

**Психофизические аспекты поля иррадиации.
Psychophysical aspects of irradiational field
Глотова Н. В.**

*Глотова Наталья Владимировна / Glotova Natalya Vladimirovna – преподаватель физики,
Севастопольский морской колледж,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Севастопольский государственный университет, г. Севастополь*

Аннотация: в статье рассмотрено влияние площадей колец Фраунгофера на количество клеток сетчатки, вовлеченных непосредственно в процесс формирования изображения. Рассчитаны площади колец в случае рассеяния изображения на сетчатке для крайних спектральных цветов. Полученные данные позволяют в дальнейшем обоснованно подходить к анализу возникновения иллюзий, вызванных цветом объекта, а также рассчитывать количество информации получаемой при восприятии объекта.

Abstract: in this paper, the influence of the areas of the rings of the Fraunhofer-Gesellschaft on the number of cells in the retina, directly involved in the process of image formation. Calculated square of rings in the case of the scattering image on the retina for the extreme spectral colors. The data obtained will allow in the future to find a reasonable approach to the analysis of the occurrence of the illusions caused by color of the object and to calculate the amount of information obtained by perception of the object.

Ключевые слова: иррадиация, рассеяние, кольца Фраунгофера, затухание, спектральные цвета.
Keywords: irradiation, scattering, Fraunhofer rings, attenuation, spectral color.

Проблема рассеяния изображения на сетчатке рассматривалась в научных изысканиях [1, 2, 3, 4, 5], но, в то же время, эта проблема еще не изучена до конца. Достаточно большой проблемой является тот факт, что на процесс формирования изображения влияет множество факторов, не гомогенных по своей природе. Это вносит определенные сложности как с точки зрения изучения факторов, влияющих на формирование изображения, так и с точки зрения установления взаимной связи между этими факторами.

Так, линейная одномерная передаточная функция идеальной оптической системы (глаза человека) определяется функциями 1 и 2.

$$O(f) = \left(\frac{2}{\pi} \arccos(u) - u\sqrt{1-u^2} \right), \text{ если } 0 < u < 1 \quad (1)$$

$$u = \lambda \cdot a^{-1} \cdot d \cdot \nu, \text{ если } u > 1 \quad (2)$$

где λ – длина волны; a – диаметр зрачка; d – расстояние от хрусталика до сетчатки; ν – частота.

Данная функция преобразует точечный источник света на сетчатке в кольца Фраунгофера, кольца, образующиеся при дифракции света на круглом отверстии. С учетом фактора затухания картина рассеяния ограничивается вторым кольцом, интенсивность затухания в котором составляет 2 % от начальной интенсивности [1, 3, 5].

Таким образом, радиусы колец рассеяния рассчитываются по формулам:

$$R_1 = \beta_1 \frac{\lambda}{a} = 1,22 \frac{\lambda}{a} \quad (3)$$

$$R_2 = \beta_2 \frac{\lambda}{a} = 2,44 \frac{\lambda}{a} \quad (4)$$

где R_1, R_2 – радиусы первого и второго колец; коэффициенты, β_1, β_2 – определяющие радиусы рассеивания дифракционной картины с учетом степени затухания.

Также, учитывая влияние уровня освещенности объекта на диаметр зрачка, окончательная формула для расчета размера дифракционной картины вычисляется по формуле:

$$D = 2R_2 = 2 \frac{2,44\lambda}{1,24\delta(\log_{0,9} L)} \quad (5)$$

где δ – коэффициент диффузного отражения материала объекта (уровень блеска); L – яркость воспринимаемого объекта; a – диаметр зрачка.

Эффект колец Фраунгофера также оказывает непосредственное влияние на количество клеток сетчатки, участвующих в создаваемом на сетчатке изображении [8]. Так, например, математическое выражение плотности, создаваемой дифракционной картиной при освещении сетчатки различными цветами, определяется выражением 8, а площади светлых и темных колец в общем виде рассматриваются по формуле 9.

$$S_{КОЛЬЦА} = \pi(R_B^2 - R_M^2), \quad (8)$$

$$S(\beta) = 2 \left(\frac{S_1 \pi \beta}{\pi^2} \right), \quad (9)$$

где $S_{\text{КОЛЬЦА}}$ – площадь кольца; R_B – больший радиус кольца; R_M – меньший радиус кольца; β – коэффициент, который определяет значение экстремумов.

Согласно этой формулы, в работах по основам психофизики [6, 7] получены значения экстремумов, определяющих положение светлых и темных колец и соответствующие им интенсивности в картине рассеивания света на круглом отверстии (сетчатки) – таблица 1.

Таблица 1
Распределение колец и их интенсивности в дифракционной картине

Радиусы R	R_{1CB}	$R_{1ТЕМН}$	R_{2CB}	$R_{2ТЕМН}$
β	0	1,22	1,83	2,44
$U(\theta)$	1	0	0,0175	0
Освещенность сетчатки	макс	мин	макс	мин

В светлых кольцах происходит возбуждение клеток сетчатки, тогда как в темных такого возбуждения не происходит. Следовательно, рассчитывая общую площадь светлых колец, можно получить площадь возбужденных клеток:

$$S_{С.К} = S_{ВЗ.КЛ}, \quad (10)$$

где $S_{С.К}$ – площадь светлых колец в картине рассеивания (дифракционной картине); $S_{ВЗ.КЛ}$ – площадь возбужденных клеток.

Соотношение 10 справедливо только в том случае, если изображение, которое формируется на сетчатке, укладывается полностью в область с одинаковой плотностью клеток. Например, все изображения формируются в области желтого пятна или центральной ямки. Если изображение воспринимаемого объекта не укладывается полностью в области с одинаковой плотностью клеток сетчатки, тогда необходимо учитывать радиальную плотность. Соотношение площадей светлых и колец крайних спектральных цветов (красного и фиолетового) даст возможность оценить количество информации, которое приходит от этих цветов. Для того чтобы оценить соотношение площадей, необходимо рассчитать площадь каждого кольца, как темного, так и светлого, для красного и фиолетового цветов.

Расчет площади светлых колец для фиолетового цвета $\lambda = 380$ нм при условии, что диаметр зрачка $a = 3$ мм:

$$S_{1CB.Ф} = \pi R^2 = 3,14 \cdot \left(1,22 \cdot \frac{380}{3} \right)^2 \cdot 10^{-12} = 74985 \text{ (нм}^2\text{)}; \quad (11)$$

$$S_{2CB.Ф} = \pi(R_3^2 - R_2^2) = 3,14 \left((2,44 - 1,83) \cdot \frac{380}{3} \right)^2 \cdot 10^{-12} = 131224 \text{ (нм}^2\text{)}; \quad (12)$$

$$S_{1ТЕМН.Ф} = \pi(R_2^2 - R_1^2) = 3,14 \left((1,83 - 1,22) \cdot \frac{380}{3} \right)^2 \cdot 10^{-12} = 93729 \text{ (нм}^2\text{)}; \quad (13)$$

$$S_{ОБ.СВ} = S_{1CB} + S_{2CB} \text{ (нм}^2\text{)}; \quad (14)$$

$$S_{ОБ.СВ.Ф} = 206229 \text{ (нм}^2\text{)}. \quad (15)$$

Проведенный аналогичным образом расчет площади клеток, вовлеченных в формирование изображения точечного источника красного цвета, дал следующий результат:

$$S_{ОБ.СВ.К} = 660325 \text{ (нм}^2\text{)}. \quad (16)$$

В дифракционной картине (иррадиационном поле) белого цвета нет темных колец. Следовательно, площадь дифракции для белого цвета будет представлять собой площадь кольца, радиус которого приравнивается радиусу R_3 красного цвета:

$$S_{ОБ.Б} = S_{ОБ.СВ.К} + S_{Т.К} = (660325 + 300146) \cdot 10^{-12} = 960471 \text{ (нм}^2\text{)}. \quad (17)$$

Для того чтобы сравнить площадь, а соответственно, и количество клеток, которые берут участие в формировании изображения объектов различных цветов, используется формула 36.

$$\frac{S_{ОБ.СВ.К}}{S_{ОБ.СВ.Ф}} = \frac{660325}{206229} = 3,2; \quad \frac{S_{ОБ.Б}}{S_{ОБ.СВ.К}} = \frac{960471}{660325} = 1,45; \quad (18, 19)$$

$$\frac{S_{ОБ.Б}}{S_{ОБ.СВ.Ф}} = \frac{960471}{206229} = 4,66. \quad (20)$$

Из формул 18–20 следует что при восприятии одного и того же объекта различных цветов размер иррадиационного поля и, соответственно, количество возбужденных клеток будут изменяться. Это будет влиять на количество информации и иррадиационное поле объекта.

Вывод: дальнейшее исследование площадей темных и светлых колец в дифракционных картинах рассеяния даст возможность определить количество клеток, вовлеченных в процесс формирования изображения. Это, в свою очередь, позволит объяснить тот факт, что психоэмоциональная реакция на тот или иной цвет вызвана не только субъективными оценками, но и объективной реакцией нервной системы человека на физический раздражитель, обладающий определенными параметрами.

Литература

1. *Бессарабова Е. В.* Анализ основных принципов восприятия объектов дизайна / Е. В. Бессарабова // Теоретические и практические проблемы развития современной науки. Сборник материалов 5-й международной научно-практической конференции. – Изд-во: Общество с ограниченной ответственностью «Апробация», 2014. – С. 116-118.
2. *Бессарабова, Е. В.* Влияние геометрии, цвета и материала объекта дизайна на количество его информации / Е. В. Бессарабова // Гуманитарно-педагогическое образование. – 2015. – Т. 2. – № 2. – С. 160–164.
3. *Бессарабова Е. В.* Геометро-физиологические особенности восприятия возникновения иррадиационных полей / Е. В. Бессарабова // Журнал «Перспективы науки». – декабрь 2014. – № 12 (63). – С. 95–99.
4. *Бессарабова Е. В.* Особенности восприятия объектов дизайна / Е. В. Бессарабова // Гуманитарно-педагогическое образование. – 2015. – Т. 1. - № 1. – с. 91-96.
5. *Бессарабова Е. В.* Психологический и психофизиологический аспекты восприятия объектов дизайна / Е. В. Бессарабова // Журнал «Глобальный научный потенциал». – октябрь 2014. - № 10 (43). – С. 17-20.
6. *Вейль Г.* Симметрия / Г. Вейль; [Под ред. Розенфельда Б. А.]. – М.: Наука, 1968. – 191 с.
7. *Голицын Г. А.* Гармония и алгебра живого. В поисках биологических принципов оптимальности / Г. А. Голицын, В. М. Петров; под. ред. Голицына Г. А. – М.: Знание, 1990. – 128 с.
8. *Кальотти Дж.* От восприятия к мысли / Дж. Кальотти. – М.: Мир, 1998. – 221 с.