

# **9 Международную конференцию «ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА-2010»**

проводят:

Оптическое общество им. Д.С. Рождественского

Научно-производственный концерн  
«Оптические системы и технологии»

Государственный оптический институт  
им. С.И. Вавилова, Санкт-Петербург

Научно-исследовательский и технологический институт оптического  
материаловедения, Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий  
механики и оптики

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,  
Санкт-Петербург

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
имени Д.И. Менделеева

Секция «Оптика» Дома ученых Российской Академии наук, Санкт-  
Петербург

Конференцию поддерживают:

Правительство Санкт-Петербурга  
ОАО «Оптическая техника и технология»,  
Москва

---

*Проект реализован при финансовой поддержке  
Правительства Санкт-Петербурга*

# *Сборник трудов конференции*

## **Том 1**

### **Секция 1. Оптическое приборостроение**

**РЕДАКТОРЫ:** *Л.Н. Архипова, В.Б. Шилов, Ан. А. Мак,  
Э.В. Кувалдин, И.А. Малышев*

Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова

## **Том 2**

### **Секция 2. Оптические материалы и технологии**

**РЕДАКТОРЫ:** *К.В. Дукельский, Г.Я. Конаева*

Научно-исследовательский и технологический институт оптического материаловедения

### **Секция 3. Компьютерные технологии в оптике**

**РЕДАКТОР:** *М.А. Ган*

Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова

## **Том 3**

### **Секция 4. Тепловидение в медицине и промышленности**

**РЕДАКТОР:** *Ю.И. Солдатов*

### **Секция 5. История оптики, оптика в медицине**

**РЕДАКТОР:** *В.А. Зверев*

### **Секция 6. Передача, восприятие и измерение цвета**

**РЕДАКТОРЫ:** *М.В. Данилова, Л.Л. Полосин*

### **Секция 7. Нейронконика**

**РЕДАКТОР:** *Ю.Е. Шелепин*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЛЛЮЗИИ МЮЛЛЕРА-ЛАЙЕРА

И.И. Шошина\*, С.В. Пронин\*\*

\*Сибирский федеральный университет, Красноярск

\*\*Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

С помощью изображений фигуры Мюллера-Лайера, подвергнутых предварительной вейвлетной обработке, исследовалось влияние высоких и низких пространственных частот на пороги иллюзии в различном возрасте. Изображения, содержащие низкие пространственные частоты, воспринимались с большим искажением испытуемыми всех возрастных групп.

Изображения, сгенерированные компьютером, которые перед выводом на экран дисплея не были подвергнуты специальным преобразованиям, содержат различные искажения, возникающие в силу дискретности поверхности экрана. Предварительная обработка изображений позволяет очистить сигнал от шума. Вместе с тем, математические преобразования сигнала позволяют получить дополнительную информацию о стимуле, недоступную в исходном виде. Популярное в настоящее время вейвлет-преобразование, представляющее собой разновидность субполосного кодирования, используется как для очистки сигналов от шумов, так и для частотно-временного анализа сигналов, выделения локальных свойств, распознавания и классификации сигналов.

Метод вейвлетной фильтрации изображения путем свертки с DoG-функциями (разность гауссиан) применен нами для предварительной обработки фигуры Мюллера-Лайера. Использовали высокочастотный и низкочастотный каналы обработки. Цель исследования состояла в том, чтобы оценить роль низкочастотной фильтрации в формировании иллюзии длины (протяженности). Определялись пороги иллюзии Мюллера-Лайера при предъявлении обычных и фильтрованных изображений, содержащих только высокие или только низкие пространственные частоты (рис. 1).

Масштаб использованных DoG-функций равнялся 4 и 32. Так как масштаб в вейвлет-преобразовании – величина обратная частоте, соответственно при масштабе DoG-функции – 4 изображение содержало высокие частоты (рис. 1b), при масштабе - 32 – низкие пространственные частоты (рис. 1c).

Стимулы предъявлялись на экране монитора Samsung Samtron 76E (90-cd/m<sup>2</sup>). Отрезок линии с крыльями стрел, направленными внутрь, являлся референтным. Второй отрезок с крыльями стрел, направленными наружу, был тестовым.

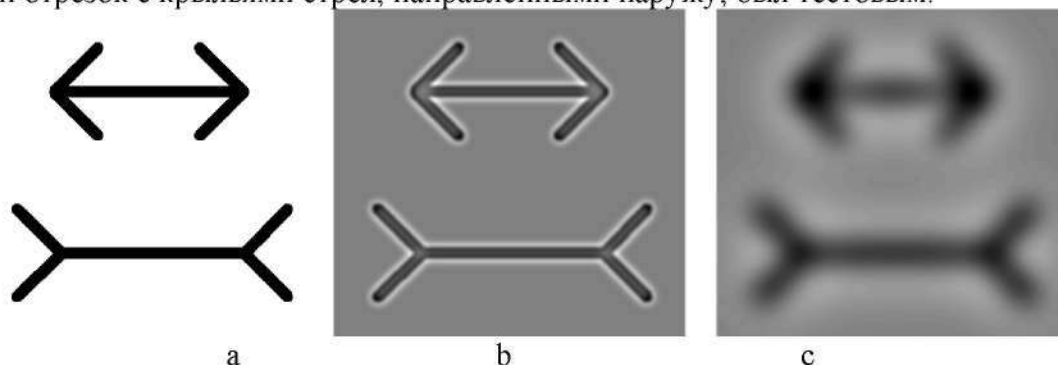


Рис. 1. Изображения фигуры Мюллера-Лайера, использованные в эксперименте

а – нефигурное изображение, b – изображение, содержащее высокие частоты (масштаб DoG – 4), с – изображение с низкими пространственными частотами (масштаб DoG – 32).

Длина сравниваемых отрезков составляла 6,7 см (5°), крыльев – 2 см (1,5°), расстояние от испытуемого до монитора 80 см. Угол раскрытия крыльев составлял 45° и 135°. Наблюдение осуществляли бинокулярно. От испытуемого требовалось нажатием правой клавиши компьютерной мыши уравнивать величину тестового отрезка с референтным. Ограничения во времени разглядывания стимула отсутствовали. Порог иллюзии П рассчитывали программно по формуле:  $P = W1/W2 \times 100\%$ , где W1 – длина тестового отрезка, W2 – длина референтного отрезка.

В эксперименте участвовал 181 человек. Среди них испытуемые в возрасте  $7,5 \pm 0,5$  лет – 23 человека (11 девочек),  $9,5 \pm 0,5$  лет – 23 человека (11 девочек),  $12 \pm 1,5$  лет – 78 человек (53 девочки), и 32 человека в возрасте от 18 до 39 лет (средний возраст 28 лет, женщин – 29). Острота зрения всех испытуемых была нормальной или скорректированной до нормы. Никто из испытуемых не страдал нарушением зрения для близи. Условия проведения экспериментов соответствовали Хельсинкской декларации всемирной медицинской ассоциации.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью пакета статистических программ SPSS-13. Проверка выборки на нормальность распределения выполнялась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Оценка достоверности различий осуществлялась с помощью t-критерия Стьюдента.

Установлено, что во всех исследуемых возрастных группах порог иллюзии Мюллера-Лайера при предъявлении изображений, содержащих только низкие пространственные частоты, ниже, чем при предъявлении изображения с высокими пространственными частотами, а также нефигурного изображения (рис. 2).

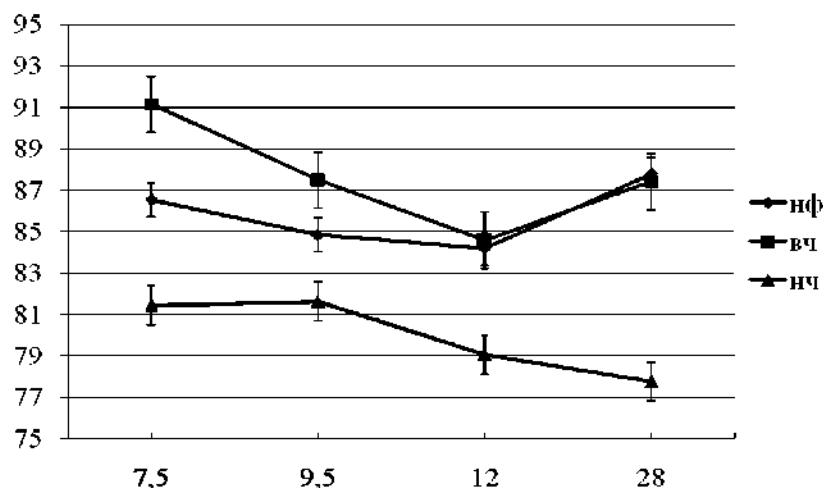


Рис. 2. Влияние предварительной фильтрации изображения на порог иллюзии Мюллера-Лайера в различном возрасте

По оси x – возраст испытуемых; по оси y – порог иллюзии в процентах. нф – изображение без предварительной фильтрации, вч – изображение, содержащее высокие пространственные частоты, нч – изображение, в котором присутствуют только низкие пространственные частоты;

То есть чувствительность к иллюзии низкочастотных каналов выше, чем высокочастотных. При этом от 7 до 12 лет чувствительность как низкочастотных, так и высокочастотных каналов увеличивается. После 12 лет динамика изменения чувствительности высоко- и низкочастотных каналов имеет противоположный характер. Чувствительность низкочастотных каналов продолжает увеличиваться (порог иллюзии снижается), а высокочастотных – снижаться (порог иллюзии повышается). У подростков и взрослых порог иллюзии при предъявлении нефильтрованного изображения и изображения с высокими пространственными частотами не отличался. Это как нам кажется является свидетельством преобладающей роли низких пространственных частот в возникновении иллюзии Мюллера-Лайера, а так же о том. Тот факт, что при предъявлении изображения с низкими пространственными частотами порог иллюзии ниже, чем с высокими частотами свидетельствует в пользу гипотезы о том, что данная иллюзия преимущественно является результатом обработки информации на нижнем сенсорном уровне.

Таким образом, с помощью предварительной вейвлетной фильтрации изображения фигуры Мюллера-Лайера установлен вклад низкочастотной и высокочастотной составляющей в возникновение иллюзии размера, а также возрастная динамика чувствительности низко- и высокочастотных каналов при оценке размера отрезков.