

**Энергия электронных облаков и её влияние на преломление света. Получение дисперсионной формулы и другие результаты исследования.**

**Автор: Чернов Андрей Владиславович**

**Содержание**

1. Аннотация – 2 стр.
2. Методы – 3 – 9 стр.
3. Результаты – 9 – 10 стр.
4. Заключение – 11 стр.
5. Справочный раздел – 11 стр.
6. Декларация – 11 стр.

## 1. Аннотация.

В этом исследовании изучалось взаимодействие электромагнитных волн с прозрачными веществами, наблюдаемое в виде преломления света. В ходе исследования была получена формула скорости распространения электромагнитных волн в веществе. В основу этой формулы был положен уровень энергии электронного слоя одной структурной единицы прозрачного вещества и добавленная энергия в результате взаимодействия с электромагнитной волной.

Также была получена формула для определения количества фотонов, образованных в результате взаимодействия электронного слоя одной структурной единицы прозрачного вещества с электромагнитными волнами. (Количество новых фотонов было определено по каждому веществу и занесено в таблицу).

На базе этих формул была получена дисперсионная формула. Новая формула была протестирована на **12** прозрачных веществах, находящихся в трёх агрегатных состояниях. В результате был определен **41** показатель преломления света. Сравнение полученных показателей с лабораторными показателями преломления показало высокую точность новой дисперсионной формулы. **В инертных газах расхождение с лабораторными показателями преломления составило  $\pm 10^{-7}$ , в жидких и твёрдых веществах:  $\pm 10^{-6} - 10^{-5}$ .** При этом расчётные диапазоны волн составляли: в инертных газах 140 нм и 195 нм, в жидких и твёрдых веществах: 60 – 80 нм. Новую физическую формулу можно применять к такому же широкому кругу прозрачных веществ, как эмпирические формулы Гартмана и Коши.

В этом исследовании была получена формула предела скорости распространения электромагнитных волн в веществе. По этой формуле были определены 12 пределов скорости распространения электромагнитных волн в прозрачных веществах и занесены в таблицу.

**Ключевые слова.** Преломление света в веществе, электронный слой атома, уровень энергии электронных облаков, количество новых фотонов,

новая дисперсионная формула, формула скорости распространения электромагнитных волн в веществе, пределы скорости распространения электромагнитных волн в прозрачных веществах.

## 2. Методы

**2.1.** Прежде, чем перейти к исследованию, необходимо привести краткую информацию о существующих дисперсионных формулах. Эти формулы можно разбить на два вида: физические и эмпирические формулы. Отметим, что область применения физических формул существенно ограничена. К примеру, известная физическая формула Лоренца-Лорентца, которая построена на зависимости показателя преломления света от плотности вещества, справедлива только для изотропных сред и неприменима для большинства прозрачных веществ. Поэтому на практике для расчёта показателей преломления света обычно используют эмпирические дисперсионные формулы (Коши, Гартмана и др.) Эти формулы применяются к широкому кругу прозрачных веществ и дают достаточно точные результаты.

В этом исследовании исследуется взаимодействие электромагнитных волн с прозрачными веществами. Это взаимодействие происходит с внешним электронным слоем атома вещества. Но прозрачные вещества состоят большей частью из такой структурной единицы, как молекулы, а молекулы могут состоять из множества атомов и иметь очень сложную структуру в пространстве. В связи с этим, в этой статье вместо понятия **«внешний электронный слой атома»**, применяется более универсальное понятие: **«электронное облако молекулы (атома) вещества»** или чаще: **«электронное облако вещества»**.

Теперь начнём с фундамента этого исследования, которым является следующая формула:

$$v = c \sqrt{1 - \frac{E^2}{E_{\max}^2}} \quad (1-1) \quad \text{или} \quad v = c \sqrt{1 - \frac{(E_0 + \Delta E)^2}{E_{\max}^2}} \quad (1-2)$$

где  $c$  – скорость света в вакууме, 299792458 м/с.

$v$  – скорость распространения света в прозрачном веществе, м/с.

$E$  – уровень энергии электронного облака при взаимодействии с электромагнитными волнами (фотонами), Дж.

$E_{\max}$  – максимально возможный уровень энергии электронного облака вещества.  $E_{\max}$  равно энергии свободного электрона,  $8,1871058 \cdot 10^{-14}$ , Дж.

$E_0$  – базовый (начальный) уровень энергии электронного облака конкретного вещества, Дж. Этому уровню энергии соответствует отсутствию электромагнитных волн в электронном облаке.

$\Delta E$  – увеличение энергии электронного облака в результате взаимодействия с электромагнитными волнами, Дж. В ходе этого **очень кратковременного** взаимодействия «старые» фотоны поглощаются атомами и рождаются новые фотоны.

$$\Delta E = n_{\gamma} e_{\gamma} \quad (1-3)$$

где  $e_{\gamma}$  – энергия одного нового фотона, Дж. Энергия фотона зависит от длины электромагнитной волны и определяется по формуле:  $e_{\gamma} = \frac{h c}{\lambda}$ .

$n_{\gamma}$  – количество образуемых в электронном облаке новых фотонов.

В результате получим формулу скорости распространения электромагнитных волн в прозрачном веществе:

$$v = c \sqrt{1 - \frac{(E_0 + n_{\gamma} e_{\gamma})^2}{E_{\max}^2}} \quad (1-4)$$

Если формулу 1-4 преобразовать, то получим физическую формулу для определения показателя преломления света в веществе:

$$c/v = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{(E_0 + n_{\gamma} e_{\gamma})^2}{E_{\max}^2}}} \quad \text{или} \quad n = \left(1 - \frac{(E_0 + n_{\gamma} e_{\gamma})^2}{E_{\max}^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (1-5)$$

Из этой формулы получим формулу для определения количества фотонов, образованных в электронном облаке при взаимодействии с электромагнитной волной:

$$n_{\gamma} = \frac{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} E_{\max} - E_0}{e_{\gamma}} \quad (1-6), \text{ где } e_{\gamma} = \frac{h c}{\lambda}$$

Количество новых фотонов является индивидуальным для каждого прозрачного вещества. Это количество фотонов **относительно стабильно** в видимом диапазоне спектра электромагнитных волн. **Но в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах волн (и на границе этих диапазонов) количество образуемых фотонов может существенно колебаться** из-за сильного изменения поглощения электромагнитных волн атомами вещества (вплоть до аномальных значений). По этой причине для проведения корректного исследования эти диапазоны волн в исследовании не использовались.

Теперь протестируем новую дисперсионную формулу (1-5). В таблице 1 представлены **78** показателей преломления света в видимом диапазоне в **12** прозрачных веществах, которые находятся в трёх агрегатных состояниях: газообразном, жидком, твёрдом. (Эти показатели преломления находятся в интернете в широком доступе. В конце статьи приведены источники информации). Жирным шрифтом и серым цветом в таблице выделены известные показатели преломления света, необходимые для расчётов. Обычным шрифтом отображены условно неизвестные показатели преломления света, которые были определены по формуле 1-5.

**Табл.1**

$E_0, E_{\max}$ $10^{-14} \text{ J}$	$\lambda$ nm	Number photons $n_{\gamma}$	Photon energy $e_{\gamma}$ $10^{-19} \text{ J}$	Calculated refractive index	Laboratory refractive index	Divergence
<b>Gases</b>						
<b>1. Krypton</b> $E_0 = 0,1868993$ $E_{\max} = 8,1871058$ $v_{\max} = 299714330 \text{ m/s}$	645,8	<b>116</b>	3,0759458	1,0002707	1,0002711	<b><math>10^{-7}</math></b>
	605,8		3,2790456	1,0002714	1,0002716	
	587,3		3,3823358	1,0002717	1,0002719	
	<b>565,1</b>		<b>3,5152111</b>	<b>1,0002722</b>	<b>1,0002722</b>	
	556,4		3,5701758	1,0002724	1,0002724	
	450,4		4,4104037	1,0002752	1,0002752	

<b>2. Helium</b> $E_0 = 0,1869034$ $E_{\max} = 8,1871058$ $v_{\max} = 299714327 \text{ m/s}$	587,7	<b>115</b>	3,3800337	1,0002716	1,0002719	<b><math>10^{-7}</math></b>
	501,7		3,9594296	1,0002735	1,0002736	
	<b>492,3</b>		<b>4,0350311</b>	<b>1,0002738</b>	<b>1,0002738</b>	
	471,5		4,2130350	1,0002744	1,0002745	
	447,3		4,4360112	1,0002751	1,0002753	
<b>Liquids</b>						
<b>3. Water</b> $E_0 = 5,3149381$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 228031558 \text{ m/s}$	706,5	2944	2,8116714	1,32999	1,33002	<b><math>10^{-6}</math> <math>-10^{-5}</math></b>
	670,8	2939	2,9613086	1,33080	1,33080	
	<b>656,3</b>	<b>2937</b>	<b>3,0267344</b>	<b>1,33115</b>	<b>1,33115</b>	
	587,6	2927	3,3806089	1,33307	1,33304	
	577,0	2925	3,4427137	1,33340	1,33338	
	<b>546,1</b>	<b>2921</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,33447</b>	<b>1,33447</b>	
	501,6	2932	3,9602189	1,33637	1,33635	
	<b>486,1</b>	<b>2936</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,33712</b>	<b>1,33712</b>	
<b>4. Trimethylpentane</b> $E_0 = 5,6307639$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 217630778 \text{ m/s}$	471,3	2947	4,214 8224	1,33795	1,33793	<b><math>10^{-5}</math></b>
	<b>447,1</b>	<b>2966</b>	<b>4,4429564</b>	<b>1,33942</b>	<b>1,33942</b>	
	<b>656,3</b>	<b>1762</b>	<b>3,0267344</b>	<b>1,38945</b>	<b>1,38945</b>	
	589,3	1853	3,3708566	1,39153	1,39145	
<b>5. Methylohexan</b> $E_0 = 5,769 797 3$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 212691861 \text{ m/s}$	<b>546,1</b>	<b>1912</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,39316</b>	<b>1,39316</b>	<b><math>10^{-5}</math></b>
	501,6	2011	3,9602189	1,39547	1,39544	
	<b>486,1</b>	<b>2045</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,39639</b>	<b>1,39639</b>	
	<b>656,3</b>	<b>1541</b>	<b>3,0267344</b>	<b>1,42094</b>	<b>1,42094</b>	
<b>6. Toluene</b> $E_0 = 5,9301008$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 206695464 \text{ m/s}$	589,3	1653	3,3708566	1,42321	1,42312	<b><math>10^{-5}</math></b>
	<b>546,1</b>	<b>1725</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,42497</b>	<b>1,42497</b>	
	501,6	1836	3,9602189	1,42749	1,42744	
	<b>486,1</b>	<b>1874</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,42847</b>	<b>1,42847</b>	
<b>7. Heptane</b> $E_0 = 5,5965582$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 205672872 \text{ m/s}$	<b>656,3</b>	<b>4868</b>	<b>3,0267344</b>	<b>1,49243</b>	<b>1,49243</b>	<b><math>10^{-5}</math></b>
	589,3	4833	3,3708566	1,49715	1,49693	
	<b>546,1</b>	<b>4811</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,50086</b>	<b>1,50086</b>	
	501,6	4863	3,9602189	1,50631	1,50620	
<b>8. Sylvin</b> $E_0 = 5,9572493$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 205646032 \text{ m/s}$	<b>486,1</b>	<b>4881</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,50847</b>	<b>1,50847</b>	<b><math>10^{-5}</math></b>
	<b>656,3</b>	<b>2348</b>	<b>3,0267344</b>	<b>1,38572</b>	<b>1,38572</b>	
	589,3	2373	3,3708566	1,38773	1,38764	
	<b>546,1</b>	<b>2389</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,38930</b>	<b>1,38930</b>	
<b>9. Rock salt</b> $E_0 = 6,1213516$ $E_{\max} = 8,1871058$	501,6	2 442	3,9602189	1,39154	1,39149	<b><math>10^{-6}</math> <math>-10^{-5}</math></b>
	<b>486,1</b>	<b>2460</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,39241</b>	<b>1,39241</b>	
	<b>670,8</b>	<b>3541</b>	<b>2,9613086</b>	<b>1,5400</b>	<b>1,5400</b>	
	656,3	3526	3,0267344	1,5406	1,5407	
<b>8. Sylvin</b> $E_0 = 5,9572493$ $E_{\max} = 8,1871058$ $t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ $v_{\max} = 205646032 \text{ m/s}$	<b>643,8</b>	<b>3513</b>	<b>3,0855014</b>	<b>1,5412</b>	<b>1,5412</b>	<b><math>10^{-6}</math> <math>-10^{-5}</math></b>
	589,3	3497	3,3708566	1,5444	1,5443	
	<b>546,1</b>	<b>3485</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,5475</b>	<b>1,5475</b>	

t=18 °C v <sub>max</sub> = 199079265 m /s	508,6	3505	3,9057134	1,5510	1,5509	
	<b>486,1</b>	<b>3517</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,5534</b>	<b>1,5534</b>	
	480,0	3520	4,1384288	1,5541	1,5541	
<b>10. Fused quartz</b>  <b>E<sub>0</sub>= 5,8784075</b> <b>E<sub>max</sub> = 8,1871058</b> t=18 °C v <sub>max</sub> = 208665996 m/s	<b>656,3</b>	<b>2436</b>	<b>3,0267344</b>	<b>1,45640</b>	<b>1,45640</b>	<b>10<sup>-6</sup></b> <b>-10<sup>-5</sup></b>
	643,8	2431	3,0855014	1,45675	1,45674	
	<b>589,3</b>	<b>2408</b>	<b>3,3708566</b>	<b>1,45845</b>	<b>1,45845</b>	
	546,1	2399	3,6375129	1,46013	1,46013	
	<b>533,8</b>	<b>2397</b>	<b>3,7213297</b>	<b>1,46067</b>	<b>1,46067</b>	
	508,6	2400	3,9057134	1,46193	1,46191	
	<b>486,1</b>	<b>2403</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,46318</b>	<b>1,46318</b>	
<b>11. Fluorite (fluorspar)</b> <b>E<sub>0</sub>= 5,8208275</b> <b>E<sub>max</sub> = 8,1871058</b> t=18 °C v <sub>max</sub> = 210819240 m/s	<b>670,8</b>	<b>1368</b>	<b>2,9613086</b>	<b>1,4323</b>	<b>1,4323</b>	<b>10<sup>-6</sup></b> <b>-10<sup>-5</sup></b>
	656,3	1366	3,0267344	1,4325	1,4325	
	<b>643,8</b>	<b>1364</b>	<b>3,0855014</b>	<b>1,4327</b>	<b>1,4327</b>	
	589,3	1376	3,3708566	1,4338	1,4339	
	<b>540,1</b>	<b>1386</b>	<b>3,6779223</b>	<b>1,4350</b>	<b>1,4350</b>	
	508,6	1410	3,9057134	1,4361	1,4362	
	<b>486,1</b>	<b>1427</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,4369</b>	<b>1,4369</b>	
<b>12. Calcareous</b> <b>E<sub>0</sub>=6,4405833</b> <b>E<sub>max</sub> = 8,1871058</b> t=18 °C v <sub>max</sub> = 185082455 m/s	<b>670,8</b>	<b>2703</b>	<b>2,9613086</b>	<b>1,6537</b>	<b>1,6537</b>	<b>10<sup>-6</sup></b>
	656,3	2 696	3,0267344	1,6544	1,6544	
	<b>643,8</b>	<b>2690</b>	<b>3,0855014</b>	<b>1,6550</b>	<b>1,6550</b>	
	589,3	2690	3,3708566	1,6584	1,6584	
	<b>546,1</b>	<b>2690</b>	<b>3,6375129</b>	<b>1,6616</b>	<b>1,6616</b>	
	508,6	2716	3,9057134	1,6653	1,6653	
	<b>486,1</b>	<b>2731</b>	<b>4,0864962</b>	<b>1,6678</b>	<b>1,6678</b>	

В первом столбце таблицы находятся показатели энергии  $E_0$  и  $E_{\max}$  электронных облаков в 12 веществах. При этом  $E_{\max} = 8,1871058 \cdot 10^{-14}$  Дж является единой величиной для всех прозрачных веществ. Величина  $E_0$ , напротив, является индивидуальной для каждого вещества. В этом исследовании значение  $E_0$  определялась через расчёты системы уравнений, с использованием известных показателей преломления света и последующим подбором оптимальной величины. (Анализ полученных результатов  $E_0$  находится в разделе «Результаты»).

Затем по формуле 1-6 было определено количество фотонов  $n_\gamma$  для известных показателей преломления ( выделены жирным шрифтом и серым цветом в таблице 1). В связи с тем, что количество новых фотонов может колебаться в зависимости от длины волны, к большим расчётным участкам диапазона волн (60-80 нм) была применена формула:

$$n_{\gamma} = \frac{n_{\gamma 1}(\lambda_n - \lambda_2) + n_{\gamma 2}(\lambda_1 - \lambda_n)}{(\lambda_1 - \lambda_2)} \quad (1-7)$$

Необходимо отметить, что эта формула применялась только к жидким и твердым веществам. К инертным газам, где расчётные диапазоны намного больше (140 нм и 195 нм) формула 1-7 не применялась по причине высокой стабильности количества фотонов по всему спектру волн. (Анализ полученных результатов  $n_{\gamma}$  находится в разделе «Результаты»).

В результате по новой дисперсионной формуле 1-5 был определен **41** показатель преломления в **12** веществах, находящихся в трёх агрегатных состояниях. (Анализ полученных результатов находится в разделе «Результаты»).

В этой работе на основе формулы 1-4 была получена формула предела скорости распространения электромагнитных волн в веществе. При длине волны  $\lambda \rightarrow \infty$  величина  $e_{\gamma}$  будет равна нулю. В результате формула 1-4 приобретёт следующий вид:

$$v_{\max} = c \sqrt{1 - \frac{E_0^2}{E_{\max}^2}} \quad (1-8)$$

где  $c = 299\,792\,458$  м/с.

По этой формуле были вычислены пределы скорости распространения электромагнитных волн в 12 прозрачных веществах и занесены в таблицу 1. (Анализ полученных результатов находится в разделе «Результаты»).

В конце этого раздела исследования проведём интересное сравнение. Для этого преобразуем дисперсионную формулу 1-5. В результате получим:

$$E_{\max} = \frac{E_0 + n_{\gamma} e_{\gamma}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{или} \quad E_{\max} = \frac{E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Как видим, в полученной формуле присутствует **фактор Лоренца**. Своим внешним видом эта формула очень похожа на формулу Эйнштейна для определения полной энергии движущегося тела:

$$E_{\text{total}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{или} \quad E_{\text{total}} = \frac{E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где  $E_{\text{total}}$  – полная энергия движущегося тела.

$E$  – энергия покоящегося тела.

$v$  – скорость тела.

#### 4. Результаты.

В этом исследовании были получены следующие научные результаты:

Получена физическая формула для определения скорости распространения электромагнитных волн в прозрачном веществе. В основу этой формулы была положена энергия электронного слоя одной структурной единицы вещества (энергия электронного облака). Также была получена формула для определения количества фотонов, образованных в результате взаимодействия электронного облака с электромагнитной волной.

На базе этих формул была получена дисперсионная формула. Новая формула была протестирована на 12 прозрачных веществах, находящихся в трёх агрегатных состояниях. В результате был определен **41** показатель преломления света. Сравнение полученных показателей с лабораторными показателями преломления показало высокую точность новой дисперсионной формулы. **В инертных газах расхождение с лабораторными показателями преломления составило  $\pm 10^{-7}$ , в жидких и твёрдых веществах:  $\pm 10^{-6} - 10^{-5}$ .** При этом расчётные диапазоны волн составляли: в инертных газах 140 нм и 195 нм, в жидких и твёрдых веществах: 60 – 80 нм.

Для сравнения. Наиболее точная эмпирическая формула Гартмана:  $n = n_{\infty} + C/(\lambda - \lambda_0)^a$ , определяет показатели преломления света с точностью  $\pm 10^{-6} - 10^{-5}$ . При этом для достижения такой точности, расчётные участки диапазонов волн для этой формулы **не должны превышать несколько десятков нм**, то есть 30 – 40 нм.

При этом необходимо подчеркнуть, что новая дисперсионная формула является **физической формулой**, потому что в её основе находится энергия электронных облаков и количество фотонов, образованных при

взаимодействии вещества с электромагнитными волнами. В отличие от известной физической формулы Лоренца-Лорентца, новую дисперсионную формулу можно применять к такому же широкому кругу прозрачных веществ, как известные эмпирические формулы Гартмана и Коши.

Приступим к анализу таблицы 1. Как видно из этой таблицы, величина  $E_0$  является строго индивидуальной для каждого вещества. Наименьшая величина  $E_0$  приходится на инертные газы: криптон –  $0,1868993 \cdot 10^{-14}$  Дж и гелий –  $0,1869034 \cdot 10^{-14}$  Дж. Наибольшая величина  $E_0$  приходится на каменную соль –  $6,1213516 \cdot 10^{-14}$  Дж и известковый шпат –  $6,4405833 \cdot 10^{-14}$  Дж. (Тема значений величины  $E_0$  требует отдельного исследования).

Также из таблицы видно, что количество новых фотонов  $n_\gamma$  является строго индивидуальным для каждого вещества. При этом в инертных газах количество фотонов в 20-40 раз меньше, чем в жидкостях и твёрдых веществах. Наибольшее количество фотонов приходится на каменную соль – 3541 и толуол – 4881, а наименьшее количество фотонов приходится на криптон – 116 и гелий – 115. (Тема фотонов, образованных в веществе, требует отдельного исследования).

В этом исследовании была получена формула предела скорости распространения электромагнитных волн в прозрачном веществе. В таблице 1 в первом столбце находятся пределы скорости распространения электромагнитных волн в 12 прозрачных веществах, находящихся в трёх агрегатных состояниях. Из этой таблицы видно, что наибольший предел скорости электромагнитных волн – в криптоне ( $v_{\max} = 299\,714\,330$  m/s), а наименьший предел скорости – в известковом шпате ( $v_{\max} = 185\,082\,455$  m/s). (Тема пределов скорости распространения электромагнитных волн в прозрачных веществах требует отдельного исследования).

В предыдущем разделе исследования было выяснено, что в новой дисперсионной формуле в скрытой форме присутствует **фактор Лоренца**. Возможно, это обстоятельство является основной причиной высокой точности новой формулы.

#### **4. Заключение.**

В заключительной части этого исследования необходимо подчеркнуть, что главной целью этого исследования являлось изучение взаимодействия электромагнитных волн с прозрачными веществами. Получение новой дисперсионной формулы явилось одним из нескольких научных результатов этого исследования (см. раздел «Результаты»).

Полученные в этом исследовании результаты не являются окончательными. Необходимы дальнейшие исследования в области взаимодействия электромагнитных волн с прозрачными веществами.

#### **5. Справочный раздел.**

1. Alphonse F. Forziati. Refractive Index as a Function of Wavelength for Sixty API-NBS Hydrocarbonsl. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 1950, Vol. 44, p. 373-385. (Here are tables with the refractive indices as a function of wavelength for Trimethylpentane, Methyleylohexan, Tolnene, Heptane).
2. B.V. Ioffe. Refractometric methods of chemistry. *Chemistry*, 1983, p. 307. (in Russian). (Here are table with the refractive indices as a function of wavelength for Water).
3. Brief physical and technical reference book, volume 1, 1960, p. 371-372. (in Russian). (Here are tables with the refractive indices as a function of wavelength for Sylvin, Rock salt, Fused quartz, Fluorite (fluorspar), Calcareous).
4. Encyclopedia of Mechanical Engineering, *Mechanical engineering*, 1994-2015, p.792. (in Russian). (Here are tables with the refractive indices as a function of wavelength for Krypton, Helium).

#### **6. Декларация.**

Автор исследования: Андрей Чернов.