сборн. матер. XII Всерос. совещания-семинара, МГТУ им. Н.Э. Баумана 20-22 апреля 2016 г.* Стр. 36-39.

7. Чуев А.С. О новой системно предсказываемой физической величине - поток намагниченности. Труды девятой Всеросс. Конф. «Необратимые процессы в природе и технике». 25-27 января 2017 г. Часть II. М., МГТУ им. Н.Э. Баумана. Стр. 223-226.

8. Чуев А.С. Магнитное поле – какие векторы первичны и что мы измеряем? // *Законодательная и прикладная метрология*. № 6, 2012. С. 45-48.

9. Чуев А.С. Об измерении существующего и существовании измеримого (в электромагнетизме) // *Мир измерений*. № 1, 2016. С. 38-42.

10. Калашников С.Г. Электричество: Учебное пособие. 5-е изд. испр. и доп. – М., Наука. 1985. – 576 с.

11. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа. 1983. – 463 с.

12. Тамм И.Е. Основы теории электричества. Учеб. пособие для вузов. – 11-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 616 с.

13. Чуев А.С. Об истинных соотношениях в триадах векторов, используемых для описания электрических и магнитных полей // «*ЭЛЕКТРО*». № 2, 2015. Стр. 22-25.

14. Скворцов В.К. Физический смысл вектора электрического смещения и напряженности магнитного поля. Элементарный диск местной поляризации. Элементарная трубка местного намагничивания. *Инженерная физика*. № 9. 2015. Стр. 7-15.

15. Квантование магнитного потока в сверхпроводнике. URL: http://physiclib.ru/books/item/f00/s00/z0000062/st038.shtml (дата обращения 14.05.2023).

16. Канарёв Ф.М. Физхимия микромира. URL: http://www.vixri.ru/d/Kanarev%20F.M.%20_ch.1._NAChALO%20FIZXIMII%20MIKROMIRA.pdf (Дата обращения: 14.05.2023).