

УДК 539.1.01

UDC 539.1.01

01.00.00 Физико-математические науки

Physics and mathematical sciences

**К ВОПРОСУ О СКОРОСТИ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СРЕДАХ****TO THE QUESTION OF THE SPEED OF
WAVE PROPAGATION IN
ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT**

Александров Борис Леонтьевич
д. г.-м. н., профессор, 4884-1448, alex2e@yandex.ru
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

Alexandrov Boris Leontievich
Dr.Sci.Geol-Mineral., professor, 4884-1448,
alex2e@yandex.ru
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia*

В работе обсуждается вопрос скорости распространения волн в электромагнитных средах. Электромагнитная среда (поле) – это пространство, заполняющее всю Вселенную, занятое электромагнитными частицами-фотонами. В основе специальной теории относительности утверждается постоянство скорости света в вакууме. По современным представлениям, скорость света в вакууме является предельной скоростью движения частиц и распространения взаимодействий. Однако, свет – это узкий диапазон электромагнитных излучений – $(4\div 8)\cdot 10^{14}$ Гц, поэтому экспериментально измеренная скорость света относится именно к этому диапазону частот. То, что эта скорость электромагнитных волн теоретически может быть непостоянной – физики размышляли давно, и периодически этот вопрос будоражится в научной литературе. У автора данной статьи также сложилось впечатление, что скорость света, под которой он понимает скорость распространения в электромагнитной среде волн широкого спектра частот, не является величиной постоянной. В статью делается попытка это обосновать. В фотонном электромагнитном поле окружающей среды одновременно движется в разных направлениях множество фотонов разной частоты. При этом они одновременно участвуют в формировании волны сжатия – разряжения в этом поле под воздействием излучаемых антенной фотонов. Утверждается, что скорости движения фотонов разных частот могут изменяться в широком диапазоне от $1,285\cdot 10^3$ м/с ($\nu = 10^{24}$ Гц) до $1,285\cdot 10^{12}$ м/с ($\nu = 10^6$ Гц) и, следовательно, скорости распространения волн в электромагнитных средах, заполненных фотонами одинаковой частоты или узкого диапазона частот могут меняться в широких пределах от $8,58\cdot 10^2$ м/с до $8,58\cdot 10^{11}$ м/с и существенно отличаться от экспериментально установленной скорости света. Межпланетное пространство в разных частях Вселенной может быть представлено разными спектрами фотонов и, следовательно, в них будут разные скорости распространения электромагнитных волн

This question is about the speed of wave propagation in electromagnetic environment. Electromagnetic environment (field) is the space that fills the whole Universe, occupied by the electromagnetic particles-photons. At the heart of the special relativity theory, the constancy of the speed of light in vacuum is affirmed. According to modern concepts, the speed of light in vacuum is the maximum speed of the particle motion and propagation of interactions. However, light is the narrow range of electromagnetic radiation – $(4\div 8)\cdot 10^{14}$ Hz, therefore experimentally measured speed of light is referred to this frequency range. The fact that this speed of electromagnetic waves can theoretically be non permanent – physicists have pondered for a long time and this question is periodically excited in the scientific literature. The author of this article also had an impression that the speed of light, in which he understands distribution speed of waves of a wide range of frequencies in the electromagnetic environment, is not a constant. The article attempts to prove it. Many photons of different frequencies move simultaneously in different directions in a photonic electromagnetic field in environment. They are involved in the formation of a wave of compression – decompression in this field under the influence of the antenna radiated photons. It is approved that the speed of photons of different frequencies can change within a wide range from $1,285\cdot 10^3$ m/s ($\nu = 10^{24}$ Hz) to $1,285\cdot 10^{12}$ m/s ($\nu = 10^6$ Hz) and, therefore, the speed of wave propagation in the electromagnetic environments that are filled by photons of the same frequency or a narrow frequency range can change widely from $8,58\cdot 10^2$ m/s to $8,58\cdot 10^{11}$ m/s and be significantly different from the experimentally discovered speed of light. Interplanetary space in different parts of the Universe can be represented by different spectra of photons and therefore they will have different speed of propagation of electromagnetic waves

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

Keywords: ELECTROMAGNETIC FIELD, PHOTON, RADIATION, ELECTROMAGNETIC WAVE

Характеристика объекта исследования

В основе специальной теории относительности (СТО) используется утверждение о постоянстве и независимости скорости света в вакууме от скорости источника или наблюдателя. По предложению А. Эйнштейна, а затем и А. Пуанкаре в 1905 году этот факт был отнесен к фундаментальным свойствам природы и входит в настоящее время в число наиболее фундаментальных законов природы. При этом под вакуумом понимается состояние среды, в которой отсутствуют молекулы вещества даже в газообразном состоянии. Однако надо иметь в виду, что создание такой гипотетической среды с полным вакуумом не только не гарантирует отсутствие в ней фотонного газа, но даже невозможно её создать технически, так как невозможно достичь состояния абсолютного нуля температуры, определяемой концентрацией и частотой находящихся в такой среде фотонов [1,2,3,13].

Первую оценку скорости света дал датский астроном О. Рёмер в 1676г.[14]. Он заметил, что когда Земля и Юпитер находятся по разные стороны от Солнца, затмения спутника Юпитера «Ио» запаздывают по сравнению с расчётами на 22 минуты. Он получил значение скорости света около 220 000 км/сек. Лабораторным методом впервые скорость света удалось измерить французскому физику И. Физо в 1849 г.[15]. Им было получено значение 313.000 км/с. Позже были разработаны другие, более точные лабораторные методы измерения скорости света. По современным данным, скорость света в вакууме равна 299.792.458 м/с с точностью $\pm 1,2$ м/с.

Свет – это узкий диапазон электромагнитных излучений – $(4\div 8)\cdot 10^{14}$ Гц, поэтому экспериментально измеренная скорость света относится именно к этому диапазону частот. Однако принято считать, что скорость света – абсолютная величина скорости распространения всех

электромагнитных волн в вакууме, то-есть, собственно видимого света, электромагнитного излучения в виде радиоволн, частота которых существенно меньше $-(3 \cdot 10^4 \div 3 \cdot 10^{12})$ Гц, рентгеновских и гамма-лучей, частота которых существенно больше $-(10^{16} \div 10^{24})$ Гц, чем для видимого света. По современным представлениям, скорость света в вакууме – предельная скорость движения частиц и распространения взаимодействий. Однако то, что эта скорость теоретически может быть непостоянной – физики размышляли давно и периодически этот вопрос будоражится в научной литературе. У автора данной статьи также сложилось впечатление, что скорость света, под которой он понимает скорость распространения в электромагнитной среде волн широкого спектра частот, не является величиной постоянной. Ниже делается попытка это обосновать.

Автором в статьях: «К вопросу излучения электромагнитных волн» и «Механизм формирования и распространения волн в электромагнитной среде» [4,5] обсуждается вопрос сущности излучения электромагнитной волны различными источниками. Ставится под сомнение достоверность её представления Дж. Максвеллом [16,17] в виде двух, противоречащих друг другу моделей, одна в виде чередующихся электрического и магнитного полей и другая – в виде ортогонально расположенных без сдвига по фазе векторов напряженностей электрического и магнитного полей, описываемых во многих учебниках по физике [18–33]. Обосновывается формирование электромагнитной волны в виде волны сжатия-разрядки в окружающем электромагнитном фотонном поле потоком фотонов разных частот, излучаемых различными источниками или антенной. В фотонном электромагнитном поле окружающей среды одновременно движется в разных направлениях множество фотонов разной частоты и все они участвуют в формировании волны сжатия-

разряднения в электромагнитном поле под воздействием излучаемых источником фотонов.

В связи с этим, просматривается большая аналогия между распространением волн в электромагнитном подвижном фотонном эфире (фотонном газе) 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.

Скорость распространения упругих волн в разных средах

Анализ скоростей распространения упругих волн в средах индивидуальных газов показывает, что скорости звуковых волн изменяются в широких пределах от 179 м/с для газа из тяжелых паров эфира до 1284 м/с для газа, состоящего из легких молекул водорода (таблица №1) [34], причем, как видно из рис.1, отмечается четкая зависимость – с понижением мольной массы газа экспоненциально возрастает скорость звуковой волны.

В этой таблице также представлены значения скоростей хаотического движения молекул отдельных газов, рассчитанные по формуле $v_{\text{мол}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$, исходя из молекулярно - кинетической теории [28] (здесь $R=8,31$ Дж/моль·К – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура в градусах Кельвина, μ – мольная масса соответствующего газа, кг/моль).

Таблица 1 – Соотношение скоростей движения молекул газа и скоростей звуковой волны в этих газах при $T=273^{\circ}\text{K}$

Газ	Молярная масса, кг/моль	$v_{\text{МОЛ}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$; м/с	$v_{\text{ВОЛН}}$, м/с	
Водород (H_2)	$2 \cdot 10^{-3}$	1845	1284	1,437
Гелий (${}^4\text{He}$)	$4 \cdot 10^{-3}$	1304	965	1,351
Метан (CH_4)	$16 \cdot 10^{-3}$	652	430	1,516
Аммиак (NH_3)	$17 \cdot 10^{-3}$	632,7	415	1,524
Азот (N_2)	$28 \cdot 10^{-3}$	493	334	1,476
Воздух	$29 \cdot 10^{-3}$	484,4	331	1,463
Кислород (O_2)	$32 \cdot 10^{-3}$	461	316	1,459
Оксид углерода (CO_2)	$44 \cdot 10^{-3}$	393,3	260	1,512
Пары спирта ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	$46 \cdot 10^{-3}$	384,65	230	1,672
Пары воды (H_2O)	$18 \cdot 10^{-3}$	614,9	401	1,533
Пары эфира ($\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$)	$60 \cdot 10^{-3}$	336,8	179	1,881
Хлор (Cl_2)	$70 \cdot 10^{-3}$	311,8	206	1,54
Среднее				1,496

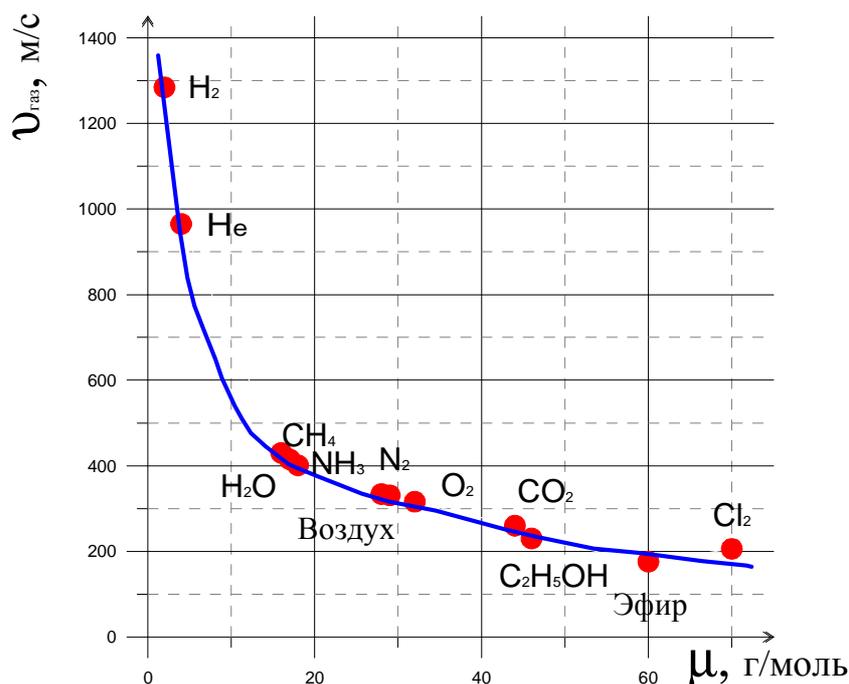


Рис. 1. Зависимость скорости распространения звуковой волны ($v_{\text{ВОЛН}}$) в разных газах от их молярной массы (μ , г/моль)

Как видно из таблицы 1, скорость движения молекул в индивидуальных газах ($v_{\text{МОЛ}}$) в среднем в 1,496 раза превышает скорость распространения звуковой волны в этих газах ($v_{\text{ВОЛН}}$), причем связь между

$v_{\text{волн}}$ и $v_{\text{мол}}$ представляет прямолинейную зависимость (рис.2) вида $v_{\text{волн}} = (v_{\text{мол}} - 50) / 1,409$.

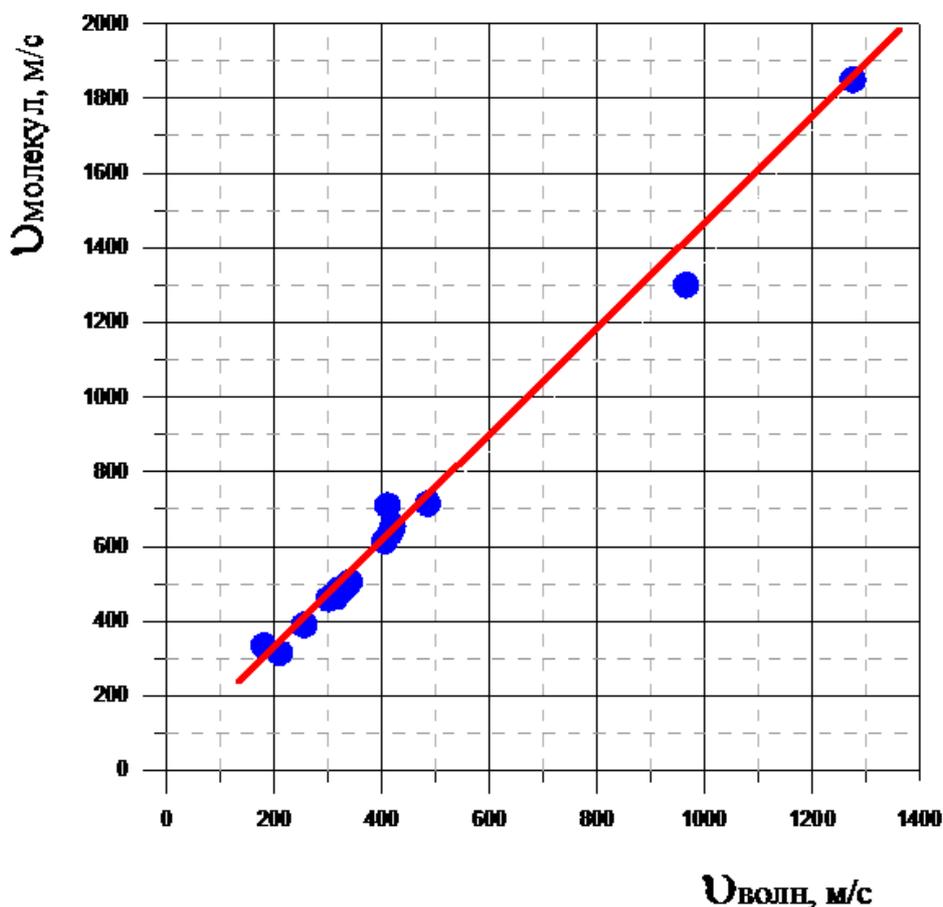


Рис.2. Зависимость скорости распространения упругой волны в газах ($v_{\text{волн}}$) от скорости движения молекул этих газов ($v_{\text{мол}}$)

Следует иметь в виду, что при формировании упругой волны передача энергии от одной частицы в твердом состоянии вещества или от одной молекулы в жидкой или газообразной среде происходит в виде передачи её импульса (количества движения) частицы (молекулы) $p=m \cdot v$. Следовательно скорость передачи импульса $v=p/m$, т.е. чем больше масса частицы или молекулы, тем с меньшей скоростью она будет передавать этот импульс.

В таблице №2 по данным [34] представлены скорости звука и средневзвешенные скорости движения молекул воздуха в зависимости от температуры воздуха.

Таблица 2 – Скорость звука в воздухе и средневзвешенная скорость движения молекул воздуха при разных температурах [34]

Температура, °С	Скорость звука, $v_{\text{волн}}$, м/с	Скорость движения молекул, $v_{\text{мол}}$, м/с	
-- 150	216,7	325,17	1,500
--100	263,7	385,6	1,462
--50	299,3	437,8	1,463
--20	318,8	466,3	1,463
--10	325,1	475,5	1,463
0	331,5	484,4	1,461
10	337,3	493,2	1,462
20	343,1	501,8	1,463
30	348,9	510,6	1,463
50	360,3	526,9	1,463
100	387,1	566,2	1,463
200	436,0	637,4	1,463
300	479,8	701,8	1,463
400	520,0	760,6	1,463
500	557,3	815,1	1,463
1000	715,2	1046,1	1,463
Среднее			1,465

Как видно, чем выше температура, тем выше и средневзвешенные скорости движения молекул воздуха и скорости звука в воздухе, причем среднее значение соотношения между скоростями движения молекул и скоростью звука практически остается постоянным во всем диапазоне температур от -150°C до $+1000^{\circ}\text{C}$ и равным 1,465. Это значение достаточно близко к величине 1,496, характерной для молекул разных газов (таблица №1).

Зависимость скорости звуковой волны в индивидуальных газах от мольной массы газа в двойном логарифмическом масштабе трансформируется в прямолинейную связь (рис.3).

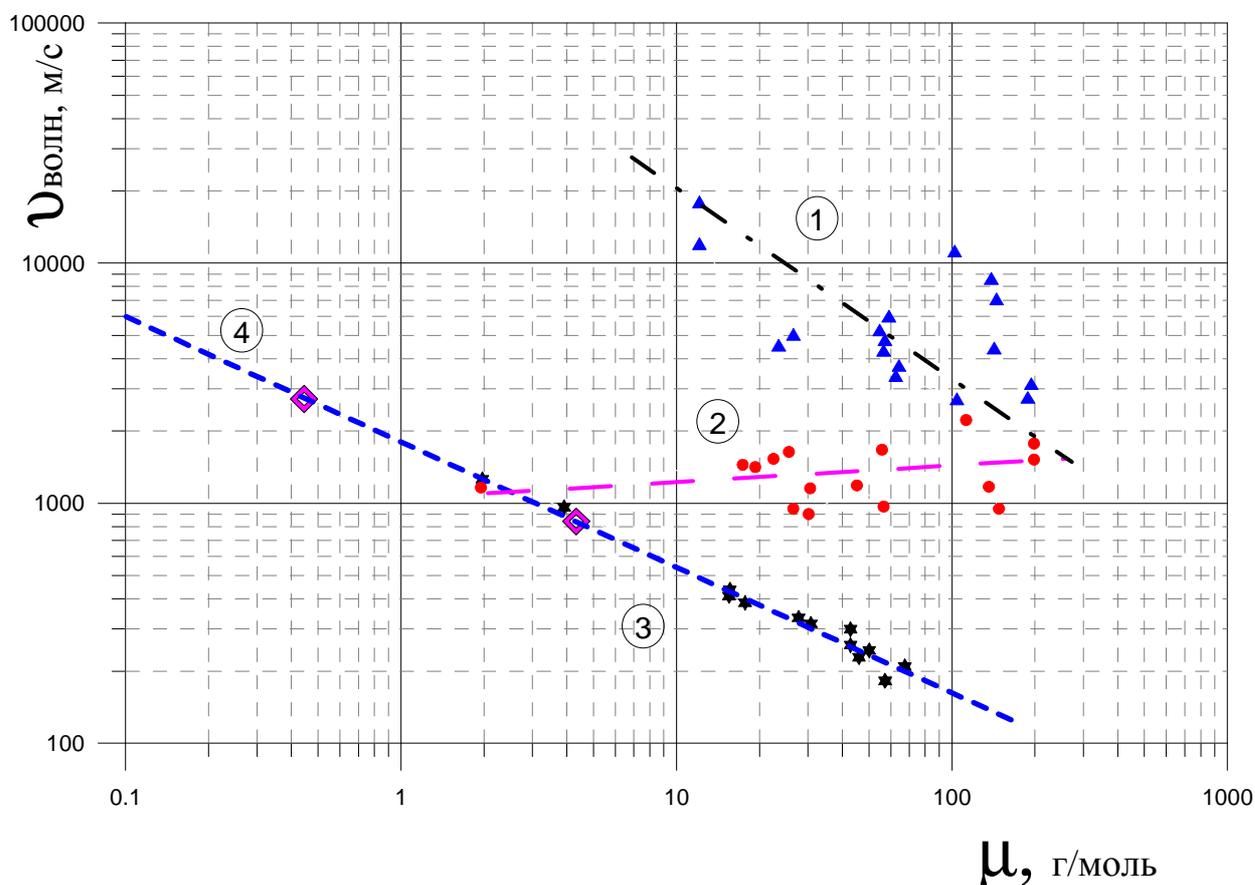


Рис.3. Зависимости скорости распространения упругой волны ($v_{\text{волн}}$) в твердых телах (\blacktriangle ,1), жидкостях (\bullet ,2), газах (\ast ,3), и в фотонной среде (\blacklozenge ,4) в зависимости от их мольной массы (μ ,г/моль)

Нанесение на этот график данных по жидкостям (таблица №3) и твердым телам (таблица №4) показывает, что для твердых тел отмечается менее четкая связь, но сохраняется аналогичная тенденция увеличения скорости звуковой волны с понижением мольной массы, при этом скорости распространения звуковой волны в твердых телах в 20-40 раз превышают скорости в газах. Это согласуется с данными распространения звуковых волн в разных горных породах [8–12].

Таблица 3 – Скорость звука в жидкостях при атмосферном давлении [34]

Наименование	Молярная масса, г/моль	Скорость звука $v_{\text{волн}}$, м/с
Азот жидкий (-199°C)	28,0	962
Бензин (17°C)	142	1170
Вода морская	23	1533
Вода пресная (0°C)	18	1403
Вода пресная (20 °C)	18	1483
Вода пресная (74 °C)	18	1555
Вода пресная (100 °C)	18	1543
Вода тяжелая (20 °C)	20	1400
Водород жидкий (-256°C)	2	1187

Таблица 4 – Скорость звука в твердых веществах при 25°C [34]

Наименование	Молярная масса, кг/моль	Скорость звука $v_{\text{волн}}$, м/с
Алмаз	$12 \cdot 10^{-3}$	12000-18350
Железо, сталь	$56 \cdot 10^{-3}$	5130
Алюминий	$27 \cdot 10^{-3}$	5100-6250
Каменная соль(NaCl)	$58 \cdot 10^{-3}$	4400
Лёд (-4°C)	$18 \cdot 10^{-3}$	3960
Медь	$63,5 \cdot 10^{-3}$	3560
Золото	$197 \cdot 10^{-3}$	3240
Свинец	$207 \cdot 10^{-3}$	1322
Магний	$24,3 \cdot 10^{-3}$	4600-4970
Платина	$195,1 \cdot 10^{-3}$	2690-2800
Цинк	$65,4 \cdot 10^{-3}$	3700-3850
Серебро	$108 \cdot 10^{-3}$	2610-2800
Никель	$58,7 \cdot 10^{-3}$	4785-4970
CdS	$144,8 \cdot 10^{-3}$	4500
LiNbO ₃	$148 \cdot 10^{-3}$	7330
Al ₂ O ₃	$102 \cdot 10^{-3}$	11240
SiO ₂	$60 \cdot 10^{-3}$	5600-6330
MgAl ₂ O ₄	$142 \cdot 10^{-3}$	8830

В жидкостях характер связи $v_{\text{волн}} = f(\mu)$ существенно меняется. Отмечается пологая связь между этими параметрами, причем с уменьшением молярной массы скорость упругой (звуковой) волны понижается (рис.3). Так как в данном случае нас интересуют общие

особенности распространения упругих волн в подвижных газовой и электромагнитной средах, то причины существенного изменения характера связи $v_{\text{волн}} = f(\mu)$ в жидкостях в данной статье не обсуждаются.

Скорости распространения фотонов и электромагнитных волн

Для рассмотрения особенностей распространения волн в подвижной электромагнитной фотонной среде провели расчет масс отдельных фотонов разной частоты, используя общепринятую формулу Эйнштейна $E = m_f \cdot c^2$ и Планка $E = h \cdot \nu$ [28], из сравнения которых следует, что $m_f = h \cdot \nu / c^2$ (здесь c – принятая постоянной скоростью света в вакууме). В таблице №5 приведены рассчитанные значения масс фотонов (m_f) разной частоты (ν) и величины скоростей движения фотонов с учетом их массы по формуле $v_f = \sqrt{\frac{3kT}{m_f}}$ в соответствии с молекулярно-кинетической теорией вещества.

Учитывая, что соотношение между скоростью движения частиц и скоростью распространения волн для газов равно 1,496, по величинам скоростей движения фотонов v_f рассчитали скорости распространения волн в средах, заполненных такими индивидуальными фотонами (ν). По величинам масс отдельных фотонов (m_f) рассчитали мольные массы фотонов как $\mu_f = m_f \cdot N$, где N – число Авогадро ($N = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹), и нанесли результаты расчетов v_f и μ_f на график $v_f = f(\mu_f)$, представленном в двойном логарифмическом масштабе (рис. № 4).

Таблица 5 –Значения рассчитанных скоростей фотонов разной частоты и скоростей электромагнитных волн в этих фотонах

Частота, ν , Гц	$m_f = h\nu/c^2$, кг	$v_f = \sqrt{\frac{3kT}{m_f}}$, м/с	Мольная масса фотонного газа, кг / моль	
10^6	$7,35 \cdot 10^{-45}$	$1,24 \cdot 10^{12}$	$4,43 \cdot 10^{-21}$	$8,29 \cdot 10^{11}$
10^7	$7,35 \cdot 10^{-44}$	$3,92 \cdot 10^{11}$	$4,43 \cdot 10^{-20}$	$2,62 \cdot 10^{11}$
10^8	$7,35 \cdot 10^{-43}$	$1,24 \cdot 10^{11}$	$4,43 \cdot 10^{-19}$	$8,29 \cdot 10^{10}$
10^9	$7,35 \cdot 10^{-42}$	$3,92 \cdot 10^{10}$	$4,43 \cdot 10^{-18}$	$2,62 \cdot 10^{10}$

10^{10}	$7,35 \cdot 10^{-41}$	$1,24 \cdot 10^{10}$	$4,43 \cdot 10^{-17}$	$8,29 \cdot 10^9$
10^{11}	$7,35 \cdot 10^{-40}$	$3,92 \cdot 10^9$	$4,43 \cdot 10^{-16}$	$2,62 \cdot 10^9$
10^{12}	$7,35 \cdot 10^{-39}$	$1,24 \cdot 10^9$	$4,43 \cdot 10^{-15}$	$8,29 \cdot 10^8$
$8 \cdot 10^{12}$	$5,89 \cdot 10^{-38}$	$4,38 \cdot 10^8$	$3,548 \cdot 10^{-14}$	$2,928 \cdot 10^8$
$7,65 \cdot 10^{12}$	$5,632 \cdot 10^{-38}$	$4,4797 \cdot 10^8$	$3,393 \cdot 10^{-14}$	$2,9945 \cdot 10^8$
$7,6 \cdot 10^{12}$	$5,595 \cdot 10^{-38}$	$4,4945 \cdot 10^8$	$3,37 \cdot 10^{-14}$	$3,0043 \cdot 10^8$
10^{13}	$7,35 \cdot 10^{-38}$	$3,92 \cdot 10^8$	$4,43 \cdot 10^{-14}$	$2,62 \cdot 10^8$
10^{14}	$0,735 \cdot 10^{-36}$	$1,24 \cdot 10^8$	$4,43 \cdot 10^{-13}$	$8,29 \cdot 10^7$
$4,0 \cdot 10^{14}$	$2,9342 \cdot 10^{-36}$	$6,4296 \cdot 10^7$	$1,767 \cdot 10^{-12}$	$4,30 \cdot 10^7$
$6,0 \cdot 10^{14}$	$4,41 \cdot 10^{-36}$	$5,245 \cdot 10^7$	$2,66 \cdot 10^{-12}$	$3,50 \cdot 10^7$
$8,0 \cdot 10^{14}$	$5,868 \cdot 10^{-36}$	$4,5466 \cdot 10^7$	$3,53 \cdot 10^{-12}$	$3,039 \cdot 10^7$
10^{15}	$0,735 \cdot 10^{-35}$	$3,92 \cdot 10^7$	$4,43 \cdot 10^{-12}$	$2,62 \cdot 10^7$
10^{16}	$0,735 \cdot 10^{-34}$	$1,24 \cdot 10^7$	$4,43 \cdot 10^{-11}$	$8,29 \cdot 10^6$
10^{17}	$0,735 \cdot 10^{-33}$	$3,92 \cdot 10^6$	$4,43 \cdot 10^{-10}$	$2,62 \cdot 10^6$
10^{18}	$0,735 \cdot 10^{-32}$	$1,24 \cdot 10^6$	$4,43 \cdot 10^{-9}$	$8,29 \cdot 10^5$
10^{19}	$0,735 \cdot 10^{-31}$	$3,92 \cdot 10^5$	$4,43 \cdot 10^{-8}$	$2,62 \cdot 10^5$
10^{20}	$0,735 \cdot 10^{-30}$	$1,24 \cdot 10^5$	$4,43 \cdot 10^{-7}$	$8,29 \cdot 10^4$
10^{21}	$0,735 \cdot 10^{-29}$	$3,92 \cdot 10^4$	$4,43 \cdot 10^{-6}$	$2,62 \cdot 10^4$
10^{22}	$0,735 \cdot 10^{-28}$	$1,24 \cdot 10^4$	$4,43 \cdot 10^{-5}$	$8,29 \cdot 10^3$
10^{23}	$0,735 \cdot 10^{-27}$	$3,92 \cdot 10^3$	$4,43 \cdot 10^{-4}$	$2,62 \cdot 10^3$
10^{24}	$0,735 \cdot 10^{-26}$	$1,24 \cdot 10^3$	$4,43 \cdot 10^{-3}$	$8,29 \cdot 10^2$

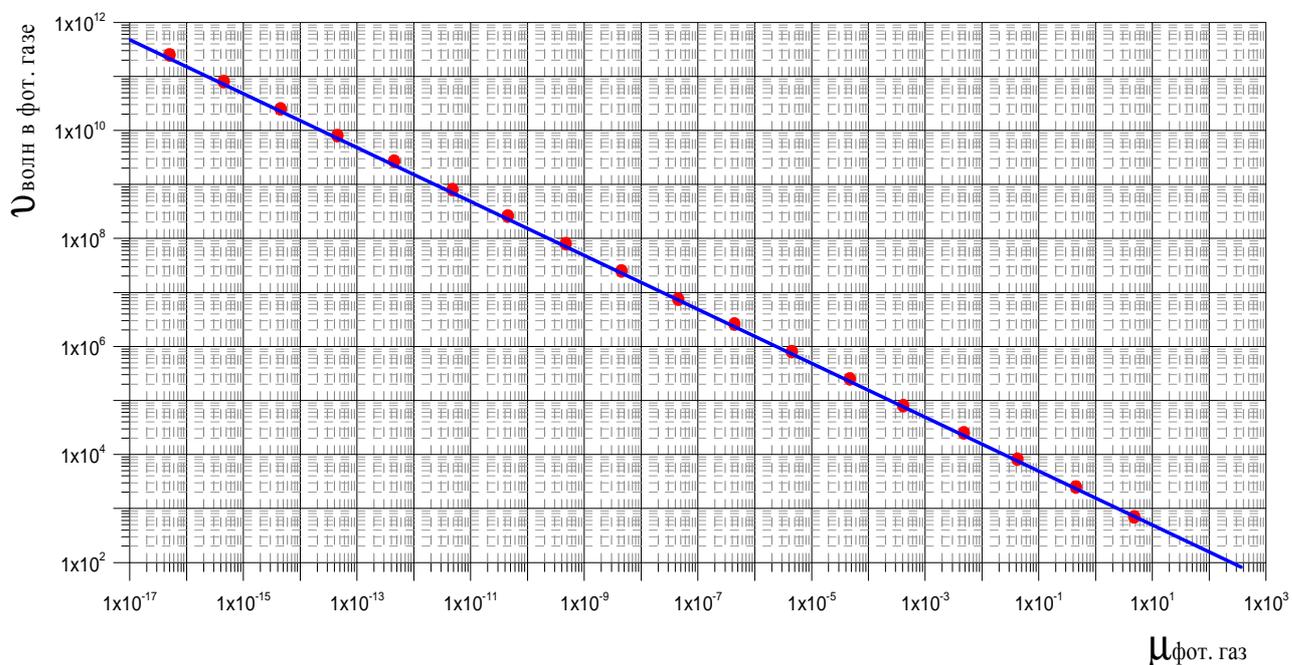


Рис.4. Зависимость скорости распространения волн в электромагнитных средах, заполненных индивидуальными фотонами (\bullet), от мольной массы фотонного газа ($\mu_{\text{фот.газ}}$)

Совмещение полученной зависимости для фотонов (рис.4) с аналогичной зависимостью для индивидуальных газов $v_{\text{волн}} = f(\mu_{\text{газ}})$ (рис. 3) показывает, что график зависимости $v_{\text{волн}} = f(\mu_{\text{фот.газ}})$ является продолжением зависимости $v_{\text{волн}} = f(\mu_{\text{газ}})$ в область более низких значений мольных масс, т.е. обе зависимости описываются единой закономерностью. Это дает основание утверждать, что формирование упругих волн в газовой среде с хаотически движущимися в разных направлениях и с разными скоростями молекул газов и формирование волн в фотонной электромагнитной среде с хаотически движущимися в разных направлениях и с разными скоростями фотонов подчиняется одному и тому же закону.

Анализ таблицы 4 показывает, что скорости распространения волн в электромагнитных средах, заполненных индивидуальными фотонами, по аналогии с индивидуальными газами, могут меняться в широких пределах от $8,58 \cdot 10^2$ м/с для массивных фотонов ($0,735 \cdot 10^{-26}$ кг) высокой частоты ($\nu = 10^{24}$ Гц) до $8,58 \cdot 10^{11}$ м/с для фотонов малой массы ($7,35 \cdot 10^{-45}$ кг) и низкой частоты ($\nu = 10^6$ Гц). Скоростями распространения волн в электромагнитных средах, заполненных индивидуальными фотонами, близкими к экспериментально полученным значениям скорости света в вакууме, обладают электромагнитные среды, заполненные индивидуальными фотонами с частотами $7,65 \cdot 10^{12} - 7,6 \cdot 10^{12}$ Гц. Так как окружающее нашу планету пространство заполнено фотонами широкого диапазона частот, то, вероятно, средневзвешенное значение скорости распространения волны в таком электромагнитном поле и составляет значение, полученное экспериментальным путем $299.792.458$ м/с, т.е. приблизительно $3 \cdot 10^8$ м/с.

Например, на рис. 5 приводится спектр фонового только гамма-излучения фотонов в диапазоне энергий $370 \div 3100$ кэВ, зарегистрированный автором в помещении лаборатории радиометром-

спектрометром универсальным РСУ-01 «Сигнал-М», в составе которого имеется блок детектирования гамма-излучения СБДГ-02 [1]. Энергии 370 кэВ соответствует частота $8,93 \cdot 10^{19}$ Гц, а энергии 3100 кэВ – частота $7,48 \cdot 10^{20}$ Гц. Общий спектр фотонов в этих условиях, безусловно, включает более широкий диапазон частот, в том числе и видимую часть спектра.



Рис. 5. Спектр фоновое γ -излучения в помещении лаборатории. Время измерения 1800сек, скорость счета гамма-квантов 26,82 имп/с.

Видимо, в разное время года и в разное время суток спектр фотонов, находящихся около разных частей поверхности Земного шара может несколько отличаться. Это будет сказываться на средневзвешенном значении скорости распространения электромагнитных волн, а, следовательно, и скорости световой волны и могло повлиять на результаты экспериментов по оценке скорости распространения света разными исследователями. Межпланетное пространство в разных частях Солнечной системы и тем более в разных частях Вселенной может быть представлено отличающимися спектрами частот фотонов. Это должно отражаться на изменении средневзвешенной скорости движения фотонов этого спектра частот и, следовательно, на скорости распространения волн в такой

электромагнитной фотонной среде. В отдаленных частях Вселенной концентрация фотонов очень низкая и поэтому температура достигает минимальных значений до 3°K . Такое значение температуры, видимо, обусловлено преимущественно фотонами низких частот, движущихся соответственно с более высокими собственными скоростями. Средневзвешенное значение скорости волны в таком фотонном электромагнитном поле будет иным, чем экспериментально полученное значение скорости света в пределах поверхности Земного шара.

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 (лампами накаливания и т.д.).

2. Скорости движения фотонов разных частот могут изменяться в широком диапазоне от $1,285 \cdot 10^3$ м/с ($\nu = 10^{24}$ Гц) до $1,285 \cdot 10^{12}$ м/с ($\nu = 10^6$ Гц).

3. Скорости распространения волн в электромагнитных средах, заполненных фотонами одинаковой частоты или узкого диапазона частот могут меняться в широких пределах от $8,58 \cdot 10^2$ м/с до $8,58 \cdot 10^{11}$ м/с и существенно отличаться от экспериментально установленной скорости света.

4. Межпланетное пространство в разных частях Вселенной может быть представлено разными спектрами фотонов и, следовательно, в них будут разные скорости распространения волн. В процессе движения волны в электромагнитных средах через разные части Вселенной её скорость соответственно будет изменяться.

5. Большая разница в скорости света по данным И. Физо, полученной в пределах поверхности Земли с использованием лабораторного метода (313000 км/с), и по данным О. Рёмера, полученной при исследовании затмения спутника Юпитера «Ио» (220000 км/с), вероятно объясняется тем, что спектры фотонов в пространстве между Землей и Юпитером и у поверхности Земли существенно отличаются.

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

4. 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). С.988-1008.- IDA[article ID]: 0981404074. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/74.pdf,1,312у.п.л.,импакт-фактор> РИНЦ=0,346.

5. Александров Б. Л. Механизм формирования и распространения волн в электромагнитной среде. /Б. Л.Александров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. –Краснодар: КубГАУ, 2014.-№06(100). С.919-936. – IDA[article ID]: 1001406061. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/61.pdf,1,125у.п.л.,импакт-фактор> РИНЦ=0,346.

6. Александров Б. Л. Модель фотона. /Б. Л.Александров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. –№07(111). IDA[article ID]: 1111507037. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/37.pdf,1,313у.п.л.,импакт-фактор> РИНЦ=0,346.

7. Александров Б. Л. .Тепло, теплота и внутренняя энергия тела. /Б. Л.Александров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015.-№07(111). – IDA[article ID]: 1111507038. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/38.pdf,0,938у.п.л.,импакт-фактор> РИНЦ=0,346.

8. Александров Б. Л., Афанасьев В. С. Влияние температуры на удельное сопротивление и скорость распространения акустических волн в глине. «Нефтегазовая геология и геофизика», Экспресс информация,№18, 1976 г,

9. Александров Б. Л.Влияние глубины залегания и порового давления на скорость сейсмических волн в глинах. «Нефтегазовая геология и геофизика», ,№7, 1977 г

10. Александров Б. Л., Афанасьев В. С., Итенберг С. С. Исследование влияния некоторых факторов на скорость распространения продольных акустических волн в осадочных породах. Журнал «Нефть и газ», №1, 1977г, Изд. Высш. Школы.

11. Александров Б. Л., Рафиков В. Г., Половко М. П. Использование акустического метода для изучения околоскважинного пространства. Журнал «Нефтегазовая геология и геофизика» №1, 1982 г.

12. Александров Б. Л., Афанасьев В. С., Есипко О. А. Закономерности изменения интервального времени распространения продольных акустических волн в глинах с глубиной. Сб. Разведочная геофизика, выпуск 102, М., Недра, 1986 г.

13. 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.

14. Ремер О. О скорости света. С.117-120. Пер. с нем. в сб. под ред. Г. М. Голина и С. Р. Филоновича «Классики Физической науки», Москва, «Высшая школа», 1989, 575 с.

15. Физо И. О скорости света в различных средах. С.416-427. О распространении света в движущихся телах. С.428-439. Пер. с нем. в сб. под ред. Г. М. Голина и С. Р. Филоновича «Классики Физической науки», Москва, «Высшая школа», 1989, 575 с.

16. Максвелл Дж. К. Трактат об электричестве и магнетизме, т. 1, 2, Оксфорд, 1873. Пер. с англ. Наука, М., 1989.

17. 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.

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

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

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

21. Кингсеп А. С., Локшин Г. Р., Ольхов О. А. Основы физики. Курс общей физики. Том 1. Москва, Физматлит, 2001, 558 с.

22. 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.

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

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

25. 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.

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

27. Тамм И. Е. Основы теории электричества. Издание одиннадцатое, исправленное и дополненное. Москва, Физматлит, 2003, 615 с.

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

29. 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.

30. 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.

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

32. Эллиот Л., Уилкоккс 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.

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

34. Энциклопедия Физики и техники. [www. Femto.com.ua](http://www.Femto.com.ua).

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

4. Aleksandrov B. L. . K voprosu izlucheniya jelektromagnitnykh voln. /B.L.Aleksandrov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014.-№04(098). S.988-1008.- IDA[article ID]: 0981404074. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/74.pdf>,1,312u.p.l.,impakt-faktor RINC=0,346.

5. Aleksandrov B. L. Mehanizm formirovaniya i rasprostraneniya voln v jelektromagnitnoj srede. /B. L.Aleksandrov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. –Krasnodar: KubGAU, 2014.-№06(100). S.919-936. – IDA[article ID]: 1001406061. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/61.pdf>,1,125u.p.l.,impakt-faktor RINC=0,346.

6. Aleksandrov B. L. Model' fotona. /B. L.Aleksandrov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №07(111). IDA[article ID]: 1111507037. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/37.pdf>,1,313u.p.l.,impakt-faktor RINC=0,346.

7. Aleksandrov B. L. .Teplo, teplota i vnutrennjaja jenergija tela. /B. L.Aleksandrov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015.-№07(111). – IDA[article ID]: 1111507038. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/38.pdf>,0,938u.p.l.,impakt-faktor RINC=0,346.

8. Aleksandrov B. L., Afanas'ev V. S. Vlijanie temperatury na udel'noe soprotivlenij i skorost' rasprostraneniya akusticheskikh voln v gline. Neftegazovaja geologija i geofizika», Jekspress informacija, №18, 1976 g,

9. Aleksandrov B. L. Vlijanie glubiny zaleganiya i porovogo davleniya na skorost' sejsmicheskikh voln v glinah. «Neftegazovaja geologija i geofizika», „№7, 1977 g

10. Aleksandrov B. L., Afanas'ev V. S., Itenberg S. S. Issledovanie vlijaniya nekotorykh faktorov na skorost' rasprostraneniya prodol'nykh akusticheskikh voln v osadochnykh porodah. Zhurnal «Nef't' i gaz», №1, 1977g, Izd. Vyssh. Shkoly.

11. Aleksandrov B. L., Rafikov V. G., Polovko M. P. Ispol'zovanie akusticheskogo metoda dlja izuchenija okoloskvazhinного prostranstva. Zhurnal «Neftegazovaja geologija i geofizika» №1,1982 g.

12. Aleksandrov B. L., Afanas'ev V. S., Esipko O. A. Zakonomernosti izmenenija interval'nogo vremeni rasprostranenija prodol'nyh akusticheskikh voln v glinah s glubinoj. Sb. Razvedochnaja geofizika, vypusk 102, M., Nedra, 1986 g

13. 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.

14. Remer O. O skorosti sveta. S.117-120. Per. s nem. v sb. pod red. G. M. Golina i S. R. Filonovicha «Klassiki Fizicheskoj nauki», Moskva, «Vysshaja shkola», 1989, 575 s.

15. Fizo I. O skorosti sveta v razlichnyh sredah.S.416-427. O rasprostranenii sveta v dvizhushhihsja telah.S.428-439. Per. s nem. v sb. pod red. G. M. Golina i S. R. Filonovicha «Klassiki Fizicheskoj nauki», Moskva, «Vysshaja shkola», 1989, 575 s.

16. Maksvell Dzh. K. Traktat ob jelektrichestve i magnetizme, t. 1, 2, Oksford, 1873. Per. s angl. Nauka, M., 1989.

17. 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 Fizicheskoj nauki», Moskva, «Vysshaja shkola», 1989, 575 s.

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

19. Grabovskij R. I. Kurs fiziki. Izdanie vos'moe, stereotipnoe. Sankt-Peterburg-Moskva-Krasnodar, 2005, 607 s.

20. Derlaf A. A., Javorskij B. M. Kurs fiziki, 4-e izdanie, ispravlennoe. Moskva, «Akadema», 2003, 720 s.

21. Kingsep A. S., Lokshin G. R., Ol'hov O. A. Osnovy fiziki. Kurs obshhej fiziki. Tom 1. Moskva, Fizmatlit, 2001, 558 s.

22. 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.

23. Orir Dzh. Fizika v dvuh tomah, tom 2, perevod s anglijskogo pod redakciej E.M.Lejkina. Moskva, «Mir»,1981, 622 s.

24. Remizov A. N., Potapenko A. Ja. Kurs fiziki, 2-e izdanie, stereotipnoe. Moskva, «Drofa», 2004, 720 s.

25. Savel'ev I. V. Kurs fiziki v treh tomah. Tom 2 «Jelektrichestvo, kolebanija i volny, volnovaja optika». Moskva, «Nauka», Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoi literatury, 1989, 462 s.

26. Sivuhin D. V. Obshhij kurs fiziki v pjati tomah, tom III «Jelektrichestvo», Izdanie chetvertoe, stereotipnoe, Moskva, Fizmatlit MFTI, 2004, 654 s.

27. Tamm I. E. Osnovy teorii jelektrichestva. Izdanie odinnadcatoe, ispravlennoe i dopolnennoe. Moskva, Fizmatlit, 2003, 615 s.

28. Trofimova T. I. Kurs fiziki. Izdanie shestoe, stereotipnoe. Moskva, «Vysshaja shkola», 2000, 542 s.

29. Fizika, Chast' II - Optika i volny. Perevod s anglijskogo pod redakciej A.S.Ahmatova. Moskva, Izdatel'stvo «Nauka», Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoi literatury, 1973, 399 s.

30. Fizika, Chast' IV - Jelektrichestvo i stroenie atoma. Perevod s anglijskogo pod redakciej A.S.Ahmatova. Moskva, Izdatel'stvo «Nauka», Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoi literatury, 1974, 527 s.

31. Fjejnman R., Lejton R., Sjends M. Fejnmanovskie lekcii po fizike v devjati tomah, tom 3, Izlučenje, volny, kvanty. Izdatel'stvo «Mir», Moskva, 1977, 495 s.

32. 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.

33. Javorskij B. M. , Detlaf A. A. Kurs fiziki, tom III, Volnovye processy, optika, atomnaja i jadernaja fizika. Moskva, «Vysshaja shkola», 1967, 553 s.

34. Jenciklopedija Fiziki i tehniki. [www. Femto.com.ua](http://www.Femto.com.ua).