**Продольные электромагнитные волны**

**Элементарные полевые формы материи**

*«Всякое возмущение в пространстве распространяется со скоростью не выше скорости света.»*

*Основы физики. Л.А.Грибов, Н.И.Прокофьев. 1995. С.300.*

Волны - это распространяющиеся возмущения, которые состоят из разноименных областей, например, уплотнений и разрежений или гребней и впадин.

*«... состоит из чередующихся уплотнений и разрежений.»*

*Элементарный учебник физики. Г.С.Лансберг. 1995. Т.3. С.99.*

*«Волной называются распространяющиеся в пространстве возмущения состояния вещества или поля. Колебания вещества порождают упругую волну, а колебания электромагнитного поля - электромагнитную волну.»*

*Основы физики. Б.М.Яворский, А.А.Пинский. 2000. Т.2. С.62.*

Т.е. волны по определению - это колебания материальной среды в виде вещества или поля. Представление, что волны могут распространяться в пустоте, без материальной среды - это идеализм, так же как, например, представление, что заряды могут взаимодействовать без материального поля.

*«Волны, изменения состояния среды (возмущения), распространяющиеся в этой среде и несущие с собой энергию. ... Волны могут различаться по тому, как возмущения ориентированы относительно направления их распространения.»*

*Физический энциклопедический словарь. ВОЛНЫ.*

Волны представляют распространяющиеся колебания, т.е. волны не могут распространяться без промежуточной материальной среды из вещества или поля, совершающей колебания. Волны состоят из волновых возмущений, обладающих энергией. Ориентация возмущений (областей возмущения) бывает продольная или поперечная.

Продольно ориентированное возмущение (смещение):

 **(-)(+)**

Поперечно ориентированное возмущение (смещение):

 **(+)**

 **(-)**

Направление распространения:

 **--->**

Знаками **(+)** и **(-)** обозначены разноименные области возмущения.

Электрические токи имеют продольную ориентацию электрических возмущений поля. Например, переменный электрический ток смещения между концами проводников (обкладками конденсатора) представляет распространение продольных электрических возмущений поля. Также в волноводах могут распространяться волны как с поперечной, так и с продольной ориентацией электрических возмущений поля (TE, TM-волны). TM-волны - продольные электромагнитные волны, имеющие осевую симметрию относительно направления распространения, у них нет поляризации, как у поперечных волн, ориентация электрического смещения - продольная, ориентация линий магнитной индукции такая же, как у проводника с переменным током. Т.е. в волноводе, представляя продольную электромагнитную волну, течет переменный ток смещения - распространяются продольные электрические смещения поля. Движущиеся потоки электрического смещения поля (возмущения) измеряются в кулонах, а создаваемый ими ток электрического смещения - в амперах. Дискретность потоков электрического смещения поля проявляется как дискретность токов смещения.

*«Поток смещения, единица - кулон (СИ)»*

*Справочник по физике. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. 1996. С.562.*

*«При этом типе волны (TM-волна) ... электрическое поле имеет продольную составляющую.»*

*Антенны. С.И.Надененко. 1959. С.456.*

*«... электрическое поле в поперечно-магнитной волне непоперечно.»*

*Фундаментальный курс физики. А.Д.Суханов. 1998. Т.2. С.646.*

В TM-волнах (поперечно-магнитных волнах) всегда поперечны только линии магнитной индукции. Т.е. в TM-волне поток электрического смещения поля имеет продольную ориентацию, например, так же как у переменного тока проводимости, который представляет продольные электромагнитные колебания - продольные электромагнитные волны.

*«Распространение электромагнитных колебаний происходит в виде электромагнитных волн.»*

*Физическая энциклопедия. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.*

Продольные электромагнитные волны могут быть в виде переменного тока проводимости или тока смещения, где длина волны зависит от частоты колебания. Любой электрический ток, согласно электродинамике, всегда замкнут. Поэтому продольные электромагнитные волны всегда замкнуты независимо от того, представляют они переменный электрический ток проводимости или смещения.

Продольные электрические возмущения поля имеют продольную ориентацию электрического смещения, поперечные возмущения имеют только поперечную ориентацию электрического смещения. Электромагнитные волны (возмущения) - это распространяющиеся электрические смещения (переменные потоки электрического смещения поля - токи смещения). Скорость распространения продольных электромагнитных волн (переменного электрического тока) равна скорости распространения поперечных электромагнитных волн (света). Для распространения поперечных электромагнитных волн нужна диэлектрическая среда, для продольных - проводящая, например, по проводам могут бежать продольные электромагнитные волны, которые являются замкнутыми, так как ток, согласно законам электродинамики, всегда замкнут. В диэлектриках (вакууме) продольные электромагнитные волны могут распространяться только в волноводах или между концами проводников, так как в свободном состоянии они всегда являются замкнутыми, представляя замкнутые токи электрического смещения. Таким образом, диэлектрик является средой, где свободно могут распространяться только поперечные электромагнитные волны, при этом не имеет значения состояние диэлектрика - твердое, жидкое или газообразное. Можно сказать, что проводник не пропускает (экранирует) поперечные электромагнитные волны, а диэлектрик не пропускает продольные.

*«... нельзя было понять причину отсутствия у света продольных составляющих. Электромагнитная теория света эту трудность устранила.»*

*Основы физики. Б.М.Яворский, А.А.Пинский. 2000. Т.2. С.108.*

Т.е. отсутствие у света продольных составляющих объясняется тем, что в диэлектрике (вакууме) могут распространяться только поперечные электромагнитные волны.

*«С другой стороны, если световые волны - поперечны, то их носитель - эфир - должен обладать свойствами твердых тел. Попытка же наделить эфир свойствами твердого тела успеха не имела, так как эфир не оказывает заметного воздействия на движущиеся в нем тела.»*

*Курс физики. Т.И.Трофимова. 1998. С.318.*

Электродинамика устранила эти противоречия, доказав, что свет имеет электромагнитную природу. Электромагнитные волны - это не звуковые волны и для их распространения нет разницы, какое состояние среды - твердое, жидкое или газообразное - достаточно, чтобы среда обладала свойствами диэлектрика. Рассмотрение световых волн как электромагнитных возмущений, где вакуум представляет диэлектрик, позволило понять их физическую сущность и тем самым отпала необходимость в твердой среде, так как диэлектрики существуют в любом состоянии.

*«Диэлектриками являются все газы (неионизированные), некоторые жидкости и твердые тела.»*

*Физический энциклопедический словарь. ДИЭЛЕКТРИКИ.*

*«... в вакууме и диэлектриках произвольные возмущения электромагнитного поля распространяются в виде электромагнитной волны.»*

*Основы физики. Б.М.Яворский, А.А.Пинский. 2000. Т.2. С.107.*

Световые волны по своей сути представляют электромагнитные возмущения диэлектрической среды. Скорость распространения возмущений зависит только от диэлектрической и магнитной проницаемостей среды.

*«... скорость распространения электромагнитных волн - величина конечная. Она определяется электрическими и магнитными свойствами среды, в которой распространяется электромагнитная волна ... скорость распространения электромагнитной волны в вакууме: c = (00)-1/2 ...»*

*Физика. В.Ф.Дмитриева. 2001. С.259.*

*«... 0, 0 - проницаемости вакуума, ...»*

*Физическая энциклопедия. ИМПЕДАНС.*

Скорость света отражает свойство физического вакуума. Так как скорость света - это всего лишь показатель электромагнитной проницаемости среды и представляет скорость распространения электрических и магнитных потоков.

*«Поэтому с - скорость электромагнитных волн в вакууме.»*

*Справочник по физике. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. 1996. С.344.*

Точнее, скорость электромагнитных волн в физическом (электродинамическом) вакууме, так как в электромагнитной волне течет ток электрического смещения, который может течь только в диэлектрической среде (токи смещения материальны, обладают магнитной энергией и массой, так же как и любой электрический ток). Согласно электродинамике, вакуум обладает свойствами диэлектрика, что и позволяет использовать его для распространения поперечных электромагнитных волн.

Изменение потока электрического смещения поля в диэлектрике (вакууме), например, находящемся между обкладками конденсатора, представляет ток смещения Iсм = dФe/dt. Ток смещения, возникающий между концами проводников, при определенных условиях может начать распространяться самостоятельно в виде электромагнитных волн.

*«... согласно Максвеллу, через конденсатор "протекают" токи смещения, причем в тех участках, где отсутствуют проводники. ... на концах проводника обрывается лишь ток проводимости, а в диэлектрике (вакууме) между концами проводника имеется ток смещения, который замыкает ток проводимости.»*

*Курс физики. Т.И.Трофимова. 1998. С.249.*

Между концами проводников электрический ток течет в виде тока смещения, так как вакуум обладает свойствами диэлектрика. Токи смещения могут существовать самостоятельно без токов проводимости, при этом они всегда замкнуты.

*«В металлических проводниках имеются носители тока - электроны проводимости, которые могут под действием электрического поля перемещаться по всему проводнику.»*

*Справочник по физике. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. 1996. С.198.*

Представим два металлических шара, на одном из которых находится электрический заряд, образующий возмущение электрического поля. Если шары соединить проводником, то возникнет ток и электрическое возмущение поля распространится на другой шар. Без распространения возмущений поля нет тока, т.е. ток проводимости - это распространение со скоростью света электрических возмущений поля, сопровождаемое перемещением заряженных частиц по проводнику. Ток смещения (вакуумный) - это распространение возмущений поля без перемещения заряженных частиц, т.е. распространяющиеся электрические смещения поля. Ток смещения, представляя изменение потока электрического смещения поля, распространяется со скоростью света, обладает магнитной энергией и является такой же физической реальностью, как и поле. Например, если отключить напряжение с обкладок конденсатора в тот момент, когда между ними течет ток смещения, то, распространяясь со скоростью света как продольное возмущение поля, ток смещения, еще некоторое время продолжая течь, будет создавать на обкладках конденсатора электрическую напряженность поля. Там, где есть токи смещения поля, всегда присутствуют движущиеся (изменяющиеся) потоки электрического смещения поля, так как токи смещения - это распространяющиеся со скоростью света изменения потоков смещения, т.е. распространяющиеся электрические возмущения поля. Таким образом, любой электрический ток - это движение (распространение) электрических потоков. Надо заметить, что может возникать взаимная нейтрализация при наложении движущихся электрических потоков (возмущений), тогда в пространстве наблюдается только ток смещения без электрической напряженности поля (аналогия: ток в сверхпроводнике, где также нет электрической напряженности поля). В природе ток смещения распространен не меньше, чем ток проводимости, например, ток смещения течет в электромагнитных волнах.

*«Ток смещения входит в Максвелла уравнения на равных правах с током, обусловленным движением зарядов.»*

*Физический энциклопедический словарь. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК.*

*«... плотность тока смещения d****D****/dt складывается из "истинного" тока смещения 0d****E****/dt и тока поляризации d****P****/dt ...»*

*Электромагнетизм. И.Е.Иродов. 2000. С.286.*

Правильнее называть не "истинный" ток смещения, а "вакуумный" ток смещения, так как он течет в физическом вакууме, даже при полном отсутствии какого-либо вещества.

*«jсм = 0d****E****/dt называется плотностью тока смещения в вакууме.»*

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

*«Наличие токов смещения подтверждено экспериментально А.А.Эйхенвальдом, изучавшим магнитное поле тока поляризации, который, как следует из (138.3), является частью тока смещения.»*

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

Электрический ток смещения, так же как и ток проводимости, может быть постоянным (по направлению) или переменным. Например, если в диэлектрике связанные заряды смещаются сначала в одну, а потом в другую сторону - это переменный ток смещения. Если же связанные заряды одного знака, смещаясь, совершают круговое движение - это постоянный круговой электрический ток смещения, например, движение электронов по атомным орбитам. Ток проводимости же создается свободными электронами, которые не связаны с атомами. Например, в диэлектриках могут течь только токи смещения, а токи проводимости отсутствуют. Электрические токи всегда замкнуты, т.е., если обрывается ток проводимости, то он замыкается током смещения, и наоборот, если обрывается ток смещения, то он замыкается током проводимости. Ток проводимости всегда сопровождается определенным током смещения, поэтому полный ток равен сумме тока проводимости и тока смещения. Ток смещения же может существовать без тока проводимости, представляя замкнутый ток смещения, например, в виде вихревого электрического поля. Токи смещения - это распространение электрических возмущений поля, т.е. токи смещения всегда связаны с изменениями (колебаниями) поля. Свободные токи смещения (без токов проводимости) всегда текут по замкнутым орбитам, на которых укладывается целое число длин волн колебаний поля. Например, в электромагнитных волнах эффективный радиус, по которому течет ток смещения: r = /2, где  - длина электромагнитной волны.

*«Сумма же тока проводимости и тока смещения называется полным током. Его плотность* ***j****полн =* ***j*** *+ d****D****/dt. ... Токи проводимости, если они не замкнуты, замыкаются токами смещения.»*

*Электромагнетизм. И.Е.Иродов. 2000. С.284.*

Токи проводимости и продольные токи смещения - это распространяющиеся продольно ориентированные электрические возмущения поля. Поперечные электромагнитные волны - это распространяющиеся поперечно ориентированные электрические возмущения поля. Например, с помощью антенн можно преобразовать продольные возмущения в поперечные и наоборот, т.е. изменить ориентацию электрического смещения поля (изменить ориентацию потоков смещения поля). Электрические возмущения (потоки смещения) квантового поля всегда дискретны и кратны элементарному электрическому заряду (кванту заряда), поэтому электрический ток и электромагнитные волны всегда дискретны. Электрические возмущения бывают положительные, отрицательные или нейтральные, состоящие из двух разноименных областей возмущения. В зависимости от ориентации электрического смещения поля возмущение является продольным или поперечным.

Элементарная частица фотон (дискретная поперечная волна) - это поперечное возмущение, состоящее из двух разноименных областей возмущения в один квант заряда, где поток электрического смещения поля имеет поперечную ориентацию.

Продольные электрические возмущения поля представляют токи, а ток, согласно законам электродинамики, всегда является замкнутым, поэтому продольные электромагнитные волны существуют только в виде замкнутых токов смещения, которые также дискретны, но, в отличие от поперечных волн - фотонов, могут покоиться (так как замкнуты); они, как различные комбинации, образуют спектр остальных элементарных частиц. Например, электрон - это отрицательное электрическое возмущение поля в один квант заряда, образующее замкнутый электрический ток смещения. На то, что микрочастицы представляют дискретные замкнутые токи (волны), указывают также экспериментальные факты.

*«... замкнутые токи и связанные с ними магнитные моменты.»*

*Физическая энциклопедия. МАГНЕТИЗМ МИКРОЧАСТИЦ.*

*«... в экспериментах по рассеянию нейтронов в неоднородном магнитном поле было показано, что их магнитный дипольный момент имеет токовую, а не монопольную природу: нейтроны движутся под действием силы, характерной для рамки с электрическим током ...»*

*Физическая энциклопедия. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА.*

Таким образом, экспериментально установлено, что внутри элементарных частиц существуют замкнутые электрические токи, т.е. распространяются электрические возмущения поля, представляющие замкнутые токи смещения, которые могут создавать магнитные моменты. Магнитное поле - это движущийся электрический поток **B** = 0**[vD]**. Зная магнитный момент, можно вычислить эффективный радиус замкнутого тока смещения, например, в электроне:

Re = 2Me/ec = 3.9·10-13 м,

где Me - магнитный момент электрона, e - элементарный электрический поток (заряд), c - скорость электрического тока смещения (скорость движения электрического потока), где сила тока смещения:

Ie = ec/2Re = 19.8 А.

*«Максвелл приписал току смещения лишь одно - способность создавать в окружающем пространстве магнитное поле.»*

*Курс физики. Т.И.Трофимова. 1998. С.250.*

*«... нуклоны обладают сложной внутренней структурой, т.е. внутри них существуют электрические токи, ...»*

*Физический энциклопедический словарь. НЕЙТРОН.*

*«... элементарные частицы материи по своей природе представляют собой не что иное, как сгущения электромагнитного поля, ...»*

*А.Эйнштейн. Собрание научных трудов. М.: Наука. 1965. Т.1. С.689.*

То, что элементарные частицы имеют электромагнитную природу, было теоретически предсказано еще в начале прошлого века. Это вытекает из соотношения m = 00W, где 0 - электрическая постоянная, 0 - магнитная постоянная, т.е. масса представляет электромагнитную энергию поля. Таким образом, любая энергия материальна и обладает полевой массой. Например, кинетическая энергия представляет волновые возмущения поля.

*«Полная энергия света - это чисто кинетическая энергия, ...»*

*Фундаментальный курс физики. А.Д.Суханов. 1996. Т.1. С.121.*

Т.е. электромагнитные волны представляют кинетическую энергию, которая, согласно m = 00W, обладает полевой массой.

Согласно современной теории поля, частицы материи - это возбужденные состояния, но никто даже не попытался построить полевые модели элементарных частиц. Надо заметить, что аналогичная ситуация была с теорией поля Максвелла, когда, предсказав электромагнитные волны, он даже не попытался получить их экспериментально, хотя это не представляло особой сложности (что может быть проще вибратора Герца). На сегодня экспериментально установлены почти все основные свойства и характеристики элементарных частиц, а также хорошо изучены свойства полей. Элементарные частицы - это те же самые поля, только возбужденные, т.е. при желании без проблем можно представить полевые модели частиц в виде возбужденных состояний поля и сравнить, насколько свойства моделей совпадают с экспериментальными данными. Видимо, время еще не пришло для того, чтобы предпринимались хотя бы попытки сделать это.

*«Сам Максвелл не предпринимал попыток получить электромагнитные волны на опыте, хотя он и был не только величайшим теоретиком, но и первоклассным экспериментатором.»*

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

*«Связь массы и энергии. Первый вклад в этот вопрос внес Ф.Хазенерль, открывший соотношение между массой и энергией электромагнитного излучения. На основании формул релятивистской механики А.Эйнштейн логическим путем вывел аналогичное соотношение между механической массой и механической энергией, ...»*

*Математическая физика. Энциклопедия. РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЭФФЕКТ.*

*«Понятие электромагнитного импульса было введено Максом Абрагамом еще до возникновения теории относительности.»*

*Общий курс физики. Электричество. Д.В.Сивухин. 1996. Т.3. Ч.2. С.24.*

*«Существование импульса электромагнитного поля впервые было экспериментально обнаружено в опытах П.Н.Лебедева по измерению давления света (1899 - 1901).»*

*Физический энциклопедический словарь. МАКСВЕЛЛА УРАВНЕНИЯ.*

*«Импульс электромагнитного поля p = W/c, ... получим p = mc = W/c, откуда W = mc2. Это соотношение между массой и энергией электромагнитного поля является универсальным законом природы.»*

*Курс физики. Т.И.Трофимова. 1998. С.301.*

Т.е. вывод электродинамического соотношения W = mc2 между массой и энергией в электромагнитной волне не связан с теорией относительности, так как вытекает из электродинамики и был выведен, а также экспериментально проверен еще до возникновения теории относительности. Скорость распространения электромагнитных волн зависит от свойств диэлектрика, его диэлектрической и магнитной проницаемостей, поэтому соотношение также имеет материальный вид m = 00W, где масса представляет электромагнитную энергию поля и определяется через диэлектрическую и магнитную проницаемости физического вакуума.

*«... 0, 0 - проницаемости вакуума, ...»*

*Физическая энциклопедия. ИМПЕДАНС.*

*«... для вакуума: D = 0E, где 0 - электрическая проницаемость вакуума ...»*

*Физическая энциклопедия. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ.*

Взаимопревращения элементарных частиц ("сгустков электромагнитной энергии") - это переход одной формы электромагнитной энергии в другую, т.е. различные формы материи - это различные формы электромагнитной энергии, поэтому соотношение W = mc2 (W = m/00, m = 00W) между электромагнитной энергией и массой является универсальным законом природы.

*«... электромагнитный процесс превращения электрона и его античастицы - позитрона при их столкновении в электромагнитное излучение. ... материя в этом процессе не уничтожается, а лишь превращается из одной формы в другую.»*

*Физический энциклопедический словарь. АННИГИЛЯЦИЯ ПАРЫ.*

В данном электромагнитном процессе наблюдается превращение продольных электромагнитных волн в поперечные - потоки электрического смещения поля изменяют свою ориентацию с продольной на поперечную, т.е. одни электромагнитные частицы превращаются в другие электромагнитные частицы. Электрон имеет электрическое и магнитное поля, его спин рассчитывается через электромагнитные постоянные как круговое движение замкнутой продольной электромагнитной волны J = eФ0/2, где e - квант электрического заряда, Ф0 - квант магнитного потока. Комптоновская длина волны l = 2eФ0/mc и радиус r = eФ0/mc = 3.9·10-13 м, т.е. все свойства указывают на электромагнитную природу электрона.

*«Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую. ... Энергия покоя может переходить в другие виды энергии при превращениях частиц.»*

*Физический энциклопедический словарь. ЭНЕРГИЯ.*

*«... СТО создала предпосылки для того, чтобы считать электромагнитное излучение одной из форм материи, а световые кванты - реальными элементарными частицами.»*

*Физический энциклопедический словарь. ФОТОН.*

*«В таком подходе частицы выступают как возбужденные состояния системы (поля).»*

*Физическая энциклопедия. КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ.*

Все частицы материи, а не только фотоны, представляют электромагнитные волны (возмущения поля) и, как возбужденные состояния поля, обладают волновыми свойствами. Взаимопревращение элементарных частиц - это взаимопревращение электромагнитных волн, т.е. взаимопревращение полевых форм электромагнитной материи, которые обладают электромагнитной массой m = 00W.

*«С квантовой точки зрения элементарные возбуждения электромагнитного поля обладают всеми свойствами частиц.»*

*Курс физики. А.А.Детлаф, Б.М.Яворский. 2000. С.646.*

*«Итак, экспериментально было доказано существование особых электромагнитных квантов, или фотонов, как их впоследствии назвали.»*

*Квантовая физика. И.Е.Иродов. 2001. С.22.*

Элементарные возбуждения поля представляют электромагнитные кванты, где дискретны не только энергия и импульс, а также электрический поток, магнитный поток и ток смещения.

Любые возмущения поля являются материальными образованиями - обладают энергией (массой), а так как они дискретны, то их можно рассматривать как частицы материи.

Электромагнитные кванты (порции) с продольной или поперечной ориентацией возмущений являются устойчивыми образованиями за счет неделимости дискретных областей возмущения в один квант заряда. Дискретность возмущений является проявлением корпускулярных свойств поля.

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

*Физическая энциклопедия. ПОЛЯ ФИЗИЧЕСКИЕ.*

Т.е. поле дискретно - состоит из квантов. Дискретная положительная область электрического возмущения поля условно имеет избыток в один квант заряда, отрицательная - недостаток. Если где-то возникает область с избытком, то обязательно возникает и область с недостатком - дырка, тем самым выполняется закон сохранения заряда. Смещение квантов приводит к образованию разноименных областей возмущения поля, поэтому возмущения всегда связаны с токами смещения, т.е. электрическое смещение связано со смещением квантов поля. Процесс смещения квантов поля представляет ток электрического смещения как движущийся поток квантов поля. Согласно электродинамике, электрическое смещение (поляризованность диэлектрика) - это относительное смещение положительных и отрицательных электрических зарядов в электрически нейтральной среде Кл/м2. Электрическое смещение поля не распространяется мгновенно, изменения поля происходят последовательно от точки к точке (от кванта к кванту), в каждой следующей точке полевого пространства происходит смещение квантов поля, представляя ток электрического смещения. Электрическое смещение в виде вихревого электрического поля может распространяться самостоятельно, представляя электромагнитную волну, например, фотон - это распространяющееся поперечное смещение в один квант поля (заряда).

*«Взаимодействие при этом передается постепенно, от точки к точке, в таком измененном пространстве.»*

*Физическая энциклопедия. ПОЛЯ ФИЗИЧЕСКИЕ.*

Т.е. изменение полевого пространства происходит последовательно.

Согласно теории электромагнитного поля Максвелла, лежащей в основе электродинамики, электродинамический вакуум (полевое пространство) состоит из связанных электрических зарядов, т.е. с точки зрения электродинамики электрический ток смещения - это обычный ток поляризации (существование токов смещения подтверждено экспериментально). Любой ток - это кулоны в секунду (Кл/с), т.е. ток электрического смещения - это смещение количества электричества в виде связанных заряженных частиц в веществе или квантов поля в физическом вакууме.

*«Для обоснования добавочного члена в уравнении Максвелл постулировал аналогию между диэлектрической и механической упругой средами. Согласно этой аналогии, под действием приложенного электрического поля в диэлектрической среде происходит электрическое смещение (т.е. относительное смещение положительных и отрицательных электрических зарядов в электрически нейтральной среде), пропорциональное приложенному полю. Изменение во времени этого смещения представляет собой такой же электрический ток, как и ток проводимости.»*

*Физическая энциклопедия. СМЕЩЕНИЯ ТОК.*

*«Поляризованность, электрическое смещение - единица Кл/м2»*

*Справочник по физике. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. 1996. С.562.*

*«Этот эффект аналогичен поляризации диэлектрической среды внесенным в нее зарядом, что и обусловлено названием явления.»*

*Физический энциклопедический словарь. ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВАКУУМА.*

Поляризованность вакуума - единица Кл/м2. Любая поляризация представляет электрическое смещение заряженных частиц или квантов поля.

Вакуум является диэлектрической средой, т.е. кванты, смещаясь, находятся в связанном состоянии, поэтому могут распространяться поперечные возмущения поля, а токи всегда замкнуты. То, что вакуум является диэлектриком и в нем, так же как токи поляризации, могут течь токи электрического смещения, - это экспериментальный факт.

Согласно законам электродинамики, токи текут только по замкнутому пути, т.е. замкнутость - форма существования тока.

*«Полный ток, равный сумме тока смещения и тока проводимости, всегда является замкнутым.»*

*Физический энциклопедический словарь. МАКСВЕЛЛА УРАВНЕНИЯ.*

Т.е. является замкнутым, даже если имеется только ток смещения (без тока проводимости), например, в виде вихревого электрического поля. Все известные экспериментальные факты, где ток смещения наблюдается в свободном состоянии (без тока проводимости), подтверждают, что в свободном состоянии ток смещения всегда замкнут, т.е. течет по замкнутому кругу. При этом токи смещения всегда текут по орбитам, на которых укладывается целое число длин волн возмущений поля. Например, в поперечной электромагнитной волне эффективный радиус, по которому течет замкнутый электрический ток смещения: r = /2, где  - длина электромагнитной волны, т.е. орбита равна длине волны. Или другой пример: ток электрического смещения электронов в атоме, где также на орбитах всегда укладывается целое число длин волн возмущений поля (боровские орбиты), что, согласно принципу Гюйгенса, не создает излучения - парциальные волны, интерферируя, полностью гасят друг друга.

Любой переменный ток представляет волну, поэтому его надо рассматривать с учетом волновых свойств. Например, продольные переменные токи смещения представляют продольные электромагнитные волны. Токи всегда стремятся течь по кратчайшему пути, поэтому продольные электромагнитные волны замкнуты по минимуму - орбита равна длине волны (исключением является распространение продольных электромагнитных волн - TM-волн в волноводах). Замкнутость продольных электромагнитных волн не позволяет использовать их в радиосвязи.