

УДК 537.872

UDC 537.872

**МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СРЕДЕ****MECHANISM OF FORMATION AND
PROPAGATION OF WAVES IN THE
ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT**

Александров Борис Леонтьевич
доктор геолого-минералогических наук, профессор
по кафедре физики

Alexandrov Boris Leontievich
Doctor of geological-mineralogical Sciences, professor
of the Physics Department

*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Обсуждается вопрос сущности формирования и распространения волн в электромагнитной среде. Ставится под сомнение достоверность её описания Дж. Максвеллом в виде чередующихся электрического и магнитного полей. Обосновывается формирование электромагнитной волны в виде волны сжатия-разряжения в окружающем электромагнитном фотонном поле потоком фотонов разных частот, излучаемых различными источниками или антенной

We discuss the question of the essence of formation and propagation of waves in the electromagnetic environment. We have questioned the reliability of its description by J. Maxwell in the form of alternating electric and magnetic fields. The article justifies the formation of an electromagnetic wave in the form of a wave compression-decompression surrounding electromagnetic photon field flux of photons of different frequencies emitted by different sources or antenna

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ФОТОН, ИЗЛУЧЕНИЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВОЛНА

Keywords: ELECTROMAGNETIC FIELD, PHOTON, RADIATION, ELECTROMAGNETIC WAVE

В соответствии с [22], «колебания, возбуждаемые в какой-либо точке среды (твердой, жидкой или газообразной), распространяются в ней с конечной скоростью, зависящей от свойств среды, передаваясь от одной точки среды к другой. При изучении распространения колебаний среда рассматривается как сплошная, т.е. непрерывно распределенная в пространстве и обладающая упругими свойствами. Процесс распространения колебаний в сплошной среде называется волновым процессом (или волной). Частицы среды, в которой распространяется волна, не вовлекаются волной в поступательное движение, они лишь совершают колебания около своих положений равновесия. Вместе с волной от частицы к частице среды передаются лишь состояния колебательного движения и его энергия. Поэтому **основным свойством всех волн, независимо от их природы, является перенос энергии без переноса вещества.** Среди разнообразных волн, встречающихся в природе, выделяются: волны на поверхности жидкости, упругие и

электромагнитные волны. Упругими (или механическими) волнами называют механические возмущения, распространяющиеся в упругой среде. Упругие волны бывают продольные и поперечные. В продольных волнах частицы среды колеблются в направлении распространения волны, в поперечных – в плоскостях, перпендикулярных направлению распространения волны. Продольные волны могут возбуждаться в средах, в которых возникают упругие силы при деформации сжатия и растяжения, т.е. в твердых, жидких и газообразных телах. Поперечные волны могут возбуждаться в среде, в которой возникают упругие силы при деформации сдвига, т.е. в твердых телах. Механизм формирования и распространения упругих волн в прочном массиве горных пород достаточно глубоко изучен и широко используется на практике как основной метод в полевой геофизике – сейсморазведке [7]. Также хорошо изучены особенности распространения упругих волн в жидкой и газообразной средах. Важно отметить, что распространение упругих волн в газообразной среде существенно отличается от упругих волн в прочном массиве, так как молекулы, составляющие газовую среду, сами движутся не только в разных направлениях, но и с разными скоростями.

Основной задачей изучения волн является выяснение закона изменения во времени и пространстве физической величины, характеризующей волновое движение. Такой величиной служит смещение (S) малых по объему участков среды (частиц среды) относительно их положения равновесия. Зависимость S от пространственных координат и времени называется уравнением волны, т.е. $S=f(x,y,z,t)$.

Таким образом, в физике волнами называют всякое распространяющееся в пространстве возмущение состояния вещества или электромагнитного поля. Из этого следует, что есть электромагнитное поле, представленное электромагнитной средой в виде носителей этого поля – фотонов и в этом электромагнитном поле происходит возмущение

состояния составляющих частиц этого поля (т.е. фотонов) в виде волнового процесса. При этом движение каждого фотона представляет собой поперечную волну [1,2], но создаваемая в электромагнитном фотонном поле волна сжатия – разряжения должна быть продольная.

Принято считать [22], что одним из важнейших следствий теории Дж. Максвелла по электромагнетизму является существование электромагнитных волн, причем не волн, распространяющихся в электромагнитной среде, в электромагнитном поле, а именно существование электромагнитных волн. Этим подчеркивается, что движущаяся электромагнитная волна содержит в себе не просто информацию как об электрическом, так и о магнитном поле, но в ней происходят непрерывно преобразования вихревых ортогональных электрического (**E**) и магнитного (**H**) полей. Поэтому в однородной и изотропной среде вдали от зарядов и токов, создающих электромагнитное поле, из теории Максвелла следует [22], что векторы напряженностей **E** и **H** переменного электромагнитного поля удовлетворяют волновым уравнениям типа

$$\Delta E = \dots \quad (1) \quad \Delta H = \dots \quad (2)$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ -- оператор Лапласа, v - фазовая скорость.

При этом говорится [22], что «всякая функция, удовлетворяющая уравнениям (1) и (2), описывает некоторую волну» Из этой фразы следует, что волна должна одновременно описываться и уравнением (1) и

уравнением (2). Но насколько математически справедливо одну и ту же волну описывать одновременно двумя уравнениями, не связанными или не увязанными между собой. И далее [22]: «Следовательно, электромагнитные поля действительно могут существовать в виде электромагнитных волн». Как видим, распространение электромагнитных волн полностью отождествляется с распространением электромагнитного поля. Из этого не ясно, что первично: «электромагнитная волна», распространяющаяся в пространстве и формирующая электромагнитное поле или электромагнитное поле, в котором распространяется так называемая «электромагнитная волна»?

В соответствии с теорией Максвелла, для электромагнитной волны роль параметра S должны играть векторы напряженности электрического E или магнитного H полей, составляющих электромагнитное поле. Однако, как показано автором в статье «К вопросу излучения электромагнитных волн» [5], волны в фотонном электромагнитном поле не могут характеризоваться параметрами напряженностей электрического E и магнитного H полей, так как эти волны представляют состояние возмущения множества фотонов поля, движущихся в разных направлениях, но в данный момент оказавшихся в ограниченном пространстве, до которого дошел фронт волны. Этими параметрами напряженностей характеризуется движение каждого в отдельности фотона этого поля. Почему сегодня мы можем утверждать, что Дж. Максвелл пришел к неправильному пониманию сущности распространяемой волны в электромагнитном поле? Во-первых, не была ясна в те времена материальная сущность окружающего эфира, что именно он, состоящий из электромагнитных частиц фотонов, и создает всеобъемлющее электромагнитное поле. Во-вторых, Дж. Максвеллу не было понятно, каким образом переменное магнитное поле заставляет двигаться в проводнике заряды и создает индукционный ток. По

Максвеллу такой ток могло вызывать только электрическое поле. Поэтому он пришел к выводу, что переменное вихревое магнитное поле создает в окружающем пространстве переменное вихревое электрическое поле, которое взаимодействует с электрическими зарядами в проводнике и создает электрический ток в замкнутом контуре. В связи с этим он и высказал мысль, что замкнутый контур в этом случае выполняет лишь роль «прибора», фиксирующего наличие электрического поля. В-третьих, при всей гениальности Дж. Максвелла он не смог предсказать наличие в металлических проводниках электронов и их свойства. Электрон был открыт английским физиком Дж. Дж. Томсоном лишь в 1897 г. – в год смерти Дж. Максвелла. Теперь же установлено, что кроме заряда ($e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) и массы ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг), электрон обладает собственным механическим моментом - спином, равным $\frac{1}{2}$ (в единицах \hbar), и собственным спиновым магнитным моментом $\mu_e = -1,00116\mu_B$ (где

$$\frac{e\hbar}{2m_e}$$

$\mu_B =$ – магнетон Бора, являющийся единицей магнитного момента электрона). Понятие «размер электрона» не удается сформулировать непротиворечиво, хотя величину $r_0 = e^2/m_e \cdot c^2 \sim 10^{-11}$ см принято называть классическим радиусом электрона [25]. По нашим представлениям [1] отсутствие четкого понятия «размер электрона» обусловлено тем, что вокруг электрона вращаются фотоны и объем фотонного поля вокруг электрона зависит от температуры окружающей среды.

Становится понятно, что электрон взаимодействует с электрическим полем своим зарядом, а с магнитным полем - своим магнитным моментом. Поэтому гипотеза Дж. Максвелла о создании вихревым магнитным полем вихревого электрического поля в окружающем пространстве является не

состоятельной, также как и модель «электромагнитной волны», в которой происходит непрерывный переход электрического поля в магнитное и наоборот.

Авторитет Дж. Максвелла был очень велик и его гипотезы после эксперимента Герца воспринимались в ученом мире как неоспоримые. В связи с этим, становится понятным, почему вопросы не только излучения электромагнитных волн, но их формирования и распространения так неопределенно освещены в учебной литературе по «Физики» [8,9,10,11,12,13,16,17,18,19,21,22,23, 24, 26, 27, 29]. Кроме того, рассмотрение этих вопросов очень тесно связаны с концепцией «эфира», роль которого в физике неоднократно менялась.

Предпринимались многочисленные попытки обнаружить эфир, точнее «эфирный ветер». Решающий опыт, проведенный в 1887г А.Майкельсоном и Э. Морли [14], дал отрицательный результат. Предполагалось, что «эфирный ветер» пронизывает Земной шар и поэтому скорости распространения света вдоль и поперек движения Земли будут отличаться. Полученный отрицательный результат Дж. Бернал назвал «величайшим из всех отрицательных опытов в истории науки». На основании результата этого опыта принято считать, что окружающее Земной шар мировое пространство занято неподвижным эфиром и, следовательно, электромагнитные волны должны были бы распространяться в этом неподвижном мировом эфире. Следует обратить внимание на тот факт, что вместе с Землей движется в пространстве и не покидает её тепловое поле, которое поддерживается как поступлением фотонов от Солнца, так и из недр самой Земли. Причем температура, как объемная плотность фотонной энергии [1,6], сначала понижается до высоты 40 км, а в интервалах 50-70 км (мезосфера) и более 180 км (термосфера) отмечаются максимумы температуры [20]. Это тепловое поле

перемещается вместе с Землей в космическом пространстве, т.е. удерживается вокруг Земного шара, а не пронизывает его. Учитывая это, можно утверждать, что луч света, испускаемый в подвальном помещении в эксперименте А.Майкельсона и Э. Морли, т.е. в «гравитационной яме», не просто принадлежность Земли, а есть одна из её частичек и на скорость распространения луча света в этих условиях не должно было влиять его направление относительно направления движения Земли.

Таким образом, как отмечается в [28], возложив на «эфир» слишком многочисленные и противоречивые «обязанности», физики XIX века обрекли концепцию эфира на отмирание, что и произошло в начале XX столетия. Этому особенно поспособствовал Х.Лоренц [28]. Он первым догадался о том, что поле и вещество - принципиально разные формы материи. Поскольку эфир всегда рассматривался как некая вещественная среда, то в результате поля были отделены и от эфира. Освободив его от функции переносчика взаимодействий, Х. Лоренц тем не менее приложил существенные усилия к сохранению идеи эфира в качестве выделенной неподвижной системы отсчета. Это и тезис о невозможности наблюдать «эфирный ветер» А.Эйнштейн положил в основу частной теории относительности в 1905 г. Так зародившиеся в рамках концепции эфира полевые представления постепенно заменили собой старую идею эфира.

Считается [22 и др.], что *«следствием теории Дж. Максвелла является поперечность электромагнитных волн: векторы напряженностей электрического E и магнитного H полей волны взаимно перпендикулярны и лежат в плоскости, перпендикулярной вектору v скорости распространения волны (рис.1) (рисунок такой волны демонстрируется практически во всех учебниках по физике). Из уравнений Дж. Максвелла также следует, что в электромагнитной волне*

векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} всегда колеблются в одинаковых фазах (рис.№1), причем мгновенные значения \mathbf{E} и \mathbf{H} в любой точке связаны соотношением

$$\sqrt{\epsilon\epsilon_0} E = \sqrt{\mu\mu_0} H. \quad (1)$$



Рис.1. Моментальная «фотография» плоской электромагнитной волны по Дж. Максвеллу

Следовательно, \mathbf{E} и \mathbf{H} одновременно достигают максимума, одновременно обращаются в нуль и т.д.» И далее: «Возможность обнаружения электромагнитных волн указывает на то, что они переносят энергию. Объемная плотность ω энергии электромагнитной волны складывается из объемных плотностей электрического $\omega_{эл}$ и магнитного ω_m полей:

$$\omega = \omega_{эл} + \omega_m = \epsilon\epsilon_0 E^2/2 + \mu_0 H^2/2 \quad (2)$$

Учитывая выражение (1), получим, что плотности энергии электрического и магнитного полей в каждый момент времени

одинаковы, т.е. $\omega_{эл} = \omega_m$. Поэтому $\omega = 2 \omega_{эл} = \varepsilon \varepsilon_0 E^2 = \sqrt{\varepsilon \varepsilon_0} \cdot \sqrt{\mu \mu_0} E \cdot H$

(3)

Однако, если **E** и **H** одновременно достигают максимума, одновременно обращаются в нуль и т.д., то, следовательно, полная объемная плотность ω энергии электромагнитной волны периодически должна то достигать максимального значения, то нулевого и т.д. Это противоречит всеобъемлющему в природе закону сохранения энергии. Поэтому представление о конструкции электромагнитной волны не соответствует действительности, а уравнения Дж. Максвелла, из которых вытекают такие представления о конструкции электромагнитной волны, не отражают реальность природы так называемой «электромагнитной волны».

Кроме того, принято считать, что следствием теории Максвелла является **поперечность электромагнитных волн**: векторы **E** и **H** напряженностей электрического и магнитного полей волны взаимно перпендикулярны и лежат в плоскости, перпендикулярной вектору **v** скорости распространения волны, причем векторы **E**, **H** и **v** образуют правовинтовую систему. В этом случае при явлении поляризации светового луча, представленного множеством цугов излучения в разных плоскостях, на выходе из поляризатора выходил бы луч света, содержащий либо только электрическую составляющую поля, либо только магнитную составляющую поля. Однако из поляризатора выходит поляризованный, но электромагнитный луч.

Поперечность направления векторов **E** и **H** напряженностей электрического и магнитного полей проявляется в каждом движущемся фотоне, однако эти векторы лежат в одной плоскости [1,2]. При этом надо исходить из того, что в каждом движущемся фотоне происходят переходы электрической энергии в магнитную энергию и наоборот и что полная

энергия в цуге электромагнитного излучения или объемная плотность энергии должны все время оставаться постоянной и равной либо максимальной энергии электрической составляющей волны, либо максимальной энергии магнитной составляющей волны. Это условие будет соблюдаться только в том случае, если принять, что электрическая и магнитная составляющие электромагнитной волны цуга излучения сдвинуты по фазе на $\pi/2$, т.е.

$$E = E_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0), \quad H = H_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0 + \pi/2) \quad (4)$$

В этом случае единое выражение, описывающее волну в целом можно представить в виде закона сохранения постоянства объемной плотности «w» энергии электромагнитной волны цуга излучения, складывающейся из электрической и магнитной составляющих.

$$w = w_{эл} + w_{м} =$$

$$= \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 \cos^2(\omega t - kx + \varphi_0) + \frac{1}{2} \mu_0 H_0^2 \cos^2(\omega t - kx + \varphi_0 + \pi/2)$$

(5)

Для доказательства принципиального различия в характере распространения света и звука, т.е. электромагнитных и упругих волн в воздухе, например в учебнике по физики [23], ссылаются на такой пример: « Свет способен пересекать огромные пространства и, в частности, легко перемещаться в пустоте. В этом отношении свет резко отличается от звука, так как звук может распространяться от источника к нашим ушам не иначе, как через вещественные среды, например через воздух, воду, сталь и т.д. Различие между распространением света и звука можно иллюстрировать простым лабораторным опытом. Электрический звонок и небольшая

электрическая лампочка подвешиваются на проволоках под стеклянным колоколом, из под которого можно откачивать воздух. При откачке воздуха звук, издаваемый звонком, постепенно ослабевает и после откачки почти совершенно не слышен. Если бы на свет откачка оказывала такое же действие, мы наблюдали бы постепенное потемнение колокола. На самом деле видимость этих предметов остается такой же, как до откачки». Однако в этом примере [23] не отмечается, что создавая вакуум и снижая концентрацию молекул воздуха под стеклянным колоколом, мы не снижаем концентрацию фотонов под колоколом, т.е. электромагнитного фотонного поля. И, кроме того, если бы мы смогли снизить концентрацию фотонов под колоколом путем понижения температуры, фотоны излучаемого света все равно дошли бы до наших глаз, так как они могут распространяться самостоятельно в «фотонном вакууме». Поэтому, если бы где-то во Вселенной был бы «фотонный вакуум», то луч света от какой-то звезды пересекал бы это пространство с присущей для диапазона частот этого луча скоростью. В реальной действительности всё пространство во Вселенной между планетами, звездами, галактиками заполнено *подвижным мировым эфиром* в виде движущихся в различных направлениях фотонов, т.е. электромагнитных монохроматических волн различной частоты. Даже в самых удаленных уголках Вселенной пространство заполнено фотонами, которые создают температуру минимум до 3°К.

Чтобы понять, как волны сжатия-разряжения в электромагнитном поле воздействуют на электроны в антенне, надо осознать, как эти волны пронизывают твердые и жидкие тела и распространяются дальше.

Мы знаем, что волны сжатия-разряжения в электромагнитном поле или «электромагнитные волны» проходят не только через газовую среду, но также через жидкую и твердую среду и воздействуют на антенну, расположенную внутри помещения. Если антенну вынести за пределы

помещения и разместить на крыше здания, прием передачи будет более уверенный, четкий. Следовательно, проникновение «электромагнитной волны» через стены здания снижает энергию волны. Это происходит потому, что часть энергии волны затрачивается на колебания валентных электронов вещества стены через их фотонные орбитали. Точно также волны сжатия-разряжения через фотонные орбитали электронов антенны воздействуют на сами электроны и заставляют их колебаться, что создает переменный электрический ток в открытом колебательном контуре антенны.

Следовательно, первоосновой всего является фотонное электромагнитное поле, в котором могут находиться молекулы газа на больших расстояниях друг от друга, формируя газовую среду из молекул отдельных газов или из молекул разных газов типа воздуха. При увеличении давления и концентрации молекул газа, они начинают взаимодействовать и образуется жидкое состояние из этих молекул. Но их взаимодействие также происходит в фотонной электромагнитной среде и эти фотоны не только вращаются вокруг всех частиц атомов, включая ядра и валентные электроны, но находятся и в свободных пространствах между атомами и молекулами. В твердом состоянии атомы своими валентными электронами прочно взаимодействуют друг с другом, но это также происходит через фотонные оболочки вокруг валентных электронов. Даже электроны в самом атоме с нуклонами ядра взаимодействуют через фотонные оболочки. Поэтому в любом агрегатном состоянии вещества в основе есть фотонное поле, в котором атомы и молекулы находятся либо на достаточно больших расстояниях, либо на очень близких, но во всех случаях взаимодействия атомов на любых расстояниях осуществляются в фотонном поле и через фотонные оболочки. В результате этого, электромагнитные волны могут переходить из вакуума в газовую среду, жидкую или твердую среду, распространяясь в

фотонных оболочках атомов и переходя из одной среды в другую и перемещаясь дальше.

В фотонном электромагнитном поле разными излучающими устройствами одновременно создается множество упругих электромагнитных волн и они одновременно воздействуют на фотоны электронов всех приемных антенн, но усиливаются и регистрируются конкретным приемным устройством лишь те волны, частоты которых совпадают с собственной частотой колебательного контура этого приемного устройства, т.к. только эти частоты вступают в резонанс. Поэтому излучаемый каким-либо источником свет (электромагнитные излучения в видимой части спектра) или электромагнитные излучения в других диапазонах частот, хотим мы этого или не хотим, распространяются в этом подвижном электромагнитном поле (подвижном эфире), создавая волны сжатия-разряжения. В фотонном электромагнитном поле окружающей среды одновременно движется в разных направлениях множество фотонов разной частоты и все они одновременно участвуют в формировании волны сжатия-разряжения в электромагнитном поле под воздействием излучаемых антенной фотонов.

Следовательно, в электромагнитном поле происходит распространение возмущений в виде волн, но не «электромагнитная волна» по Дж. Максвеллу, в которой происходят вроде бы распространение взаимно связанных электрического и магнитного вихревых полей. Таким образом, первично наличие электромагнитного поля в окружающей среде, в которой происходит распространение возмущений в виде волн. Как следует из вышесказанного, не только для упругих волн в твердой, жидкой или газообразной среде, но и для волн в электромагнитной фотонной среде формирование и распространение волн должно быть идентично.

В связи с этим, просматривается большая аналогия между распространением волн в электромагнитном подвижном фотонном эфире и упругих звуковых волн в газовой среде, где молекулы, составляющие газовую среду, сами движутся не только в разных направлениях, но и с разными скоростями. Поэтому, важно рассмотреть общие особенности распространения как упругих звуковых волн в газовой среде, так и упругих волн в электромагнитной фотонной среде, так как эти обе среды представлены подвижными частицами.

Выводы

1. Электромагнитное поле – это пространство, занятое электромагнитными частицами-фотонами. В фотонном электромагнитном поле окружающей среды одновременно движется в разных направлениях множество фотонов разной частоты и они одновременно участвуют в формировании волны сжатия – разряжения в этом поле под воздействием излучаемых антенной фотонов или другими источниками излучения (лампами накаливания и т.д.).

2. В любом агрегатном состоянии вещества первоосновой является фотонное поле, в котором находятся атомы и молекулы, причем во всех случаях упругое взаимодействия атомов на любых расстояниях осуществляется в фотонном поле и через фотонные оболочки. Поэтому в электромагнитной среде волны могут переходить из вакуума в газовую, жидкую или твердую среду, распространяясь в них дальше.

3. Волны в электромагнитном фотонном поле пронизывают твердые и жидкие тела, воздействуя на фотоны, вращающиеся вокруг электронов, и передают волну сжатия-разряжения дальше. Таким образом, через фотоны

вещества передается упругая электромагнитная волна. Точно также волны в электромагнитном фотонном поле через фотонные орбитали электронов воздействуют на сами электроны в антенне и заставляют их колебаться, т.е. двигаться с разными частотами и это создает электрический ток.

4. Основной задачей изучения волн является выяснение закона изменения во времени и пространстве физической величины, характеризующей волновое движение. Как следует из вышесказанного, не только для упругих волн в твердой, жидкой или газообразной средах, но и для волн в электромагнитной фотонной среде такой величиной служит смещение (S) малых по объему участков среды (частиц среды) относительно их положения равновесия. Зависимость S от пространственных координат и времени называется уравнением волны, т.е. $S=f(x,y,z,t)$. Это справедливо и для электромагнитной волны. Волны в фотонном электромагнитном поле не характеризуются параметрами напряженностей электрического E и магнитного H полей. Этими параметрами характеризуется движение каждого в отдельности фотона этого поля.

5. Модель «электромагнитной волны», являющаяся следствием теории Дж. Максвелла, не соответствует реальности и, следовательно, уравнения Дж. Максвелла описывают не существующую волну.

6. Так как основным свойством волны является перенос энергии без переноса вещества, то в случае распространения волны в пространстве полного вакуума, т.е. в отсутствии в нем фотонов, движение цуга в виде волнового процесса необходимо представить в виде общей энергии электрической и магнитной составляющих этого цуга фотона.

Литература

1. Александров Б. Л., Родченко М.Б., Александров А.Б. Роль фотонов в физических и химических явлениях. г. Краснодар, «Печатный двор Кубани», 2002 г, 543 с.

2. *Александров Б.Л.* К вопросу природы света и модели фотона. Труды Кубанского государственного аграрного университета, вып.№1(22), 2010, с.152-157.

3. *Александров А.Б., Александров Б.Л., Курзин Н.Н.* К вопросу взаимосвязи электрических и магнитных полей в электрическом колебательном контуре. Труды Кубанского государственного аграрного университета, вып.№3(36), 2012, с.308-312.

4. *Александров Б.Л., Александров А.Б., Родченко М.Б.* Фотоны – источник различных форм энергии в природе. Энерго - и ресурсосберегающие технологии и установки. Материалы научной конференции факультетов механизации, энергетики и электрификации КГАУ, г.Краснодар, 2005 г.

5. *Александров Б.Л.* К вопросу излучения электромагнитных волн / Б.Л. Александров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). – IDA [article ID]: 0981404074. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/74.pdf>, 1,250 у.п.л.

6. *Александров Б. Л., Александров А.Б., Родченко М.Б.* Температура вещества. Труды КГАУ, вып. 381(409) «Применение электротехнических устройств в АПК», г.Краснодар 2000 г.

7. *Бондарев В.И.* Сейсморазведка. Екатеринбург, Информационно-издательский центр, -2007, 700с.

8. *Бутиков Е.И., Кондратьев А.С.* Физика в двух томах. Том 2, Электродинамика, Оптика, Москва, «Физматиздат», 2004,336 с.

9. *Грабовский Р.И.* Курс физики (для сельскохозяйственных институтов). Издание пятое, переработанное и дополненное. Москва, «Высшая школа», 1980, 607 с.

10. *Грабовский Р.И.* Курс физики. Издание восьмое, стереотипное. Санкт-Петербург-Москва-Краснодар, 2005, 607 с.

11. *Детлаф А.А., Яворский Б.М.* Курс физики, 4-е издание, исправленное. Москва, «Академа», 2003, 720 с.

12. *Кингсеп А.С., Локишин Г.Р., Ольхов О.А.* Основы физики. Курс общей физики. Том 1. Москва, «Физматлит», 2001, 558 с.

13. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика в десяти томах. Том IV-Квантовая электродинамика. (В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П. Питаевский), Издание четвертое, исправленное. Под редакцией Л.П.Питаевского., Москва, «Физматлит», 2002, 719 с.

14. *Майкельсон А., Морли Э.* Об эфирном ветре.С.512-523. Пер. с нем. в сб. под ред. Г.М. Голина и С.Р. Филоновича «Классики Физической науки», Москва, «Высшая школа», 1989, 575 с.

15. *Максвелл Дж.К.* Динамическая теория электромагнитного поля. С.479-485. Пер. с нем. в сб. под ред. Г.М. Голина и С.Р. Филоновича «Классики Физической науки», Москва, «Высшая школа», 1989, 575 с.

16. *Орир Дж.* Физика в двух томах, том 2, перевод с английского под редакцией Е.М.Лейкина. Москва, «Мир»,1981, 622 с.

17. *Ремизов А.Н., Потапенко А.Я.* Курс физики, 2-е издание, стереотипное. Москва, «Дрофа», 2004,720 с.

18. *Савельев И.В.* Курс физики в трех томах. Том 2 «Электричество, колебания и волны, волновая оптика. Москва, «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1989, 462 с.

19. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики в пяти томах, том III Электричество, Издание четвертое, стереотипное, Москва, «Физматлит», МФТИ, 2004, 654 с.

20. *Соловьев В.А., Соловьева Л.П.* Глобальная экология (экология геосфер Земли). Учебное пособие., Краснодар, 2005, 422 с.

21. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. Издание одиннадцатое, исправленное и дополненное. Москва, «Физматлит», 2003, 615 с.

22. *Трофимова Т.И.* Курс физики. Издание шестое, стереотипное. Москва, «Высшая школа», 2000г, 542 с.

23. *Физика*, Часть II - Оптика и волны. Перевод с английского под редакцией А.С.Ахматова. Москва, Издательство «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, 1973, 399 с.

24. *Физика*, Часть IV - Электричество и строение атома. Перевод с английского под редакцией А.С.Ахматова. Москва, Издательство «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, 1974, 527 с.

25. *Физический энциклопедический словарь*. Москва, «Советская энциклопедия», 1984, 944 с.

26. *Фэйнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике в девяти томах, том 3, Излучение, волны, кванты. Издательство «Мир», Москва, 1977, 495 с.

27. *Эллиот Л., Уилкокс У.* Физика. Перевод с английского под редакцией проф. А.И.Китайгородского, Издание третье, исправленное. Москва, Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1975, 734 с.

28. *Энциклопедия для детей.* «Аванта». Физика. Часть вторая. Электричество и магнетизм, Термодинамика и квантовая механика, Физика ядра и элементарных частиц. Москва. Мир энциклопедий Аванта+, Астрель. 2008.-432 с.

29. *Яворский Б.М., Детлаф А.А.* Курс физики, том III, Волновые процессы, оптика, атомная и ядерная физика. Москва, «Высшая школа», 1967, 553 с.

References

1. Aleksandrov B. L., Rodchenko M.B., Aleksandrov A.B. Rol' fotonov v fizicheskikh i himicheskikh javlenijah. g. Krasnodar, «Pечатnyj dvor Kubani», 2002 g, 543 s.

2. Aleksandrov B.L. K voprosu prirody sveta i modeli fotona. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, vyp. №1(22), 2010, s.152-157.

3. Aleksandrov A.B., Aleksandrov B.L., Kurzin N.N. K voprosu vzaimosvjazi jelektricheskikh i magnitnyh polej v jelektricheskom kolebatel'nom konture. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, vyp. №3(36), 2012, s.308-312.

4. Aleksandrov B.L., Aleksandrov A.B., Rodchenko M.B. Fotony – istochnik razlichnyh form jenerгии v prirode. Jenergo - i resursosberegajushhie tehnologii i ustanovki. Materialy nauchnoj konferencii fakul'tetov mehanizacii, jenergetiki i jelektrifikacii KGAU, g. Krasnodar, 2005 g.

5. Aleksandrov B.L. K voprosu izlucheniya jelektromagnitnyh voln / B.L. Aleksandrov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №04(098). – IDA [article ID]: 0981404074. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/74.pdf>, 1,250 u.p.l.

6. Aleksandrov B. L., Aleksandrov A.B., Rodchenko M.B. Temperatura veshhestva. Trudy KGAU, vyp. 381(409) «Primenenie jelektrotehnicheskikh ustrojstv v APK», g. Krasnodar 2000 g.

7. Bondarev V.I. Sejsmorazvedka. Ekaterinburg, Informacionno-izdatel'skij centr, -2007, 700s.

8. Butikov E.I., Kondrat'ev A.S. Fizika v dvuh tomah. Tom 2, Jelektrodinamika, Optika, Moskva, «Fizmatizdat», 2004, 336 s.

9. Grabovskij R.I. Kurs fiziki (dlja sel'skohozjajstvennyh institutov). Izdanie pjatoe, pererabotannoe i dopolnennoe. Moskva, «Vysshaja shkola», 1980, 607 s.

10. Grabovskij R.I. Kurs fiziki. Izdanie vos'moe, stereotipnoe. Sankt-Peterburg-Moskva-Krasnodar, 2005, 607 s.
11. Detlaf A.A., Javorskij B.M. Kurs fiziki, 4-e izdanie, ispravlennoe. Moskva, «Akadema», 2003, 720 s.
12. Kingsep A.S., Lokshin G.R., Ol'hov O.A. Osnovy fiziki. Kurs obshhej fiziki. Tom 1. Moskva, «Fizmatlit», 2001, 558 s.
13. Landau L.D., Lifshic E.M. Teoreticheskaja fizika v desjati tomah. Tom IV- Kvantovaja jelektrodinamika. (V.B. Beresteckij, E.M. Lifshic, L.P. Pitaevskij), Izdanie chetvertoe, ispravlennoe. Pod redakciej L.P. Pitaevskogo., Moskva, «Fizmatlit», 2002, 719 s.
14. Majkel'son A., Morli Je. Ob jefirnom vetre. S.512-523. Per. s nem. v sb. pod red. G.M. Golina i S.R. Filonovicha «Klassiki Fizicheskoy nauki», Moskva, «Vysshaja shkola», 1989, 575 s.
15. Maksvell Dzh.K. Dinamicheskaja teorija jelektromagnitnogo polja. S.479-485. Per. s nem. v sb. pod red. G.M. Golina i S.R. Filonovicha «Klassiki Fizicheskoy nauki», Moskva, «Vysshaja shkola», 1989, 575 s.
16. Orir Dzh. Fizika v dvuh tomah, tom 2, perevod s anglijskogo pod redakciej E.M. Lejkina. Moskva, «Mir», 1981, 622 s.
17. Remizov A.N., Potapenko A.Ja. Kurs fiziki, 2-e izdanie, stereotipnoe. Moskva, «Drofa», 2004, 720 s.
18. Savel'ev I.V. Kurs fiziki v treh tomah. Tom 2 «Jelektrichestvo, kolebanija i volny, volnovaja optika. Moskva, «Nauka», Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoy literatury, 1989, 462 s.
19. Sivuhin D.V. Obshhij kurs fiziki v pjati tomah, tom III Jelektrichestvo, Izdanie chetvertoe, stereotipnoe, Moskva, «Fizmatlit», MFTI, 2004, 654 s.
20. Solov'ev V.A., Solov'eva L.P. Global'naja jekologija (jekologija geosfer Zemli). Uchebnoe posobie., Krasnodar, 2005, 422 s.
21. Tamm I.E. Osnovy teorii jelektrichestva. Izdanie odinnadcatoe, ispravlennoe i dopolnennoe. Moskva, «Fizmatlit», 2003, 615 s.
22. Trofimova T.I. Kurs fiziki. Izdanie shestoe, stereotipnoe. Moskva, «Vysshaja shkola», 2000g, 542 s.
23. Fizika, Chast' II - Optika i volny. Perevod s anglijskogo pod redakciej A.S. Ahmatova. Moskva, Izdatel'stvo «Nauka» Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoy literatury, 1973, 399 s.
24. Fizika, Chast' IV - Jelektrichestvo i stroenie atoma. Perevod s anglijskogo pod redakciej A.S. Ahmatova. Moskva, Izdatel'stvo «Nauka» Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoy literatury, 1974, 527 s.
25. Fizicheskij jenciklopedicheskij slovar'. Moskva, «Sovetskaja jenciklopedija», 1984, 944 s.
26. Fejnman R., Lejton R., Sjends M. Fejnmanovskie lekcii po fizike v devjati tomah, tom 3, Izluchenie, volny, kvanty. Izdatel'stvo «Mir», Moskva, 1977, 495 s.
27. Jelliot L., Uilkoks U. Fizika. Perevod s anglijskogo pod redakciej prof. A.I. Kitajgorodskogo, Izdanie tret'e, ispravlennoe. Moskva, Izdatel'stvo «Nauka», Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoy literatury, 1975, 734 s.
28. Jenciklopedija dlja detej. «Avanta». Fizika. Chast' vtoraja. Jelektrichestvo i magnetizm, Termodinamika i kvantovaja mehanika, Fizika jadra i jelementarnyh chastic. Moskva. Mir jenciklopedij Avanta+, Astrel'. 2008.-432 s.
29. Javorskij B.M., Detlaf A.A. Kurs fiziki, tom III, Volnovye processy, optika, atomnaja i jadernaja fizika. Moskva, «Vysshaja shkola», 1967, 553 s.