

РАЗЛОЖЕНИЕ ПУЧКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Кочетков Виктор Николаевич

ViktKochetkov@yandex.ru

vnkochetkov@gmail.com

vnkochetkov@rambler.ru

<http://www.matphysics.ru>

В статье на примере перегруппирования отдельных элементов узконаправленного пучка монохроматического светового излучения рассматривается разложение электромагнитного излучения на составляющие.

PACS number: **03.30.+p**

Содержание

- 1. Введение (1).**
- 2. Основные определения и предлагаемые упрощения (2).**
- 3. Неизменность ориентации объекта, имеющего постоянные объем и размеры, не вращающего и не двигающегося ускорено, в любой инерциальной системе отсчета (3).**
- 4. Механическая модель (3).**
- 5. Оптическая модель (5).**
- 6. Заключение (11).**
- Список литературы (11).**

1. Введение

Основываясь на положениях волновой оптики, принципе относительности Галилея и определении инерциальных систем отсчета, в

статье на примере перегруппирования отдельных элементов узконаправленного пучка монохроматического светового излучения рассматривается разложение электромагнитного излучения на составляющие.

2. Основные определения и предлагаемые упрощения

Для рассмотрения движения электромагнитной энергии с учетом работ [1], [2], [3], [4], [5] введем следующие дополнительные определения:

- передний волновой фронт - множество всех точек пространства, которых достиг колебательный процесс в данный момент времени;
- задний волновой фронт - множество всех точек пространства, в которых прекратился колебательный процесс в данный момент времени;
- длина пространства, охваченного колебательным процессом, - расстояние между передним и задним волновым фронтом.

С целью упрощения допустим, что:

- электромагнитная энергия распространяется в пространстве в виде световых волн,
- пространство, внутри которого распространяется световая энергия, - вакуум;
- энергия, излучаемая неподвижным источником A , распространяется в пространстве в виде узконаправленного пучка $\mathbf{0}$ монохроматического светового излучения, имеющего круглое поперечное сечение с диаметром d_0 ;
- световое излучение ограничено во времени, и поэтому пучок $\mathbf{0}$ имеет длину L_0 (длина пространства, охваченного колебательным процессом), несоизмеримо большую чем длина λ_0 светового излучения источника A ;
- диаметр d_0 поперечное сечение пучка $\mathbf{0}$ несоизмеримо мал по сравнению с длиной L_0 пучка $\mathbf{0}$,
- площадь волнового фронта пучка $\mathbf{0}$ (порядка $\pi d_0^2/4$) несоизмеримо мала по сравнению с площадью боковой поверхности пучка $\mathbf{0}$ (порядка $\pi d_0 L_0$),
- имеются две инерциальные системы отсчета $O_0x_0y_0z_0$ и $Oxyz$, оси

которых x_0 и x находятся на одной линии, а оси y_0 и y , z_0 и z соответственно параллельны, причем система отсчета $Oxyz$ движется относительно системы отсчета $O_0x_0y_0z_0$ со скоростью v , направление которой совпадает с направлением оси x_0 ;

- продольная ось пучка θ светового излучения всегда находится в плоскости $O_0x_0y_0$;

- пучок θ световой энергии без изменения физических свойств может быть разделен в продольном направлении на отдельные составляющие - элементы (части) $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n$, которые могут существовать самостоятельно.

3. Неизменность ориентации объекта, имеющего постоянные объем и размеры, не вращающегося и не двигающегося ускорено, в любой инерциальной системе отсчета

Если допустить, что в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$ имеется изолированный симметричный объект:

- обладающий габаритными размерами (т.е. не точечный объект),
- движущийся без ускорения,
- не вращающийся вокруг своего центра.

То, исходя из определения инерциальной системы отсчета и с учетом принципа относительности Галилея этот объект не может изменить своей ориентации в пространстве при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.

4. Механическая модель

Вариант 1.

Допустим, что имеется пулемет P , неподвижный в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$:

- стреляющий в одном постоянном направлении пулями $g_1, g_2, g_3, \dots, g_s$, представляющими собой цилиндры диаметром d и длиной l , причем длина l

значительно больше диаметра d ;

- каждая из пуль $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ вылетает из ствола однонаправленно со скоростью C , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , через интервал времени Δt , т.е. интервал расстояния между пулями составит Δl_p ;

- за время ΔT было выпущено s пуль, которые будут двигаться в виде потока θ , представляющего из себя цилиндрическое пространство с длиной L_0 , диаметром d и продольной осью, параллельной оси x_0 .

Продольные оси всех пуль $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будут всегда находиться на одной линии с продольной осью потока θ .

В потоке θ все пули $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будут двигаться последовательно одна за другой.

Вариант 2.

Если этот пулемет P установить на платформе, движущейся в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$ со скоростью V_p , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , то из пулемета P :

- пули $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будут вылетать (из ствола) последовательно и однонаправленно со скоростью $C+V_p$, вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , через интервал времени Δt ;

- за время ΔT было выпущено s пуль, которые будут двигаться в виде потока θ_p , представляющего из себя цилиндрическое пространство с длиной L_0 , диаметром d и продольной осью, параллельной оси x_0 .

Продольные оси всех пуль $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будут всегда находиться на одной линии с продольной осью потока θ_p .

В потоке θ_p все пули $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будут двигаться последовательно одна за другой.

Вариант 3.

В случае, если пулемет P установить на платформе, движущейся в

инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$ со скоростью V_p , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , а продольную ось ствола пулемета P будет составлять угол α с осью x_0 , то из пулемета P :

- пули $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будут вылетать из ствола последовательно и однонаправленно со скоростью C_l , вектор которой будет составлять угол α_l с осью x_0 , через интервал времени Δt ;

- за время ΔT было выпущено s пуль.

Причем центры всех пуль будут постоянно находится на одной линии G_{lp} , составляющей угол β с осью x_0 и постоянно перемещающейся параллельно самой себе со скоростью $V_p \sin \beta$.

Ось каждой из пуль $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$ будет находится под углом γ к линии G_{lp} .

Все пули $g_1, g_2, g_3, \dots g_s$, выпущенные из ствола пулемета P за время ΔT будут двигаться в виде полосы I_p , представляющей из себя узкий параллелепипед с длиной L_{lp} , шириной l_{lp} и продольной осью в виде линии G_{lp} .

То есть в случае, когда пулемет P движется, а также стреляет под углом к направлению своего движения, пули будут лететь не потоком одна за другой, а полосой параллельно друг другу.

5. Оптическая модель

Вариант 1.

Допустим, что имеется источник A монохроматическое светового излучения, неподвижный в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$, у которого:

- излучаемая световая энергия движется в пространстве в виде узконаправленного пучка θ , имеющего круглое поперечное сечение с диаметром d_0 ;

- световое излучение происходило в течении интервала времени ΔT и

пучок $\mathbf{0}$ имеет длину L_0 (длина пространства, охваченного колебательным процессом);

- световая энергия движется со скоростью C , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , и заключена в пространстве, которое представляет собой цилиндр с диаметром d_0 и длиной L_0 ;

- каждый элемент $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ пучка $\mathbf{0}$ движется поступательно с постоянной скоростью C_0 (равной скорости C), вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 и находится на линии, проходящей через продольную ось пучка $\mathbf{0}$.

Продольные оси всех элементов $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ будут всегда находиться на одной линии с продольной осью пучка $\mathbf{0}$.

В пучке $\mathbf{0}$ все элементы $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ будут двигаться последовательно один за другим.

Вариант 2.

Если источник A установить на платформе, движущейся в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$ со скоростью V , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 и однонаправлен вектору скорости C (движения световой энергии из источника A), то из источника A :

- излучаемая световая энергия будет двигаться в пространстве в виде узконаправленного пучка $\mathbf{0}_1$, имеющего круглое поперечное сечение с диаметром d_0 ;

- световое излучение будет происходить в течении интервала времени ΔT и пучок $\mathbf{0}_1$ будет иметь длину $L_0 - (C_0 \Delta T)$ (длина пространства, охваченного колебательным процессом);

- световая энергия будет двигаться со скоростью C , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , и заключена в пространстве, которое представляет собой цилиндр с диаметром d_0 и длиной $L_0 - (C_0 \Delta T)$;

- каждый элемент $\mathbf{0}_{11}, \mathbf{0}_{12}, \mathbf{0}_{13}, \dots, \mathbf{0}_{1n}$ пучка $\mathbf{0}_1$ движется поступательно с

постоянной скоростью C_0 (равной скорости C), вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 и находится на линии, проходящей через продольную ось пучка O_1 .

Продольные оси всех элементов $O_{11}, O_{12}, O_{13}, \dots, O_{1n}$ будут всегда находиться на одной линии с продольной осью пучка O_1 .

В пучке O_1 все элементы $O_{11}, O_{12}, O_{13}, \dots, O_{1n}$ будут двигаться последовательно один за другим.

Вариант 3.

В случае, если источник A установить на платформе, движущейся в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$ со скоростью V , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , а излучение световой энергии будет направлено под углом α к оси x_0 , то из источника A :

- излучаемая в течении интервала времени ΔT световая энергия будет двигаться в пространстве со скоростью C_{1p} , вектор которой однонаправлен оси x_0 и составляет с ней угол α , в виде полосы 1_p , представляющей из себя узкий параллелепипед с длиной L_{1p} , шириной I_{1p} и продольной осью в виде линии G_{1p} ;

- полоса 1_p будет иметь ширину I_{1p} (длина пространства, охваченного колебательным процессом).

Про элементы $1_{1p}, 1_{2p}, 1_{3p}, \dots, 1_{np}$ полосы 1_p можно сказать следующее:

- все элементы $1_{1p}, 1_{2p}, 1_{3p}, \dots, 1_{np}$ полосы 1_p будут двигаться последовательно друг за другом поступательно с постоянной скоростью C_{1p} , вектор которой однонаправлен оси x_0 и составляет с ней угол α ;

- продольные оси всех элементов $1_{1p}, 1_{2p}, 1_{3p}, \dots, 1_{np}$ будут постоянно находиться под углом γ к продольной оси G_{1p} полосы 1_p ;

- передний и задний волновой фронт и волновые поверхности каждого из элементов $1_{1p}, 1_{2p}, 1_{3p}, \dots, 1_{np}$ будут иметь размер порядка d_{1p} и перемещаются поступательно с постоянной скоростью C_{1p} , вектор которой однонаправлен

оси x_0 и составляет с ней угол α ;

- центры всех элементов $1_{1p}, 1_{2p}, 1_{3p}, \dots, 1_{np}$ полосы 1_p в любой момент времени будут находиться на одной линии, совпадающей с продольной осью G_{1p} полосы 1_p ;

- направление движения элементов $1_{1p}, 1_{2p}, 1_{3p}, \dots, 1_{np}$ не перпендикулярно плоскости волнового фронта полосы 1_p , а находится к ней под углом γ .

О полосе 1_p можно сказать следующее:

- продольной осью G_{1p} полосы 1_p будет всегда находится под углом β к оси x_0 ,

- волновой фронт, все волновые поверхности и продольная ось G_{1p} полосы 1_p будут перемещаться параллельно себе со скоростью $V \sin \beta$.

То есть в случае, когда источник A , движется, а также излучает световую энергию под углом к направлению своего движения, элементы, составляющие эту световую энергию, будут перемещаться в пространстве не пучком один за другим, а полосой параллельно друг другу.

Вариант 4.

Допустим, что, как в варианте 1 оптической модели, имеется источник A монохроматическое светового излучения, неподвижный в инерциальной системе отсчета $O_0x_0y_0z_0$, у которого:

- излучаемая световая энергия движется в пространстве в виде узконаправленного пучка θ , имеющего круглое поперечное сечение с диаметром d_0 ;

- световое излучение происходило в течении интервала времени ΔT и пучок θ имеет длину L_0 (длина пространства, охваченного колебательным процессом);

- световая энергия движется со скоростью C , вектор которой параллелен и однонаправлен оси x_0 , и заключена в пространстве, которое представляет

собой цилиндр с диаметром \mathbf{d}_0 и длиной \mathbf{L}_0 ;

- каждый элемент $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ пучка $\mathbf{0}$ движется поступательно с постоянной скоростью \mathbf{C}_0 (равной скорости \mathbf{C}), вектор которой параллелен и однонаправлен оси \mathbf{x}_0 и находится на линии, проходящей через продольную ось пучка $\mathbf{0}$.

Продольные оси всех элементов $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ будут всегда находиться на одной линии с продольной осью пучка $\mathbf{0}$.

В пучке $\mathbf{0}$ все элементы $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ будут двигаться последовательно один за другим.

Предположим, что на пути движения пучка $\mathbf{0}$ находится зеркало \mathbf{Z} , движущееся в инерциальной системе отсчета $\mathbf{O}_0\mathbf{x}_0\mathbf{y}_0\mathbf{z}_0$ поступательно со скоростью \mathbf{V} , вектор которой параллелен и однонаправлен оси \mathbf{x}_0 , причем отражающая плоскость зеркала \mathbf{Z} находится под углом α к оси \mathbf{x}_0 .

В связи с тем, что зеркало \mathbf{Z} движется со скоростью \mathbf{V} и отражающая плоскость зеркала \mathbf{Z} находится под углом α к линии, по которой движется световая энергия пучка $\mathbf{0}$, пучок $\mathbf{0}$ не может полностью отразиться от поверхности зеркала \mathbf{Z} без структурных изменений, заключающихся в том, что от поверхности зеркала \mathbf{Z} каждый из элементов $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ пучка $\mathbf{0}$ отражается в отдельности.

Элементы $\mathbf{0}_1, \mathbf{0}_2, \mathbf{0}_3, \dots, \mathbf{0}_n$ пучка $\mathbf{0}$, отраженные от зеркала \mathbf{Z} , будут являться соответственно элементами $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$.

После зеркала \mathbf{Z} световая энергия будет двигаться в пространстве со скоростью \mathbf{C}_1 , вектор которой однонаправлен оси \mathbf{x}_0 и составляет с ней угол α_1 , в виде полосы $\mathbf{1}$, представляющей из себя узкий параллелепипед с длиной \mathbf{L}_1 , шириной \mathbf{l}_1 и продольной осью в виде линии \mathbf{G}_1 .

Полоса $\mathbf{1}$ будет иметь ширину \mathbf{l}_1 (длина пространства, охваченного колебательным процессом).

В инерциальной системе отсчета $\mathbf{O}_0\mathbf{x}_0\mathbf{y}_0\mathbf{z}_0$ про элементы $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$ можно сказать следующее:

- все элементы $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$ будут двигаться последовательно друг за другом поступательно с постоянной скоростью \mathbf{C}_1 , вектор которой однонаправлен оси \mathbf{x}_0 и составляет с ней угол α_1 ;

- продольные оси всех элементов $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ будут постоянно находиться под углом γ к продольной оси \mathbf{G}_1 полосы $\mathbf{1}$;

- передний и задний волновой фронт и волновые поверхности каждого из элементов $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ будут иметь размер порядка \mathbf{d}_1 и перемещаются поступательно с постоянной скоростью \mathbf{C}_1 , вектор которой однонаправлен оси \mathbf{x}_0 и составляет с ней угол α_1 ;

- центры всех элементов $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$ в любой момент времени будут находиться на одной линии, совпадающей с продольной осью \mathbf{G}_1 полосы $\mathbf{1}$;

- направление движения элементов $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ не перпендикулярно плоскости волнового фронта полосы $\mathbf{1}$, а находится к ней под углом γ .

О полосе $\mathbf{1}$ можно сказать следующее:

- продольной осью \mathbf{G}_1 полосы $\mathbf{1}$ будет всегда находиться под углом β к оси \mathbf{x}_0 ,

- волновой фронт, все волновые поверхности и продольная ось \mathbf{G}_1 полосы $\mathbf{1}$ будут перемещаться параллельно себе со скоростью $\mathbf{V} \sin \beta$.

Отличие пучка $\mathbf{0}$ от полосы $\mathbf{1}$ заключается в том, что составные элементы в пучке $\mathbf{0}$ находятся последовательно на одной линии, а у полосы $\mathbf{1}$ составные элементы находятся параллельно друг другу.

То есть в случае, когда источник \mathbf{A} неподвижен, а излучаемая им световая энергию в виде пучка попадает на зеркала \mathbf{Z} под углом к продольной оси пучка, элементы, составляющие эту световую энергию, после зеркала \mathbf{Z} будут перемещаться в пространстве не пучком один за другим, а полосой параллельно друг другу.

В итоге можно сказать, что под воздействием движущегося зеркала \mathbf{Z} пучок $\mathbf{0}$ разложилась на отдельные элементы $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$.

6. Заключение

Рассмотрение вариантов 3 и 4 оптической модели показало, что возможно разложение электромагнитного излучения на составляющие.

Данная статья является пояснением к статье «Замечания к математической модели оценки результатов эксперимента Майкельсона по проверке гипотезы существования эфира» (<http://www.matphysics.ru>).

Учитывая, что каждый из элементов $\mathbf{1}_{1p}, \mathbf{1}_{2p}, \mathbf{1}_{3p}, \dots, \mathbf{1}_{np}$ полосы $\mathbf{1}_p$ (вариант 3 оптической модели) после покидания источника \mathbf{A} , а также каждый из элементов $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$ (вариант 4 оптической модели) после отделения от зеркала \mathbf{Z} движется как единое целое и его выход из источника \mathbf{A} и отражение от зеркала \mathbf{Z} соответственно происходит не одновременно (т.к. он не является точечным объектом), а в течении определенного периода времени (начиная с переднего волнового фронта и заканчивая задним волновым фронтом), можно предположить, что любой из элементов $\mathbf{1}_{1p}, \mathbf{1}_{2p}, \mathbf{1}_{3p}, \dots, \mathbf{1}_{np}$ полосы $\mathbf{1}_p$ и любой из элементов $\mathbf{1}_1, \mathbf{1}_2, \mathbf{1}_3, \dots, \mathbf{1}_n$ полосы $\mathbf{1}$ может представлять из себя не только плоскую электромагнитную волну, но и одновременно плоскую и продольную электромагнитную волну (в следствии возможности появления электрического тока, направление которого будет перпендикулярно направлению движения элемента).

Список литературы

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики (2-е издание). М.: Наука, 1973.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Том 3. Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика (3-е издание). М.: Высшая школа, 1979.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, том 3. Оптика. Атомная физика. М.: Наука, 1971.
4. Путилов К.А., Фабрикант В.А. Курс физики. Том 3. Оптика. Атомная физика. Ядерная физика (2-е издание). М.: ГИФМЛ, 1963.
5. Матвеев А.Н. Оптика, М.: Высшая школа, 1985.

Автор

В.Н. Кочетков