**Дискретность электромагнитных волн**

**Дискретность электрических и магнитных потоков**

Сложилась двойственная ситуация в физике - с одной стороны, из-за дискретности электрических и магнитных потоков индукции получается, что и электромагнитные волны, состоящие из этих потоков, также должны быть дискретными. С другой стороны, до сих пор существует миф, что нельзя объяснить причину дискретности электромагнитных волн.

*«Таким образом, фотоэффект необъясним с точки зрения волновой теории света.»*

*Курс физики. Т.И.Трофимова. 1998. С.378.*

Электромагнитные волны состоят из электрических и магнитных потоков, которые дискретны, и если бы вдруг оказалось, что электромагнитные волны не дискретны, вот тогда это было бы необъяснимо. Квантом электрического поля (потока) является квант количества электричества. Квантом магнитного поля (потока) является квант количества магнетизма. Квантом электромагнитного поля (потока) является квант количества электромагнетизма - фотон (электромагнитный квант).

*«... за время dt электромагнитное поле переместится на расстояние udt. Магнитный поток uBdt выйдет за пределы контура 0AMN, а электрический поток uDdt - за пределы контура 0QPT.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.2. С.16.*

Электромагнитное поле излучения состоит из двух движущихся потоков - электрического и магнитного. Получается, что если фотон - это квант электромагнитного потока излучения, то и состоять он должен из кванта электрического потока и кванта магнитного потока. Т.е. дискретность энергии электромагнитных потоков излучения (квантов света) - это следствие дискретности энергии электрических и магнитных потоков. В электромагнитной волне энергия электрического потока всегда равна энергии магнитного потока.

К сожалению, в учебной литературе слабо освещены вопросы, связанные с нестационарными электрическими и магнитными потоками и током смещения, отсюда иногда возникает непонимание при рассмотрении полевой структуры электромагнитных волн, поэтому постараюсь детально, насколько это возможно, рассмотреть электродинамику полевых процессов. Попытаюсь прочитать учебники как бы между строк, точнее между цитат, и проанализировать то, что из них логически вытекает, но скромно умалчивается.

Электрические поля излучения являются дискретными, так как дискретны вихревые электрические потоки. Единица электрического потока - кулон, где квантом является элементарный электрический заряд.

*«Электрическое поле излучения, в том числе поле в поперечных электромагнитных волнах, является чисто вихревым.»*

*Физическая энциклопедия. НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.*

*«Кулон - ... Единица потока электрического смещения (потока электрической индукции).»*

*Физическая энциклопедия. КУЛОН.*

*«Кулон - это количество электричества, ...»*

*Физика. В.Ф.Дмитриева. 2001. С.146.*

Электрический поток, представляя полевую форму материи, измеряется в кулонах. Кулон - это количество электричества (количество электрического потока). Единица кулон имеет дискретность, где элементарное количество электричества равно 1.602·10-19 Кл и представляет квант количества электричества. Магнитный поток, также представляя полевую форму материи, измеряется в веберах. Вебер - это количество магнетизма (количество магнитного потока). Электромагнитные волны состоят из определенного количества электричества и магнетизма, т.е. из электрических и магнитных потоков.

Поток электрического смещения (поток электрической индукции) измеряется в кулонах и представляет поток количества электричества, коротко - электрический поток. Электрическая индукция (Кл/м2) - это плотность потока количества электричества, коротко - плотность электрического потока. Квант количества электричества - элементарный электрический заряд, таким образом, квант заряда - это просто квант количества электричества. Аналогично, магнитный поток измеряется в веберах, представляя поток количества магнетизма. Т.е. электрический заряд обладает количеством электричества в виде электрического потока, магнит обладает количеством магнетизма в виде магнитного потока.

Электрический заряд, поток электрического поля, поток вихревого электрического поля, поток электрической индукции, поток электрического смещения, возмущение электрического поля - все измеряется в кулонах и по своей сути представляет электрический поток (различные формы проявления электрического потока). Все, что измеряется в кулонах, представляет количество электричества и обладает энергией электрического потока.

Электрический поток измеряется в кулонах и, так же как для зарядов, для электрических потоков действует закон сохранения. Т.е., если возникает поток в одном направлении, то, соответственно, возникает и поток в противоположном направлении. Если одно направление потока условно считать положительным, то противоположное будет отрицательным. Таким образом, если возникает поток, то, соответственно, возяникает и антипоток. Например, при продольном движении магнита у одного полюса возникает замкнутый электрический поток в одном направлении, а у другого в обратном.

Без представления об электрических и магнитных потоках нельзя обойтись при рассмотрении динамических полевых процессов, например, электромагнитных волн, когда электрических зарядов нет (нет заряженных частиц), но в пространстве происходит изменение полей, текут токи смещения - все это можно описать и рассчитать с помощью полевых потоков индукции. Единицы измерения: электрический поток - кулон, магнитный поток - вебер, ток смещения - ампер. Проще говоря, электрический поток - это количество электричества, магнитный поток - это количество магнетизма. Любой электрический ток связан с перемещением какого-то количества электричества (Кл/с). Например, не может быть тока смещения без движения электрических потоков, так же как не может быть тока проводимости без движения электрических зарядов. Электродинамика позволяет рассчитывать полевые процессы, даже если потоки индукции не связаны с заряженными частицами. Надо заметить, что в электродинамике под термином "поток индукции" не подразумевают реальное течение в виде потока - это такая же условность, как и другие термины, например, "поле" или "заряд", где нет ничего общего с сельским полем или пушечным зарядом. Возможно, некоторые термины не совсем удачные, так как создают ненужные ассоциации. Поток индукции - это количество индукции, а так как индукция является векторной величиной (напряженность имеет направление), количество индукции условно представляют в виде потока, хотя на самом деле там нет никакого реального течения. Такие векторные потоки чисто условно можно представить как "замороженные", так как в них нет течения. Стрелочки же на индукционных линиях указывают не течение, а направление индукции (возмущения), так как поток индукции - это поток вектора возмущения поля.

*«... называют потоком вектора напряженности электрического поля* ***E****, хотя с этим понятием и не связано никакое реальное течение.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.1. С.25.*

Всегда текут электрические токи проводимости и токи смещения (ток по-английски сurrent - текущий поток), а электрические заряды и потоки могут как покоиться, так и двигаться. Распространяется же электрический поток в пространстве всегда со скоростью света, представляя ток электрического смещения поля. Скорость распространения электрического потока зависит от среды, в которой движется поток. Например, при движении заряженной частицы вместе с ней движется электрический поток, который распространяется в пространстве со скоростью света, представляя ток электрического смещения поля Iсм = dФe/dt, где Фe - электрический поток (поток электрического смещения поля).

Из электродинамики следует, что элементарный электрический заряд представляет элементарный электрический поток, так как частица, имеющая элементарный электрический заряд, - это частица, имеющая элементарный электрический поток. При этом электрические потоки могут существовать самостоятельно, независимо от частиц, например, в виде вихревых электрических потоков, которые измеряются в кулонах, представляя количество электричества. Для сравнения: магнитные поля вообще не связаны с зарядами (нет магнитных зарядов), а количество магнетизма всегда представляет магнитный поток, который также является дискретным. Полевые потоки индукции представляют полевой вид материи, поэтому их дискретность является свойством полевой материи - все поля имеют квантовую природу.

*«... поле реально существует и в этом смысле, наряду с веществом, является одним из видов материи. Поле обладает энергией, импульсом и другими физическими свойствами.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.1. С.10.*

Поле может не иметь энергии, находясь в нулевом вакуумном состоянии, поэтому более точно: полевые потоки индукции обладают энергией (массой). Например, в вакууме потоки электрической индукции wэ = D2/20, потоки магнитной индукции wм = B2/20, потоки гравитационной индукции wг = -G2/8, где 0 - электрическая постоянная, 0 - магнитная постоянная,  - гравитационная постоянная, w - плотность энергии индукционного потока. Полевая энергия может быть как положительной, так и отрицательной, например, энергия гравитационного потока всегда имеет отрицательное значение, так как, чтобы уменьшить энергию гравитационного потока (по абсолютной величине), необходимо затратить энергию.

*«... энергия гравитационного взаимодействия отрицательна, ...»*

*О физике и астрофизике. В.Л.Гинзбург. 1995. С.123.*

Плотность полевой энергии в пространстве - это сумма плотностей энергии всех индукционных потоков:

wэмг = D2/20 + B2/20 - G2/8.

Поле едино - согласно единой теории поля, различаются же только потоки индукции поля, т.е. единое физическое поле может проявляться в виде различных потоков индукции - потока электрического возмущения поля, потока магнитного возмущения поля, потока гравитационного возмущения поля. Например, заряды образуют электрические потоки, движущиеся заряды - магнитные потоки. Согласно современным представлениям, состояние поля с наименьшей энергией (по абсолютной величине) называется вакуумом. Таким образом, физический вакуум надо рассматривать как универсальное единое поле, в котором могут возникать полевые потоки индукции - потоки возмущения поля, представляющие напряженность полевого пространства. Такое представление вакуума как универсальной полевой среды (полевого пространства) позволяет объяснить тот факт, что напряженность (возмущение) поля может существовать отдельно от частиц.

*«... вакуум является универсальной средой, в которой возбуждается электромагнитное поле.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.1. С.11.*

*«Единая теория поля - единая теория материи, ...»*

*Физическая энциклопедия. ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ.*

*«Очень важную роль играет состояние поля с наименьшей энергией, которое называется вакуумом.»*

*Физическая энциклопедия. ФИЗИКА.*

Таким образом, вакуум - это полевое пространство, в котором отсутствует напряженность (возмущение). Напряженность поля обладает энергией, соответственно, поток напряженности обладает массой. Векторные поля имеют направление вектора напряженности, поэтому для таких полей введено понятие "поток". Например, электрическая индукция - это плотность электрического потока Кл/м2, магнитная индукция - это плотность магнитного потока Вб/м2. Таким образом, под "индукцией поля" всегда подразумевается "плотность потока индукции поля".

*«Поток векторного поля - одно из понятий теории векторного поля.»*

*Математическая физика. Энциклопедия. ПОТОК.*

Векторное поле, в отличие от скалярного, всегда представляет поток возмущения. Т.е. все векторные поля - это потоки, поэтому более правильным термином является не "электрическое поле", а "поток вектора электрической индукции" или, короче, "электрический поток", также не "магнитное поле", а "поток вектора магнитной индукции" или, короче, "магнитный поток".

*«... поток вектора магнитной индукции, или, короче, магнитный поток Ф.»*

*Основы физики. Б.М.Яворский, А.А.Пинский. 2000. Т.1. С.540.*

Если не использовать термин "поток", то не всегда понятно - поле скалярное или векторное, например, электромагнитное поле осцилляторов - это скалярное поле, а электромагнитное поле излучения - векторное поле.

*«... электромагнитное поле может быть представлено как совокупность бесконечно большого числа гармонических осцилляторов.»*

*ОТФ. Квантовая механика. И.В.Савельев. 1996. Т.2. С.343.*

*«Электромагнитными волнами называются возмущения электромагнитного поля, распространяющиеся в пространстве.»*

*Справочник по физике. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. 1996. С.343.*

Т.е. электромагнитными волнами называются возмущения скалярного электромагнитного поля. Сами же распространяющиеся возмущения представляют векторные поля в виде электрических и магнитных потоков напряженности поля.

*«Скалярное поле - поле физическое, которое описывается функцией, в каждой точке пространства не изменяющейся при повороте системы координат.»*

*Физический энциклопедический словарь. СКАЛЯРНОЕ ПОЛЕ.*

*«Колебания таких полей переносят энергию и импульс с одного места пространства в другое, а квантовая механика утверждает, что эти волны собираются в пакеты, или кванты, которые наблюдаются в лаборатории как элементарные частицы. ... Слово "скаляр" означает, что эти поля не чувствительны к направлению в пространстве, в отличие от электрических, магнитных и других полей Стандартной Модели. Это открывает возможность таким полям заполнять все пространство, не противореча одному из наиболее доказанных принципов физики, согласно которому все пространственные направления одинаково хороши.»*

*Стивен Вайнберг. (Нобелевская премия по физике за 1979 год)*

Поле может находиться в двух состояниях, представляя скалярное или векторное поле. Невозбужденное состояние - это скалярное поле, так как нет напряженности и, соответственно, нет зависимости от поворота системы координат. Возбужденное состояние - это векторное поле, так как есть напряженность поля, которая имеет направление. Возбуждения поля образованы полевыми потоками индукции, представляющими напряженность (возмущение) поля. Например, состояние поля с наименьшей энергией, которое называется вакуумом, представляет скалярное поле, так как нет зависимости от поворота системы координат. Т.е. с точки зрения физики правильнее называть не "вакуумное состояние поля", а "скалярное состояние поля", тем самым подчеркивая, что такое поле не чувствительно к направлению в пространстве, в отличие от векторного. Таким образом, разделение поля на два состояния - вакуумное и возбужденное - это разделение на скалярное и векторное. Любой поток индукции представляет возмущение поля и всегда зависит от поворота системы координат. Скалярное состояние поля не имеет потока индукции. При возникновении потока индукции скалярное состояние поля переходит в векторное, так как возникает зависимость от направления в пространстве. Любая материя может находиться в возмущенном и невозмущенном состоянии. Таким образом, скалярное поле - это поле, где нет возмущения. Когда же возникает напряженность, такое состояние представляет векторное поле, так как поток напряженности имеет направление в пространстве. "Скалярное состояние поля", если коротко - "скалярное поле", также "векторное состояние поля", коротко - "векторное поле".

*«... у поля выявляются корпускулярные свойства, ...»*

*Физическая энциклопедия. ПОЛЯ ФИЗИЧЕСКИЕ.*

Все формы материи являются дискретными.

*«... разделение материи на две формы - поле и вещество - оказывается довольно условным.»*

*Физика. О.Ф.Кабардин. 1991. С.337.*

Потоки электрической индукции поля материальны, обладают энергией, массой и имеют дискретность (по сути представляют вещество). Движущиеся электрические потоки также обладают кинетической энергией - релятивистской массой, которая представляет магнитную энергию.

Вся энергия любого заряда находится в электрическом потоке, который измеряется в кулонах и представляет количество электричества. Таким образом, количество электричества - в виде заряда - представляет электрический поток. Движение электрического заряда - это движение электрического потока. Энергия любого количества электричества - это чисто энергия электрического потока. Частица, имеющая электрический заряд, - это частица, имеющая поток электрической индукции, измеряемый в кулонах. Поэтому можно считать, что электрически заряженная частица обладает не электрическим зарядом, а электрическим потоком, который чисто условно для удобства называется электрическим зарядом, при этом знаки **(+)** и **(-)** указывают направление потока относительно частицы.

*«За положительное направление силовой линии условились считать направление самого вектора* ***E****.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.1. С.11.*

Но не всегда направление потоков можно указать в виде знаков заряда (знаков направления потока). Например, если электрический поток - вихревой с замкнутыми силовыми линиями, то, хотя он также измеряется в кулонах, но его направление можно изобразить только графически, так как он замкнут - у него нет начала и конца, где можно было бы с помощью знаков **(+)** и **(-)** условно указать его направление. Аналогичная ситуация с магнитными полюсами - они также являются условностью и не всегда направление магнитного потока можно указать в виде магнитных полюсов, например, если магнитный поток круговой, то его направление можно изобразить только графически. Поэтому ошибочно считать, что у магнитного поля всегда есть полюса, а у электрического - знаки зарядов. Так как электрические заряды - это просто знаки **(+)** и **(-)**, введенные для указания направления потока, соответственно, эти знаки, условно называемые зарядами, не имеют ни энергии, ни массы, так как вся электрическая энергия (масса) находится в электрических потоках, которые представляют материальную суть заряда (это также относится и к магнитным полюсам).

*«Неотъемлемой характеристикой материи является энергия.»*

*Физика. В.Ф.Дмитриева. 2001. С.258.*

Плотность энергии электрического потока вокруг заряженной частицы w = q2/3202r4, где 0 - электрическая постоянная. Т.е. под электрическим зарядом всегда подразумевается материальный электрический поток. Например, частица, обладающая зарядом, - это частица, обладающая электрическим потоком (полем), а знак заряда - это просто указатель направления потока. Также суперпозиция полей - это суперпозиция потоков. Там, где нет электрических потоков, там нет электрических зарядов, так как знаки зарядов - это всего лишь указатели направления потока. Таким образом, получается, например, такая терминология: электрон имеет отрицательный электрический поток величиной в один квант потока (заряда) 1.602·10-19 Кл. Все, что измеряется в кулонах, связано с электрическими потоками и имеет дискретность. Квант электрического потока - элементарный электрический заряд. Вся энергия электрических зарядов и полей - это чисто энергия электрических потоков (плотность энергии электрического потока w = D2/20), т.е. там, где в пространстве имеется электрический поток, - там есть энергия. Таким образом, электрические потоки - это материальные образования, обладающие энергией и массой. Электрические потоки, представляя материальные образования, могут существовать как совместно с заряженными частицами, так и самостоятельно, независимо от частиц, в виде вихревых электрических полей. Вихревые электрические поля - это вихревые потоки электрического смещения поля, которые, представляя количество электричества, измеряются в кулонах. Квантом электрического потока является квант количества электричества (квант заряда), что наблюдается как дискретность вихревого электрического поля излучения. Таким образом, величина дискретности потока вихревого электрического поля - квант электрического заряда, т.е. вихревое электрическое поле является квантовым (дискретным, корпускулярным) - согласно современным представлениям, все поля имеют квантовую природу.

*«... элементарный заряд играет роль кванта, ...»*

*Фундаментальный курс физики. А.Д.Суханов. 1999. Т.3. С.7.*

Электрическое поле представляет поток электрического смещения, измеряемый в кулонах. Элементарный заряд играет роль кванта электрического поля. Т.е. дискретность электрических потоков - это один из важнейших законов электродинамики, который необходимо учитывать при рассмотрении полевых процессов. Закон можно сформулировать так: **не существует электрических полей (потоков), у которых величина электрического потока меньше, чем квант заряда, независимо от того, потенциальное поле или вихревое.** Таким образом, природу дискретности электрических зарядов можно объяснить дискретностью электрических потоков.

Электрические поля (потоки) - это один из видов материи и они могут существовать как совместно с частицами, представляя заряды, так и самостоятельно, независимо от частиц, в виде вихревых полей - вихревых потоков электрической индукции. Вихревые электрические потоки (поля) измеряются в кулонах и представляют количество электричества, которое не связано с частицами вещества.

*«Электрическое поле может быть как потенциальным, так и вихревым, ...»*

*Курс физики. Т.И.Трофимова. 1998. С.251.*

Надо заметить, что в пространстве средняя плотность потенциальных электрических потоков во много раз меньше, чем вихревых, например, электромагнитные волны - это вихревые поля (потоки). Получается, электрические поля (потоки), в основном, - это самостоятельно существующие материальные образования и только в относительно редких случаях они находятся вместе с частицами, представляя электрические заряды.

*«Вселенная еще заполнена и квантами света - фотонами, число которых около 500 в каждом кубическом сантиметре Вселенной, в миллиарды раз больше, чем протонов. Мир заполнен светом!»*

*Наука и жизнь. 2000. 2. С.26.*

*«... свет есть частный случай электромагнитных волн. От всех остальных электромагнитных волн свет отличается только количественно - длиной волны.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.2. С.18.*

Таким образом, электрические поля и частицы могут быть как вместе, так и по отдельности. При этом не может быть электрического заряда без электрического потока. Электрический же поток может существовать без заряда. Т.е. электрический заряд представляет электрическое поле, связанное с частицей, такое поле (поток) называется электростатическим (потенциальным). Свободные электрические поля (потоки), не связанные с частицами, называют вихревыми (непотенциальными).

*«Вихревое электрическое поле отличается от электростатического поля тем, что оно не связано с электрическими зарядами, ...»*

*Физика. О.Ф.Кабардин. 1991. С.189.*

Точнее, вихревые электрические потоки отличаются от электростатических потоков тем, что они не связаны с частицами вещества, так как электрические заряды - это электрические потоки, связанные с частицами. Зарядов без частиц не бывает, так как это уже будут свободные электрические потоки, которые не называются зарядами. Можно сказать, что заряды в свободном состоянии представляют вихревые электрические потоки, которые также измеряются в кулонах. Так как потенциальные электрические потоки отличаются от вихревых тем, что они всегда связаны с частицами, то их свойства, соответственно, также имеют определенные отличия, поэтому электрические потоки, связанные с частицами, называют зарядами, хотя можно обойтись и без термина "заряд", заменив его термином "поток". Например, с точки зрения электродинамики выражение "частица имеет электрический заряд" означает то же самое, что "частица имеет электрический поток" - все измеряется в кулонах. Таким образом, электрический заряд частицы - это поток количества электричества, где знаками **(+)** и **(-)** указывается направление потока относительно частицы. Аналогично, полюса магнита - также всего лишь указатели направления полевого потока. По сути магнитные полюса, вместо исторически сложившегося названия "северный" и "южный", можно называть "положительный" и "отрицательный" в зависимости от направления потока. Магнитные поля (потоки), так же как и электрические, могут быть либо связаны с вещественной материей, либо свободны от нее.

К сожалению, иногда еще приходится сталкиваться с идеалистическими предрассудками, когда электрические поля (потоки) обязательно связывают с заряженными частицами, т.е. как бы забывают про теорию близкодействия и материальность полей. Также до сих пор еще встречается заблуждение, что только электрические потоки, связанные с частицами, являются дискретными, а свободные от частиц электрические поля, представляющие вихревые потоки количества электричества, дискретности не имеют. Т.е. как бы забывают про современные квантовые представления, согласно которым все поля имеют квантовую природу. Квантовыми свойствами обладает любая форма материи - как вещественная, так и полевая.

Вихревое электрическое поле обладает энергией (массой), так же как и потенциальное электрическое поле, даже если оно чисто вихревое. Электрические поля, как статические (потенциальные), так и вихревые (непотенциальные), представляют потоки электрического смещения поля, измеряемые в кулонах и обладающие энергией. Электрический ток и электромагнитные волны - это движущиеся потоки электрического смещения поля. Например, движение зарядов - это движение электрических потоков, также излучение электромагнитных волн - это излучение электрических потоков. Движущиеся электрические потоки проявляются как магнитные потоки - релятивистский эффект (эффект движения) **B** = 0**[vD]**, где 0 - магнитная постоянная, **v** - скорость, т.е. движущийся электрический поток для покоящегося наблюдателя представляет магнитный поток, поэтому магнитные потоки также являются квантовыми (дискретными), как и электрические. Согласно квантовым представлениям, все поля (полевые потоки) - квантовые. Квантом электрического поля является квант электрического потока (заряда), квантом магнитного поля является квант магнитного потока, соответственно, квантом электромагнитного поля излучения является квант электромагнитного потока. Электромагнитная волна состоит из индукционно связанных потоков - электрического и магнитного, что представляет электромагнитный поток (электромагнитное возмущение), его размерность Кл·Вб. Величина кванта электромагнитного потока:

h = 2eФ0= 6.626·10-34 Кл·Вб,

где e - квант электрического потока (заряда) 1.602·10-19 Кл, Ф0 - квант магнитного потока 2.068·10-15 Вб. Энергия электромагнитного кванта:

W = 2eФ0v,

где v - частота, или:

W = 2eФ0/T,

где T - период кванта электромагнитного возмущения, т.е., чем больше плотность кванта (меньше период), тем больше его энергия. Объемная плотность энергии электромагнитного потока в вакууме w = cDB (w = EH/c), где D - плотность потока электрической индукции Кл/м2, B - плотность потока магнитной индукции Вб/м2 (сокращенно - электрическая и магнитная индукция или плотность электрического и магнитного потоков), c - скорость света. Т.е. объемная плотность энергии электромагнитного потока равна произведению плотности электрического потока на плотность магнитного потока и на скорость их распространения. Таким образом, чем меньше длина волны (меньше период), тем больше энергия кванта электромагнитного потока (фотона), так как увеличивается плотность потоков индукции. Например, длина волны уменьшилась в два раза, соответственно, плотность электрического и магнитного потоков возросла в четыре раза, следовательно, плотность энергии электромагнитного потока (w = cDB) возросла в шестнадцать раз, но эффективный объем электромагнитного возмущения уменьшился в восемь раз, отсюда - энергия кванта электромагнитного потока возросла в два раза, т.е. энергия растет обратно пропорционально длине волны, что соответствует экспериментальным данным.

*«... плотность энергии электромагнитного поля складывается из плотностей энергии электрического и магнитного полей.»*

*Физика. В.Ф.Дмитриева. 2001. С.258.*

Световые кванты - это движущиеся электрические и магнитные потоки.

*«... в бегущей плоской электромагнитной волне электрическая энергия в любой момент равна магнитной.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.2. С.18.*

Например, в дискретной электромагнитной волне - фотоне энергия электрического потока равна энергии магнитного потока:

Wэ = Wм = eФ0v,

т.е. электромагнитная энергия фотона:

W = Wэ + Wм = 2eФ0v.

Если E = hv - это формула "энергии фотона", то W = 2eФ0v - это формула "электромагнитной энергии фотона", так как в ней, вместо коэффициента пропорциональности постоянной Планка, используются электромагнитные постоянные. Если в формулах для фотона не использовать коэффициент пропорциональности (как исторически сложилось), то они принимают нормальный электродинамический вид.

« **[D]** = Кл/м2 , **[B]** = Вб/м2 »

Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.2. С.29.

**D** - это плотность электрического потока, **B** - плотность магнитного потока, соответственно, **[DB]** - плотность электромагнитного потока, его размерность Кл·Вб/м4 или кг/м2·с, что представляет плотность потока электромагнитной массы **[DB]** = mv, где m - плотность электромагнитной массы, v - скорость. Для сравнения: вектор Пойнтинга **S** = **[EH]** = wv представляет плотность потока электромагнитной энергии, где w - плотность электромагнитной энергии. Зная, что mv = DB = 00EH, mv/00 = EH, mv/00 = wv и c2 = 1/00, можно найти соотношение между плотностью электромагнитной массы и энергией m = 00w, w = mc2. В среде электродинамическое соотношение между энергией и массой имеет вид m = 00w = w/v2 и w = mc2/ = mv2, где  - диэлектрическая проницаемость среды,  - магнитная проницаемость среды, v - скорость распространения света в среде. Соответственно, импульс электромагнитной волны p = 00Wv = W/v, где W - электромагнитная энергия волны. Таким образом, соотношение W = Mc2 представляет лишь частный случай для вакуума. Т.е. соотношение между энергией и массой зависит от свойств среды, а формула W = Mc2 - всего лишь частный случай электродинамического соотношения M = 00W (формула электромагнитной массы), где масса, имея полевое происхождение, зависит от электромагнитной проницаемости среды. Согласно электродинамике, скорость света v = (00)-1/2 - это показатель электромагнитной проницаемости среды. Также надо заметить, что импульс электромагнитного кванта не p = W/c, как написано в некоторых учебниках, а p = 00Wv = W/v, т.е., как и у всех электромагнитных волн, он зависит от электромагнитной проницаемости среды. Длина волны электромагнитного кванта  = h/00Wv = hv/W. Электромагнитная масса фотона M = 002eФ0v, т.е., как и все электромагнитные волны, фотоны обладают электромагнитной массой. В электромагнитной волне масса электрического потока равна массе магнитного потока, соответственно, в фотоне Mэ = Mм = 00eФ0v

*«Фотон ... квант электромагнитного излучения.»*

*Физический энциклопедический словарь. ФОТОН.*

Точнее, фотон - квант электромагнитного потока излучения, так как электромагнитное излучение состоит из двух потоков - электрического и магнитного, представляя электромагнитный поток излучения.

*«Такое поле называется электромагнитным полем излучения. Это понятие охватывает радиоволны, световые волны, рентгеновские и гамма-лучи.»*

*Фундаментальный курс физики. А.Д.Суханов. 1998. Т.2. С.393.*

Точнее, такое поле называется электромагнитным потоком излучения, так как состоит из двух потоков - электрического и магнитного.

*«Существование кванта магнитного потока отражает квантовую природу явлений магнетизма.»*

*Физический энциклопедический словарь. КВАНТ МАГНИТНОГО ПОТОКА.*

Существование кванта электрического потока и кванта магнитного потока вытекает из обобщения экспериментальных фактов - всегда наблюдаются только дискретные потоки. Согласно современным представлениям, все поля как потенциальные, так и вихревые имеют квантовую природу. Надо заметить, что первоначально квантовые свойства были обнаружены у вихревых полей. Например, фотоны - это электромагнитные волны, состоящие из вихревых электрических и магнитных полей Wэ = Wм = hv/2, где Wэ - энергия вихревого электрического поля, Wм - энергия вихревого магнитного поля, h - постоянная Планка, v - частота фотона.

*«Количество электричества, единица - кулон (СИ)»*

*Волновые процессы. И.Е.Иродов. 1999. С.244.*

Количество электричества всегда является дискретным - в любом виде, а не только в виде электрического заряда.

Квантовая природа электрического поля проявляется не только в дискретности электрических токов, но и в дискретности электромагнитных волн, которые представляют дискретные вихревые потоки электрического смещения поля в один квант заряда в виде квантов электромагнитного потока излучения, т.е. фотоны - это вихревые электрические поля с потоком в один квант заряда и поэтому неделимы. Элементарный вихревой поток электрического смещения поля равен элементарному электрическому заряду, который неделим. Распространяющиеся вихревые потоки электрического смещения поля представляют токи электрического смещения поля, поэтому дискретные электромагнитные волны можно рассматривать как дискретные токи смещения поля (сила дискретного тока зависит от частоты волн).

*«Ток смещения Iсм = dФe/dt, где Фe - поток электрического смещения ...»*

*Справочник по физике. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. 1996. С.289.*

Любое изменение электрического поля (движение электрического потока) представляет ток электрического смещения Iсм = dФe/dt, где Фe - изменяющийся (движущийся) электрический поток. Движущийся поперечный электрический поток представляет ток смещения и, соответственно, магнитный поток, который перпендикулярен электрическому потоку, при этом их фазы совпадают, так как по сути это один движущийся поток ("вид сбоку"). Движущийся электрический поток представляет магнитный поток (релятивистский эффект **B** = 0**[vD]**), поэтому разделить их невозможно. Например, в фотоне движущийся со скоростью света квант электрического потока образует квант магнитного потока. Надо заметить, что ток смещения также можно рассматривать как релятивистский эффект, связанный с движением электрического потока. Иногда для наглядности условно рассматривают электромагнитную волну как возбуждение электрическим полем магнитного и наоборот, но тогда наблюдался бы сдвиг фаз, на самом деле электрический поток не возбуждает магнитный поток, так как при движении он сам является магнитным потоком - релятивистский эффект. Зная плотность движущегося электрического потока, можно, согласно **B** = 0**[vD]**, определить, какую плотность магнитного потока он представляет. В любой точке распространяющейся электромагнитной волны плотность электрической энергии равна плотности магнитной энергии, так как E = vB. Таким образом, в электромагнитной волне, состоящей из двух движущихся потоков - электрического и магнитного, не наблюдается процесс взаимовозбуждения потоков, они просто движутся синфазно, так как, согласно **B** = 0**[vD]**, представляют один движущийся поток. Движущийся электрический поток представляет как электрический ток смещения, так и магнитный поток.

*«... в электромагнитной волне векторы* ***E*** *и* ***B*** *всегда колеблются в одинаковых фазах, одновременно достигают максимума, одновременно обращаются в нуль.»*

*Физика. В.Ф.Дмитриева. 2001. С.259.*

*«В электромагнитной волне ... между мгновенными значениями E и B в любой точке существует определенная связь, а именно E = vB, ...»*

*Электромагнетизм. И.Е.Иродов. 2000. С.294.*

Если дискретны электромагнитные потоки, то, соответственно, дискретны и их составляющие - электрические и магнитные потоки. Например, фотон, представляя элементарный электромагнитный поток, состоит из кванта электрического потока и кванта магнитного потока. Только квантовое представление электродинамики полей и понимание того, что дискретными являются все электрические заряды, электрические возмущения, электрические токи, электрические и магнитные потоки дало возможность объяснять и рассчитывать квантовые электромагнитные процессы.

В результате анализа квантовых электрических и магнитных потоков и волновых свойств возмущений поля была обнаружена система в виде спектра устойчивых возбужденных состояний поля, которые по своим свойствам совпали со свойствами элементарных частиц, что привело к возникновению волновой теории строения элементарных частиц, где частицы материи представляют интерференционно-волновую картину квантового поля как квантованные волновые образования - возбужденные состояния поля.

*«Выявление определенной степени единства вещества и поля привело к углублению представлений о структуре материи.»*

*Физическая энциклопедия. ВЕЩЕСТВО.*

Т.е. различные формы дискретных потоков поля образуют материальные структуры, представляющие вещество, что в определенной степени отражает единство природы вещества и поля.

Алеманов Сергей Борисович