

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

**А. С. Буянова**  
**С. А. Полевая**  
**О. Ю. Некрич**

**ПРАКТИКУМ ПО МЕТОДУ  
ЦВЕТОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ КАМПИМЕТРИЯ**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией ФСН для  
студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки  
37. 03. 01 “Психология”,  
37. 04. 01 “Психология”,  
37. 05. 02 “Психология служебной деятельности”.

Нижний Новгород 2022

УДК 159.91

ББК 88.9

Буянова А. С., Полевая С. А., Некрич О. Ю. ПРАКТИКУМ ПО МЕТОДУ ЦВЕТОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ КАМПИМЕТРИЯ.: учебно-методическое пособие. – [электронный ресурс]

Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. – 31с.

Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ

Рецензент: к.п.н., **Халак М. Е.**

В данном учебно-методическом пособии рассматривается метод цветовой компьютерной кампиметрии. Основную часть содержания составляет теоретический материал по теме. Также в пособии приведены практические задания для лабораторной работы.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям: “ Психология, “ Психология служебной деятельности”, а также может быть использовано школьниками старших классов, занимающихся научной работой в рамках НОУ.

УДК 159.91  
ББК 88.9

© Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, 2022  
© Буянова А. С., Полевая С. А., Некрич О. Ю.

## **Предисловие**

В данном учебно-методическом пособии представлено введение в метод цветовой компьютерной кампиметрии.

Определение цветового зрения включает исследование уровня цветочувствительной функции, выявление цветовых расстройств и дифференцирование их по формам и степеням.

**Компьютерная кампиметрия** – технология, позволяющая измерить дифференциальные пороги по координатам цветовых моделей в виртуальной компьютерной среде и является одним из современных научных и прикладных инструментальных методов.

В пособии приводится теоретическая информация и обоснование метода, рассматриваются работа в компьютерной среде на web- платформе Arway, а также перечислены основные направления применения метода в работе и в научных исследованиях.

В рамках данного практикума студенты получают навыки грамотной регистрации и количественной оценки дифференциальных порогов по координатам цветовых моделей в виртуальной компьютерной среде, полученные навыки в дальнейшем помогут им в решении фундаментальных и прикладных задач. Практические задания для лабораторной работы были составлены авторами.

## Оглавление

Аннотация.....	5
Введение .....	6
1. Основные аспекты психофизиологии цветового зрения.....	6
2. Цвет как фактор эмоционального гомеостаза.....	9
2. 1. Синий цвет .....	10
2. 2. Красный цвет .....	11
2.3. Желтый и оранжевый цвета .....	12
2. 4. Современные методы исследования цветового зрения .....	12
3. Измерение дифференциальных порогов по шкале оттенков цветовой модели HSL в виртуальной компьютерной среде .....	13
3. 1. Основные понятия: .....	13
3. 2. Работа в компьютерной среде на WEB – платформе APWAY.....	15
3. 3. Инструкция испытуемому.....	20
3. 4. Обработка и интерпретация данных .....	23
3. 5. Статистический анализ системы цветоразличения по показателям компьютерной кампиметрии .....	24
Выводы .....	27
Рекомендуемая литература .....	29
Приложение №1 .....	30
Приложение №2 .....	31

## **Аннотация**

В пособии представлено описание метода цифровой компьютерной кампиметрии для измерения дифференциальных порогов цветоразличения по координатам цветовых моделей в виртуальной компьютерной среде на web-платформе Arway, дано теоретическое обоснование метода, раскрыты основные понятия. Перечислены основные направления применения метода в работе и в научных исследованиях.

**Цель:** Измерение дифференциальных порогов по оттенку и диагностика функционального состояния по функции цветоразличения

### **Задачи:**

- 1) Освоить метод компьютерной кампиметрии
- 2) экспериментально смоделировать цветовое стимульное пространство (ЦСП) в виртуальной компьютерной среде на WEB – платформе APWAY
- 3) Измерить пороги цветоразличения для ЦСП
- 4) Построить функцию цветоразличения
- 5) Определить функциональное состояние по функции цветоразличения

**Оборудование:** Для работы с компьютерной средой на платформе APWAY необходимо наличие компьютера или планшета с доступом в интернет. В настройках устройства необходимо выбрать максимальный уровень яркости экрана.

## **Введение**

В настоящий момент исследование когнитивных аспектов цветового зрения широко используются в психологических и околопсихологических сферах деятельности (психиатрической клинике, в процессе психологического консультирования, оценке, адаптации и управлении персоналом).

Большое количество работ посвящено влиянию цвета на эмоциональное состояние человека и использования цветотерапии при лечении различных заболеваний и коррекции психофизиологического состояния. Исследования формирования зрительного образа позволили эффективно использовать воображение в консультативной психологической и психотерапевтической практике.

В любом, указанном выше, виде деятельности, важным остается диагностический компонент. Исследование цветового восприятия применяется с целью:

- 1) Диагностики:
  - заболеваний (Шизофрении, биполярного расстройства)
  - аффективного состояния
  - тенденцией к депрессии
  - тип высшей нервной деятельности
  - тип вегетативной регуляции
- 2) Выявление динамики изменения состояния в различных контекстах (в процессе трудовой деятельности, психологического консультирования, медикаментозного лечения, и др)
- 3) Распознавание стрессовых ситуаций
- 4) Выявления компенсирующего цвета для корректировки физиологического состояния.

Клинические данные свидетельствуют о влиянии состояния физиологической системы на восприятие цвета и о влиянии цвета на физиологическое состояние.

### **1. Основные аспекты психофизиологии цветового зрения**

Сенсорной системой называют часть нервной системы, воспринимающую внешнюю для мозга информацию, передающую ее в мозг и анализирующую ее. Сенсорная система состоит из воспринимающих элементов – рецепторов, нервных путей, передающих информацию от рецепторов в мозг, и тех частей мозга, которые заняты переработкой и анализом этой информации.

Процесс передачи сенсорных сигналов (их часто называют сенсорными сообщениями) сопровождается их многократными преобразованиями и перекодированием на всех уровнях сенсорной системы и завершается опознанием сенсорного образа

Весь видимый нами спектр электромагнитных излучений заключен между коротковолновым (длина волны 400 нм) излучением, которое мы называем фиолетовым цветом, и длинноволновым излучением (длина волны 800 нм), называемым красным цветом. Остальные цвета видимого спектра (синий, зеленый, желтый и оранжевый) имеют промежуточные значения длины волны.

Любой цветовой образ можно сформировать комбинацией трех цветовых сигналов (красного, зеленого и синего), результат зависит от пропорции монохроматических компонентов.

Смешение лучей всех цветов дает белый цвет.



Рис. 1. Видимый солнечный спектр

В психофизиологии цветового зрения, максимальное развитие получила трехкомпонентная теория Г. Гельмгольца, согласно которой цветовое восприятие обеспечивается тремя типами колбочек с различной цветовой чувствительностью.

В зависимости от максимальной чувствительности (максимальное поглощение фотонов определенного цвета), выделяют длинноволновые колбочки («красные», L), средневолновые («зеленые», M) и коротковолновые («синие», S). Несмотря на название, каждый тип колбочек поглощает световые волны в широком диапазоне. Например, L- и M- колбочки чувствительны ко всем видимым волнам. Свет, соответствующий максимуму поглощению для «синих» S - колбочек при нейтральном освещении воспринимается как фиолетовый, а максимум поглощения «зеленых» L – колбочек соответствует желтоватому цвету.

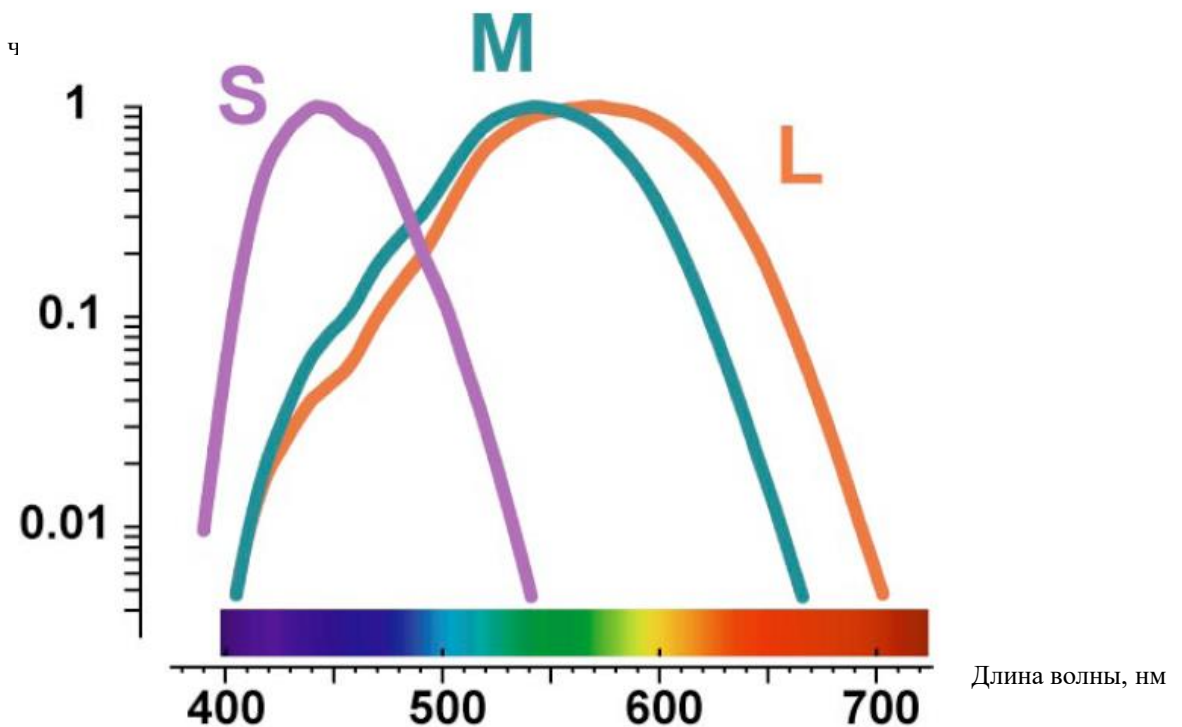


Рис. 2. Относительная чувствительность длинноволновых (L), средневолновых (M) и коротковолновых (S) колбочек, как функция длины волны. Каждая кривая нормализована относительно максимума. Чувствительность M и L – колбочек в значительной степени перекрываются и включают почти весь видимый диапазон (по: Stockman, Sharpe, 2000).

После поглощения света фоторецепторами остается только информация о количестве фотонов, поглощенных каждой колбочкой. После преобразования в матрице фоторецепторов ставится в соответствие три числа, отражающие активность трех типов колбочек. Этот принцип кодирования называется трихроматией.

Количество поглощённых фотонов зависит от интенсивности света (яркость) и длины волны (цвет).

Помимо трехкомпонентного механизма, обеспечивающего кодирование цветовой информации, для восприятия цвета необходимы нейрональные механизмы более высокого уровня.

Информация от колбочек передается в латеральное коленчатое тело (ЛКТ) таламуса и в верхние ядра четверохолмия (ВЯЧ) в среднем мозгу по аксонам ганглиозных клеток сетчатки в составе зрительного нерва.

Восприятие яркости происходит за счет анализа сигналов от красных и зеленых колбочек, в то время как восприятие цвета задействует информацию со всех трех типов рецепторов.



На подкорковом уровне происходят адаптивные изменения, компенсирующие смещение пропорции в сигналах от колбочек (например, компенсация суточных колебание количество колбочек).

(В подкорковых структурах реализуется однозначное соответствие между спектральными характеристиками зрительного сигнала и нейрональной репрезентацией)

В коре головного мозга из системы сигналов формируется зрительный образ. Несмотря на выделение яркостных и цветовых клеток в коре, Анализ спектра и яркости не разделим. Так яркостные клетки проявляют зависимость от цветовой модальности, а цветовые клетки проявляют зависимость от яркостной модальности.

Рекуррентное нейрональное взаимодействие внутри и между зонами коры в вентральном (затылочно-височном) и дорзальном (затылочно-теменном) циклах при рекуррентном взаимодействии между этими глобальными циклами рассматривается как фундаментальный механизм формирования зрительного образа (Pollen, 2006).

## 2. Цвет как фактор эмоционального гомеостаза

Исследования восприятия стали экспериментальным и теоретическим обоснованием связи между потребностно-мотивационным состоянием человека и скоростью, порогами осознания и формирования образа цветового сигнала.

Повышение и понижение чувствительности к определенному цвету зависит от потребности в физиологическом эффекте от данного цвета или её удовлетворения, соответственно.

Установлена зависимость между типом нервной системы и пороговыми характеристиками цветового зрения. Увеличение тревожности соответствует повышению возбудимости, которая положительно влияет на распознавание цветовой информации у меланхоликов отрицательно у холериков и не влияет на флегматиков и сангвиников.

Результаты наблюдений и экспериментов свидетельствуют о существовании двух осей взаимообусловленности: сон – бодрствование и стресс – депрессия. **Ось сон – бодрствование**, отражает взаимосвязь изменения физиологического состояния и смены доминирующих цветовых стимулов в течение суток.

Отношения между организмом и цветом по оси «сон – бодрствование» полностью соответствуют задаче поддержания гомеостаза.

**Вторая ось, стресс – депрессия**, определена вовлеченностью цветового сигнала в эмоциональные ассоциации. Цветовой стимул способен вызывать эмоциональные реакции (экзогенные эмоции), которые зависят от изначального эмоционального состояния человека (эндогенные эмоции). В соответствии с этими условиями выделяют четыре функции цвета (Hoss, 2005):

**А. Усиление.** Проявляется при совпадении экзогенных и эндогенных эмоций;

**Б. Дополнение.** Цвет вносит в контекст новую информацию и обеспечивает формирование более сложного образа;

**В. Компенсация.** Цвет провоцирует реакции, компенсирующие физиологические изменения, вызванные экзогенными эмоциями;

**Г. Цвет, как символ.** Цвет воспринимается вне связи с объектами, как самостоятельный источник информации. В этом случае реакция на цвет определяется уровнем внутреннего баланса (Jung, 1973).

Исходное эмоциональное состояние играет ключевую роль в реакции на цветовой стимул: в разных эндогенных контекстах один и тот же цвет связан с разными, даже противоположными, эмоциями.

Важнейшим результатом исследования связи самочувствия, активности, настроения (САН) и ошибок воспроизведения цвета (Яньшин, 2000) стало открытие **эффекта перцептивного приписывания**: *отрицательные эмоции придают воспринимаемому цветовому образу синий оттенок.*

Можно предполагать, что эффект перцептивного приписывания является когнитивным результатом объединения экзогенного сигнала от стимула с эндогенным сигналом.

## **2. 1. Синий цвет**

**1) По оси сон – бодрствование**, синий цвет ассоциативно соответствует состоянию релаксации.

Он доминирует вечером и сумерках, физиологическая система переходит в режим сна и находится в состоянии релаксации с активизируется воображение, «погруженность в себя», мечтательность.

Физиологическая проекция комплекса [релаксация] – [синий и темно-зеленый] проявляется в эффектах доминирования **парасимпатической системы**:

- уменьшении частоты сердечных сокращений и дыхания
- уменьшении боли
- понижении артериального давления
- уменьшении аккомодации

- уменьшении мускульного напряжения

- 2) **По оси стресс – депрессия**, повышение чувствительности к синей части спектра совпадает с эмоциональным напряжением, а так же при дистрессе.
- 3) **Экзогенное влияние.** Обладает успокаивающей характеристикой. Поэтому в процессе удовлетворения потребности в расслаблении и отдыхе чувствительность к синему цвету снижается. Однако длительное воздействие этих цветов приводит к противоположному аффекту - агрессии.
- 4) Повышенная чувствительность к синему характерна при **состоянии гиперактивации**, пониженная при функциональном угнетении.
- 5) **Аффективные нарушения:** при максимальной чувствительности к синему доминируют отрицательные эмоции (тоска, душевный дискомфорт), при минимальной - положительные (радость, благодушие); (Дорофеева, 1970)
- 6) **Клиническое использование:** синие лучи применяют при лечении воспалительных заболеваний глаз и ветрянке (Базыма, 1998)
- 7) **Психотропное влияние в клинике психических болезней Бехтерева (1991) лечебная стратегия:** синий контекст (синее освещение или преобладание синего в отделке помещения) – в стратегию лечения истерии, - как факторы нормализации состояния;
- 8) **Симпатотоники.** Дифференциальный порог по оттенку синего выше. При симпатической активации в субъективном цветовом пространстве доминирует «синий» оттенок.

## 2. 2. Красный цвет

- 1) **По оси сон – бодрствование, ассоциируется с состоянием** активного бодрствования. Днем при ярком свете в экзогенной палитре доминируют красный, желтый и светло-зеленый цвет, при этом физиологическая система находится в состоянии активного бодрствования.

Физиологическая проекция комплекса [активное бодрствование] – [красный, желтый и светло-зеленый] проявляется в эффектах активации :

- увеличении частоты сердечных сокращений и дыхания
- повышении артериального давления
- увеличении аккомодации
- усилении мускульного напряжения

- 2) **По оси стресс – депрессия**, Снижение чувствительности при дистрессе.
- 3) **Экзогенное влияние.** Не связан со знаком эмоций, вызывает сильную активацию эмоционального состояния независимо от того, позитивно оно или негативно. В этом цвете «заинтересован» человек, хорошо отдохнувший,

восстановивший силы, испытывающий потребность в интенсивной деятельности. Однако длительное воздействие этого цвета может привести к гиперактивации, и как следствие, к депрессии.

- 4) Повышенная чувствительность характерна при **функциональном угнетении**, пониженная при состоянии гиперактивации.
- 5) Аффективные нарушения: максимальная чувствительность к красному соответствует преобладанию стенических (радость, гневливость), а минимальная - астенических (тоскливость, страх) эмоций
- 6) **Клиническое использование:** красный экзогенный контекст используется для лечения ветряной оспы, скарлатины, кори и ряда кожных заболеваний; (Базыма, 1998)
- 7) **Психотропное влияние в клинике психических болезней Бехтерева**  
**лечебная стратегия:** красный контекст (красное освещение или преобладание красного в отделке помещения) включен в стратегию лечения депрессии (Бехтерев, 1991);
- 8) **Ваготоники.** Доминирование «красного» оттенка в субъективном цветовом пространстве.

#### **Зеленый цвет**

Приближен по значению к синему, как правило, нейтральное значение. Изменения чувствительности к зеленому не имеют четких эмоциональных коррелятов; **Клиническое использование:** зеленый облегчает невралгии и мигрени, используется при лечении астмы, ларингита;

### **2.3. Желтый и оранжевый цвета**

Приближены по значению к красному.

**Клиническое использование:** желтый оказывает лечебное воздействие при заболеваниях пищеварительного тракта, печени, почек, ревматизме;

## **2. 4. Современные методы исследования цветового зрения**

Определение цветового зрения включает исследование уровня цветочувствительной функции, выявление цветовых расстройств и дифференцирование их по формам и степеням. Эти исследования могут быть произведены при помощи:

1. Таблиц. Наибольшим распространением пользуются полихроматические таблицы Рабкина. В таблицах среди фоновых кружочков одного цвета имеются кружочки одинаковой яркости, но другого цвета, составляющие для нормально видящего какую-либо цифру или фигуру. Лица с расстройством цветового зрения не

отличают цвет этих кружочков от цвета кружочков фона и поэтому не могут различить предъявляемых им фигурных или цифровых изображений.

2. Офтальмологические приборы. Для более точного исследования цветового зрения используют спектральные приборы, в основе которых используется цифровой синтез зрительных стимулов с последующим воспроизведением на экране цветной электронно-лучевой трубки (ЦЭЛТ). Они позволяют автоматизировать достаточно сложный процесс исследования зрения, включая этапы синтеза зрительных стимулов, регистрации ответной реакции испытуемого, обработки и анализа результатов исследований, обеспечивают широкий диапазон изменения пространственных, цветовых и временных характеристик тестовых стимулов, возможность выявления слабых изменений порогов зрения. Наибольшее распространение получил аномалоскоп Нагеля. Обследуемый видит в приборе круг, состоящий из двух половин: одна из них освещается монохроматическими желтыми лучами (589 нм), другая — смесью красного (671 нм) и зеленого (536 нм) лучей. Испытуемый должен подравнять цвет смеси красного с зеленым к цвету желтого поля.
3. Мультимодальная нелинейно-оптической микроспектроскопия, сочетающей в рамках единой оптической схемы методы когерентного и вынужденного комбинационного рассеяния света с использованием сверхкоротких chirпированных лазерных импульсов.
4. Компьютерная цветовая кампиметрия
5. Подравнивание синтезируемого на экране компьютера цветного пятна к желтому эталону. (Яньшин, 2000).
6. Эффекты маскировки используются в качестве экспериментальной модели для исследования механизмов интеграции и сегрегации признаков при формировании субъективного образа (Treisman, Schmidt, 1982).

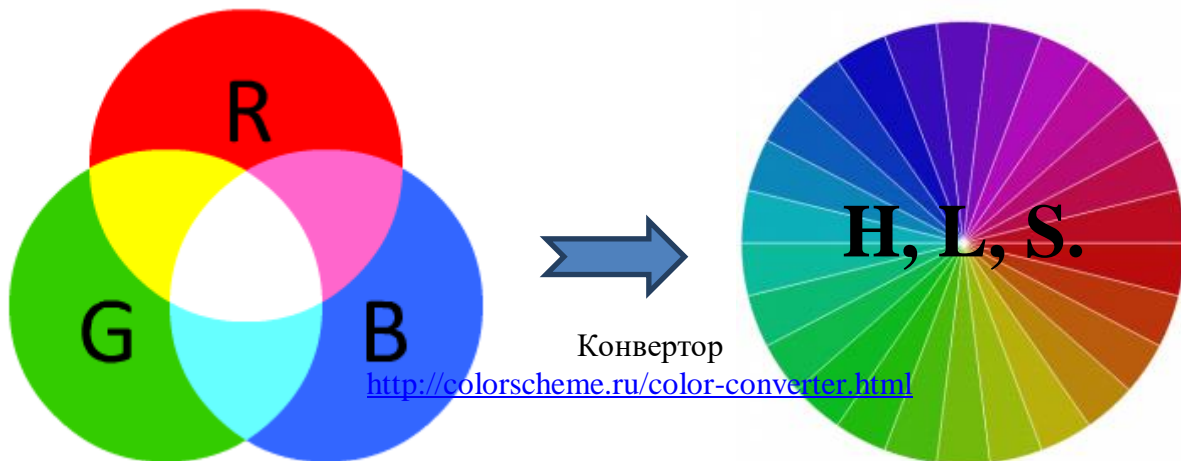
### **3. Измерение дифференциальных порогов по шкале оттенков цветовой модели HSL в виртуальной компьютерной среде**

#### **3. 1. Основные понятия:**

**Компьютерная кампиметрия** – технология измерения дифференциальных порогов по координатам цветовых моделей в виртуальной компьютерной среде. **Дифференциальные пороги** –

минимальное различие между двумя значениями параметра, вызывающее различие ощущений. Функция цветоразличения – распределение дифференциальных порогов по оттенку по шкале оттенков.

**Цветовая модель** – математическая модель описания и представления цветов в виде чисел, называемых цветовыми координатами. Все возможные значения цветов, задаваемые моделью, определяют цветовое пространство










<p><b>R, G, B</b> – цветовая модель, в которой координатами являются красный (R), зеленый (G) и синий (B) цвета. Цвета моделируются по средствам смешения 3х основных цветов. Выбор основных цветов обусловлен особенностями физиологии восприятия цвета сетчаткой человеческого глаза.</p>	<p><b>H, L, S</b> - цветовая модель, в которой цветовыми координатами являются тон (H), насыщенность (S) и светлота (L). Является производной (вычисляется из) от цветовой модели RGB.</p>
---	--

Набор стимулов формируется внутри цветовой виртуальной модели HSL. Каждый стимул состоит из цветового фона (фоновый стимул) и цветовой фигуры (целевой стимул) внутри фона. Стимулы имеют следующие параметры: яркость, насыщенность, оттенок. Насыщенность и яркость стимулов являются постоянными - устанавливаются изначально и остаются неизменными внутри измерения. Перед тестированием устанавливаются следующие значения яркости и насыщенности формируемых стимулов соответственно: L=38 у.е., S=87 у.е. Оттенок стимулов (H) является референтным параметром – меняется от пробы к пробе.

Стимулы формируются по шкале оттенков - H в диапазоне от 0 до 360 у.е. с выбранным шагом. В лабораторной работе мы используем шаг - 10 у.е., в результате чего, получаем набор из 37 цветовых образцов, которые отличаются друг от друга по исходному значению референтного параметра.

Пример 7 стимулов с шагом 60:

Диапазон Н от 0 до 360, шаг 60. S = 87 – константа, L = 38 - Константа			
0		240	
60		300	
120		360	
180			

При первоначальном предъявлении каждого стимула испытуемому, значения оттенков фона и целевого стимула равны. Задача испытуемого определить форму целевого стимула в фоне, увеличивая значение его оттенка по отношению к оттенку фона. Шаг увеличения составляет 1 у.е. (так же может меняться под задачи исследования).

### 3. 2. Работа в компьютерной среде на WEB – платформе APWAY

#### Вход

<http://platform.apway.ru/>

Логин – 15

Пароль – 123

#### Спецификация испытуемого

1. Новый испытуемый



2. Введите свои данные в систему

Идентификатор – выставляется программой автоматически.

ФИО – индивидуальная спецификация испытуемого;

Возраст – вводится цифрами;

Пол – выставляется один из списка предложенных

По окончании заполнения данных - «**добавить**»

Новый Испытуемый ×

Идентификатор:

Дата рождения:

Пол:  Мужской  Женский

Родной язык:

3. Выбрать свой профиль из списка одним нажатием

**Cognitive Diagnostics**  
 portal for beta-testing

id	Идентификатор	Дата рождения	Пол	Родной язык
79	test	0012-12-12	F	Russian

4. В истории измерений выбрать «Campimeter»

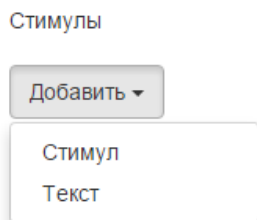
История измерений

Sensomotor	0
Campimeter	0
Stroop	0

5. Новое испытание – **конструктор испытания**  
**Моделирование цветового стимульного пространства (ЦСП) в виртуальной компьютерной среде на WEB – платформе APWAY**



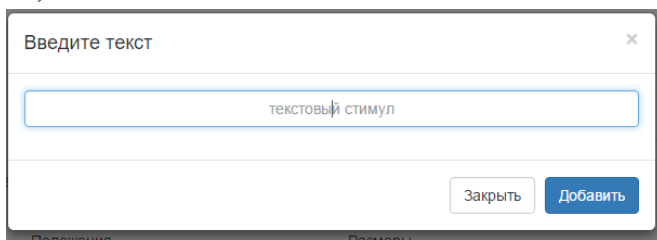
1. **Стимулы** – форма предъявляемого стимула. Количество и форма стимулов определяется под цели исследования. Для лабораторной работы оптимальное количество стимулов – 3.



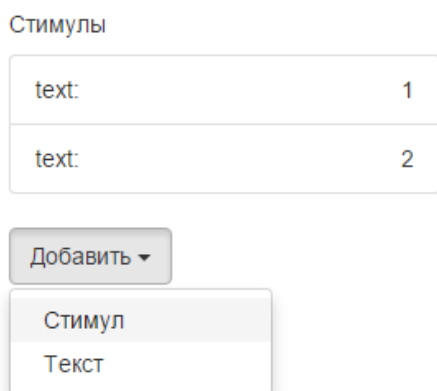
А) стимул – набор из 3 фигур



Б) Текст – буквы, слова, текст. Вводите самостоятельно.

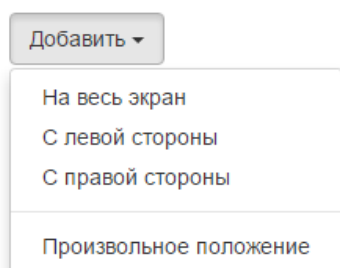


Для добавления стимулов, используйте поле «Добавить».



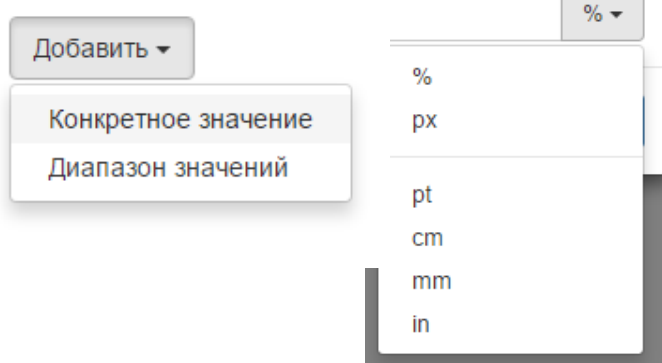
2. **Положение** – определите положение фона. «На весь экран».

Положения

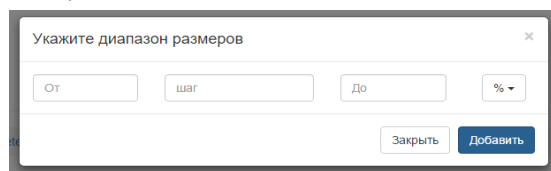


3. **Размер предъявляемого стимула.** Может определяться в различных единицах измерения, а так же в процентах от размера фона.

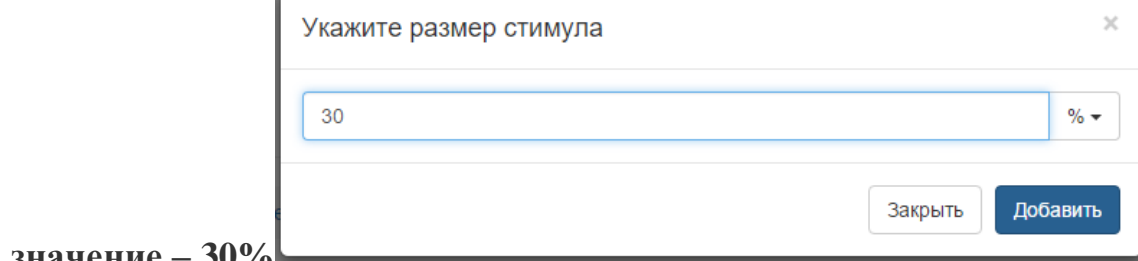
Размеры



А) **Диапазон значений** – размер стимула варьируется в выбранном диапазоне, с заданным шагом.



Б) **Конкретное значение** – размер стимула остается неизменным в течении всего испытания. Для лабораторной рабы используем конкретное



значение – 30%

4. **Шаг** – определяет на сколько у.е. будет изменяться оттенок при одном нажатии для проявления стимула.

5. **Отступ** - на сколько у.е. увеличение разницы оттенка при обнаружении.

Для лабораторной работы указываем Шаг – 1, Отступ – 10.

Параметры

1	H
10	H

6. Насыщенность и яркость стимулов являются постоянными  $S - 87$ ;  $L - 38$ , всегда неизменны!

HSL - S	%
HSL - L	%

7. **Задержка** в миллисекундах ( $1с = 1000$  мс) перед началом

Задержка	ms
----------	----

предъявления стимулов, после начала теста.

8. **Генератор – формирует** стимулы по шкале оттенков - H в диапазоне от 0 до 360 у.е. с выбранным шагом. В лабораторной работе мы используем шаг - 10 у.е., в результате чего, получаем набор из 37 цветowych образцов, которые отличаются друг от друга по исходному значению референтного параметра.

Генератор			Предъявления			
От	шаг	До	Цвет (H)	Стимул	Положение	Размер
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="360"/>	<input type="button" value="Добавить"/>			
Стимул:	<input type="text" value="Случайно"/>					
Положение:	<input type="text" value="Случайно"/>					
Размер:	<input type="text" value="Случайно"/>					
<input type="button" value="Генерировать"/>						

**После ввода шага, нажмите «Генерировать». Предъявления заполнятся автоматически.**

Генератор			Предъявления			
От	шаг	До	Цвет (H)	Стимул	Положение	Размер
0	10	360	0	Случайно	Случайно	Случайно
Стимул:			60	Случайно	Случайно	Случайно
Положение:			120	Случайно	Случайно	Случайно
Размер:			180	Случайно	Случайно	Случайно
Генерировать			240	Случайно	Случайно	Случайно
			300	Случайно	Случайно	Случайно
			360	Случайно	Случайно	Случайно
			360	Случайно	Случайно	Случайно

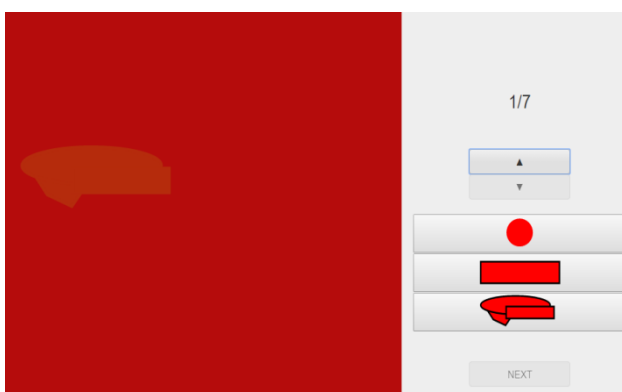
9. **Запустить** – переход к измерениям



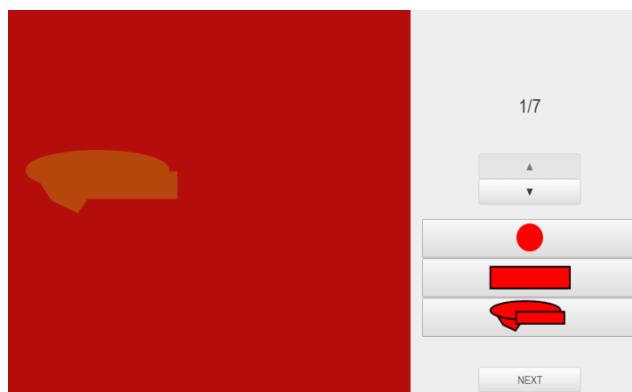
### 3. 3. Инструкция испытуемому

Рабочая область испытуемого состоит из серого фона, цветового стимула (фигура в фоне), кнопок управления референтным параметром целевого стимула (стрелка вверх, стрелка вниз), панели возможных форм целевого стимула, счетчик пройденных и оставшихся проб и кнопки «NEXT» для перехода к следующей пробе.

Прохождение прямой задачи



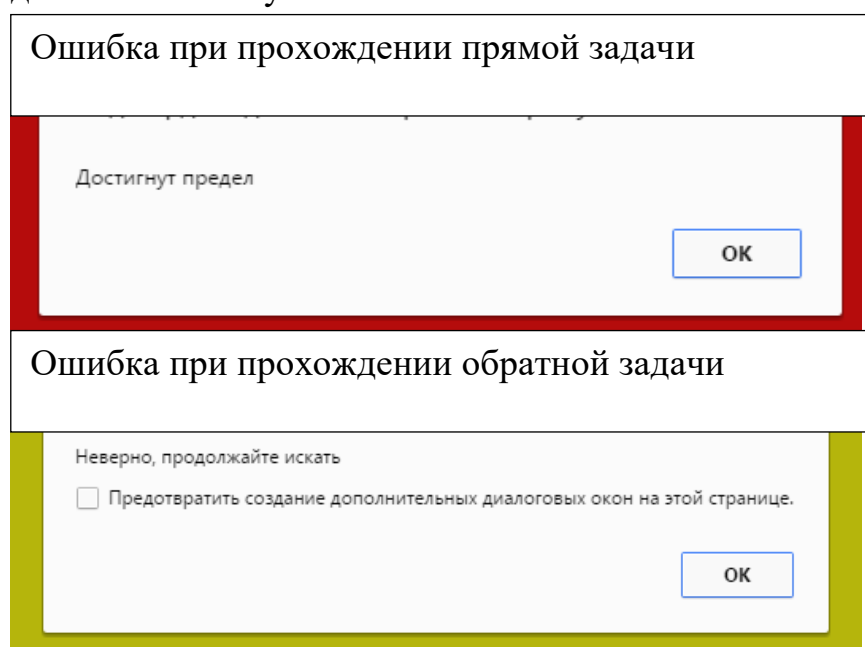
Прохождение обратной задачи



**Инструкция испытуемому дается в два этапа:** 1. демонстрация задачи, 2. тестовое прохождение нескольких проб испытуемым. При

демонстрации задачи испытуемому подробно объясняется: *«Перед Вами цветовой фон, в котором спрятана фигура. Ваша первая задача - определить форму спрятанной фигуры. Для этого, нажимая на кнопку со стрелкой вверх, Вы проявляете фигуру до тех пор, пока не увидите ее. Увидев фигуру, Вы определяете ее форму нажатием на соответствующую кнопку. Если Вы не правильно определили форму фигуры, Вы продолжаете ее проявлять, пока не определите форму фигуры правильно. Если Вы определили форму фигуры правильно, Ваша следующая задача восстановить исходный фон. Для этого, нажимая на кнопку со стрелкой вниз, Вы закрашиваете фигуру до тех пор, пока не перестанете ее видеть. После чего переходите к следующему цвету, нажав кнопку “NEXT”»*

Затем испытуемому предлагается попробовать пройти подобные пробы несколько раз. При этом экспериментатор контролирует правильность действий испытуемого.



### **Измерение**

После инструкции испытуемый переходит к прохождению контрольного измерения. При

прохождении измерения в помещении должна быть тишина, не рекомендуется разговаривать с испытуемым, испытуемый должен находиться в одинаковом положении по отношению к экрану компьютера в ходе всего измерения.

### **Сохранение файла данных**

По окончании измерения, **«Сохранить результаты в системе»**

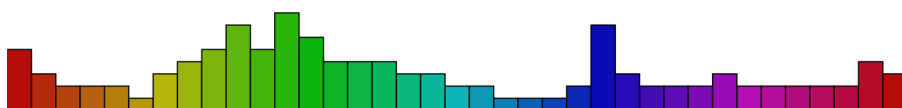
## Тестирование завершено!

Сохранить результаты в системе

Скачать без сохранения

[вернуться  
главная](#)

Сразу после этого, Вы можете либо **повторить измерение**, либо перейти к обработке измерений, **скачав данные**.



[Точный Повтор](#) [Скачать Данные](#)

Так же, доступ к данным находится в «**истории измерений**» «Campimeter», данные расположены в хронологической последовательности, при необходимости вернуться к ним позже – запишите id.

### История измерений

Sensomotor 0

Campimeter

Stroop 0



id	Title	Date	R MAX	G MAX	B MAX	H+ ср.	t+ ср.	Ошибки	За пределы
651		2015-12-29 17:37:31	5	8	3	3	3835	0	35
652		2015-12-29 17:45:17	6	9	3	6	2987	0	0
706		2016-01-15 20:02:48	2	6	2	2	4048	1	14
724		2016-01-23 15:32:21	5	9	6	4	4356	0	7
725		2016-01-23 17:13:42	4	7	6	4	4095	0	2
885		2016-02-10 18:14:02	4	9	7	3	3287	0	7
886	37РусБуквы	2016-02-11 16:43:06	5	8	7	3	6254	0	0

[Новое испытание](#)

«**Скачать данные**», данные автоматически загрузятся на компьютер в формате Excel.

[Точный Повтор](#)

[Скачать Данные](#)

campimeter (2).csv

Все скачанные файлы...

### 3. 4. Обработка и интерпретация данных

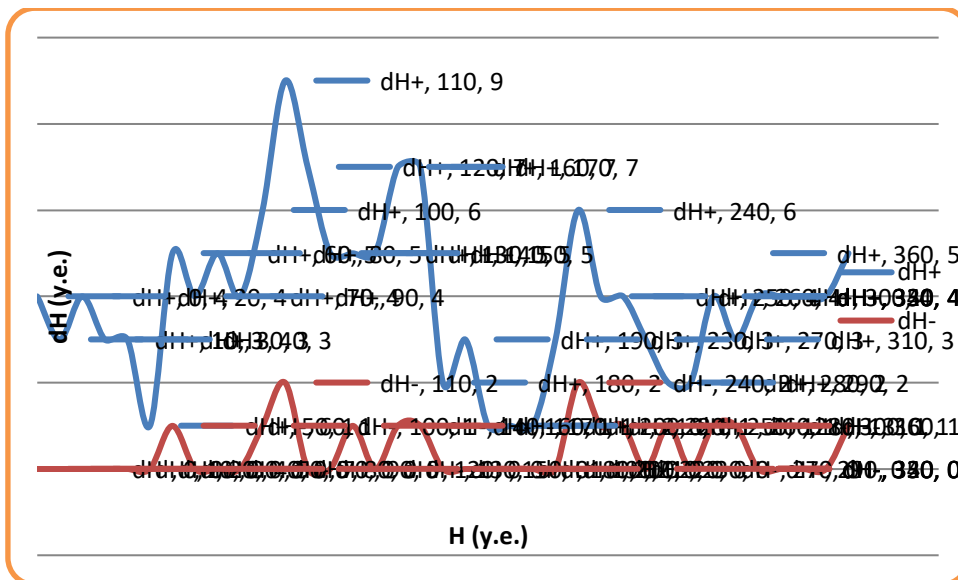
#### 1. Откройте скаченный файл в формате Excel

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	H	H+	dH+	H-	dH-	t+	t-	ERR	ERR_LIM	
2	0	5	5	1	1	97967	12102	0	0	
3	10	13	3	10	0	4653	7784	0	0	
4	20	22	2	20	0	2939	8144	0	0	
5	30	32	2	30	0	2862	8931	0	0	
6	40	42	2	40	0	2831	6558	0	0	
7	50	51	1	50	0	2550	7895	0	0	
8	60	63	3	61	1	5397	10293	0	0	
9	70	74	4	84	14	4113	1349	0	0	
10	80	85	5	81	1	7264	10539	0	0	
11	90	97	7	91	1	5148	9224	0	0	
12	100	105	5	101	1	4134	11004	0	0	
13	110	118	8	112	2	6879	9662	0	0	
14	120	126	6	121	1	4519	12576	0	0	
15	130	134	4	130	0	3416	8707	0	0	
16	140	144	4	140	0	3147	8920	0	0	
17	150	154	4	150	0	2919	7851	0	0	
18	160	163	3	161	1	3045	6929	0	0	
19	170	173	3	170	0	2864	8966	0	0	

Stimul	Обозначение формы стимула
H	Оттенок фона
H+	Оттенок стимула при обнаружении
dH+	Разница между оттенком стимула и оттенком фона в момент обнаружения стимула
H-	Оттенок стимула при решении обратной задачи, при потере образа
dH-	Разница между оттенком стимула и оттенком фона для обратной задачи
t+	Время между моментом предъявления цветового окна и моментом обнаружения стимула
t-	Время между моментом начала выполнения обратного задания и моментом потери стимула
ERR	Ошибка обнаружения.
ERR_LIM	Ошибка при обратной задаче. Сохранение образа при потере сигнала.

#### 2. Построение функции цветоразличения

Для построения графика функции цветоразличения в среде Microsoft Excel используется опция «Точечные диаграммы». При этом по оси абсцисс выбирается массив, содержащий последовательность оттенков фона, а для оси ординат – массив, содержащий последовательность дифференциальных порогов (для одной кривой – «верхних», для второй – «нижних»)



### 3. 5. Статистический анализ системы цветоразличения по показателям компьютерной кампиметрии

2. 1. Оценка влияния типа задачи на показатели цветоразличения (Критерий Стьюдента, описательная статистика)

2.1.1. Оценка достоверности различий между dH+ и dH-, t+ и t-.

Формула t-критерий Стьюдента для независимых выборок:

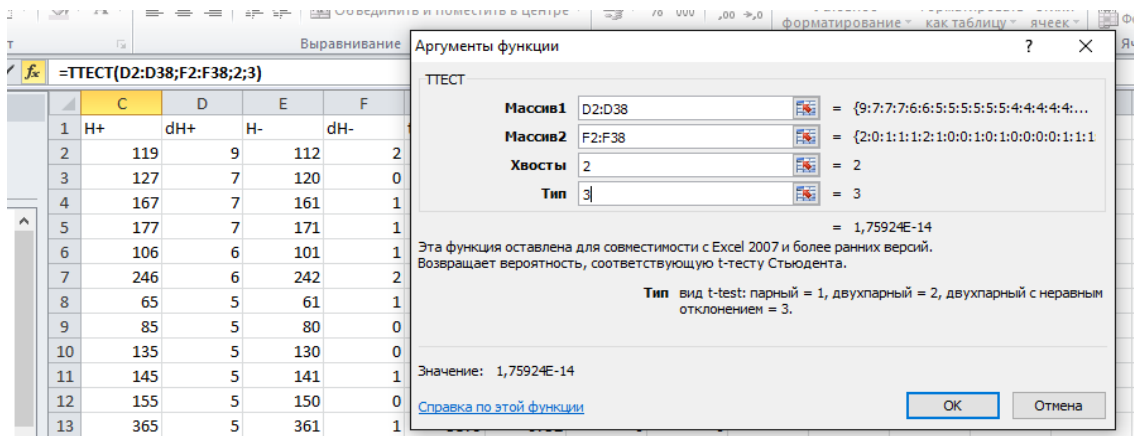
$$t_e = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}, \text{ где}$$

— среднее арифметическое первой выборки; — среднее арифметическое второй выборки;  $\sigma_1$  — стандартное отклонение первой выборки;  $\sigma_2$  — стандартное отклонение второй выборки;  $N_1$  — объем первой выборки;  $N_2$  — объем второй выборки.

Работа в Excel:

Формула «ТТЕСТ», Массив1 и Массив2 – сравниваемые показатели (Например: массив1 – все dH+, массив2 – все dH-). Хвосты – 2 (для независимых выборок), тип – 3.





2.1.2. Сравнение полученных функций цветоразличения, выявление отличий и сходств. Для сравнения двух функций цветоразличения подсчитывается среднее значение (M) и ошибки среднего (m) для «верхних» и «нижних» дифференциальных порогов для каждой функции цветоразличения. Среднее значение подсчитываются по формулам:

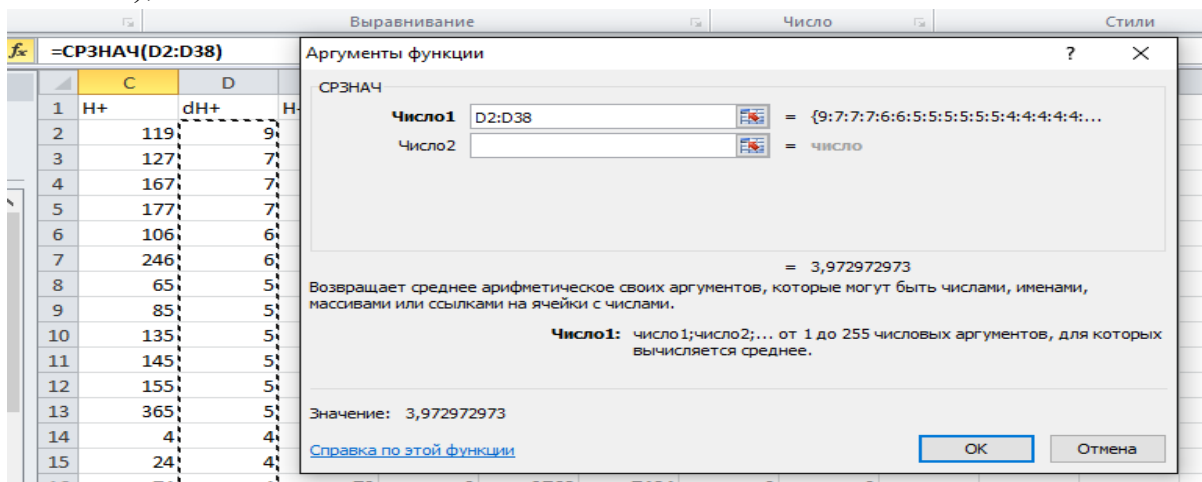
$$M = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$m = \frac{dy \sum_{i=1}^n |x_i - M|}{n}, \text{ где}$$

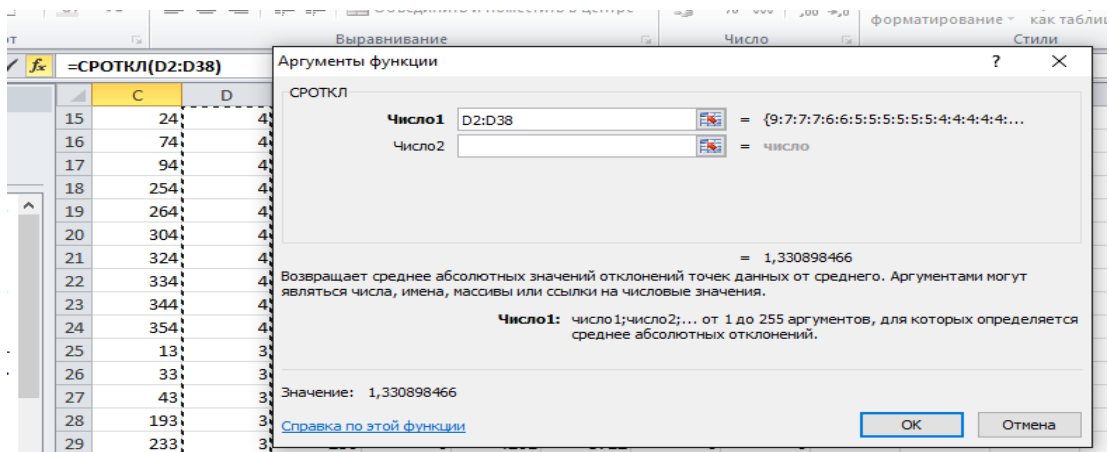
n – количество значений в выборке (в данном случае количество проб),  
 $x_i$  – i-ое значение в выборке (в данном случае значение дифференциального порога).

Работа в Excel:

Формула для M «СРЗНАЧ», где Число1 – все значения выборки (Например: все dH+), Число2 – не заполняется.



Формула для m «СРОТКЛ», где Число1 – все значения выборки (Например: все dH+), Число2 – не заполняется.



### 2.1.3. Внести полученные значения в таблицу отчета.

Пример заполнения таблицы.

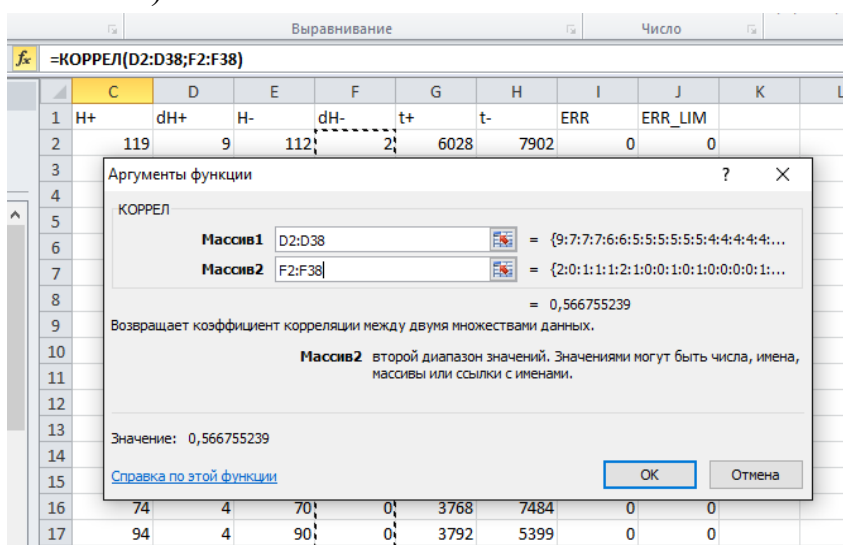
Показатель	Критерий Стьюдента	M± m
dH+	1,75924E-14	3,97±1.330
dH-		0,41±0.526
t+	5,82545E-13	4356,22±619.362
t-		7949,43±1579.457

## 2.2. Оценка взаимосвязей между пороговыми и временными показателями (Корреляционный анализ).

2.2.1. Значение коэффициента корреляции вычисляется по формуле:  $r_{xy} =$

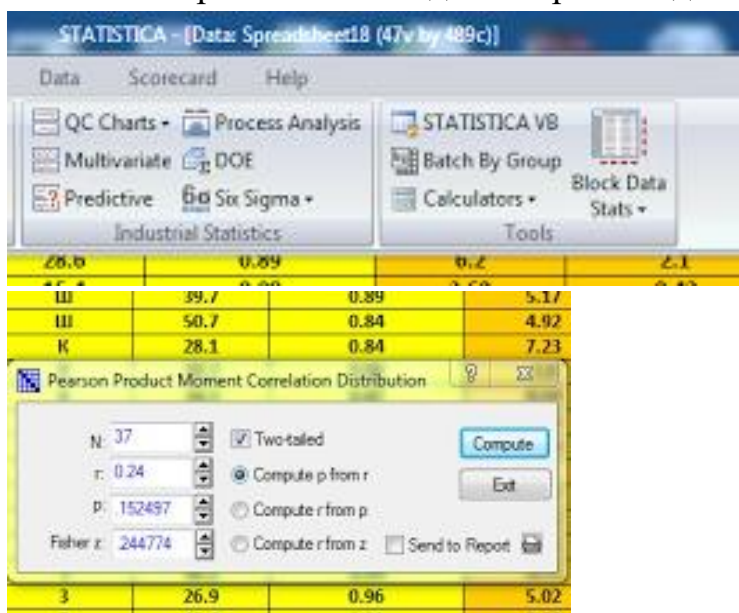
$$\frac{\sum(x_i - x_{cp}) \sum(y_j - y_{cp})}{\sqrt{\sum(x_i - x_{cp})^2 \sum(y_j - y_{cp})^2}}$$

*Работа в Excel:* Формула «КОРРЕЛ» Массив1 – первый сравниваемый показатель (все значения), Массив2 – второй сравниваемый показатель (все значения).



### 2.2.2. Рассчитать показатель достоверности для корреляции

Для подсчета использовать программу Statistica, calculator... ввести показатели: N – число проб, r – корреляция. – рассчитать(compute). Показатель p - показатель достоверности для корреляции



2.2.3. Заполнить таблицу коэффициентов корреляции в отчете.

Красным цветом отметить значимый показатель.

Сравниваемые показатели и пример заполнения отчета:

Сравниваемые показатели		R	P
dH+	dH-	0,57	0,000231
dH+	t+	0,58	0,000168
dH+	t-	0,34	0,039500
dH-	t+	0,38	0,020346
dH-	t-	0,159	0,347237
t+	t-	0,24	0,152497

## Выводы

1. Оценка достоверности различий по Т-тесту:

$P \leq 0,05$	Достоверно различие
$0,05 < P < 0,95$	Достоверного сходства или различия не выявлено
$P \geq 0,95$	Достоверно сходство

2. Шкала Чеддока для определение качественной характеристики связи на основе количественного показателя корреляции.

Количественная мера тесноты связи	Качественная характеристика силы связи
0,1 - 0,3	Слабая

0,3 - 0,7	Умеренная
0,7 - 0,9	Высокая
0,9 - 0,99	Весьма высокая

Знак «+»или «-» перед показателем корреляции отражает положительный или отрицательный характер связи.

### 3. Определить функциональное состояние по функции цветоразличения

	<i>Перцептивный эффект</i>		<i>Тонус вегетативной системы</i>	<i>Эмоциональное состояние</i>
	<i>Цветоразличение</i>	<i>Звуколокализационная функция</i>		
<b>I</b>	Максимальный дифференциальный порог в красном (H=0)	Доминирование левого полушария	Ваготония	Депрессия
<b>II</b>	Максимальный дифференциальный порог в синем (H=170)	Доминирование правого полушария	Симпатотония	Высокая тревожность

### 4. Пример написания выводов:

1) Тип задачи достоверно ( $p=0,001$ ) влияет на результат  $dH+$  ( $3,97 \pm 1.330$ ) ,больше  $dH-$  ( $0,41 \pm 0.526$ ), и время выполнение задачи  $t+$  ( $4356,22 \pm 619.362$ ) меньше  $t-$  ( $7949,43 \pm 1579.457$ )

2) Выявлена достоверная, положительная, умеренная взаимосвязь между показателями  $dH+$  и  $dH-$  (**0,000231**),  $dH+$  и  $t+$  (**0,000168**)  $dH+$  и  $t-$  (**0,039500**),  $dH-$  и  $t+$  (**0,020346**)

3) Максимальный дифференциальный порог  $dH+$ ( 9) зафиксирован в синем (H=170), на основании этого, можно предположить тонус вегетативной системы - симпатотония, эмоциональное состояние – повышенная тревожность.

## Рекомендуемая литература

1. Измайлов Ч. А., Соколов Е. Н., Черноризов А. М. Психофизиология цветового зрения. — М.: МГУ, 1989. — 206 с. 26
2. Кравков С.В. Цветовое зрение / С.В. Кравков. — М.: АН СССР, 1951. — 175 с.
3. Полевая, С. А., Парин, С. Б., Стромкова, Е. Г. Психофизическое картирование функциональных состояний человека // Экспериментальная психология в России: Традиции и перспективы. — 2010. - С. 534-538.
4. Полевая, С.А. Интеграция эндогенных факторов в систему обработки экстероцептивных сигналов – автореферат дисс. ... док. б. наук С.А. Полевая. – Пушкино. - 2009. – 51 с
5. Психофизика : учеб.-метод. пособие / О. В. Ломтатидзе, М. В. Улитко, В. И. Лупандин ; [под общ. ред. О. В. Ломтатидзе] ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 99 с.
6. Michalak KP, Zabel J, Olszewski J, Wojtyła-Buciora P, Przekoracka-Krawczyk A. Application of Blue Filters Increases the Usefulness of Moreland Test in Anomaloscopic Color Vision Assessment for Blue–Green Color Range. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(14):7654.
7. Яньшин, П. В. Психосемантика цвета : учебное пособие для вузов / П. В. Яньшин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 419 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13001-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468252>

## Приложение №1

<b>Лабораторная работа №1</b> <b>ФИО _____</b> <b>Группа _____</b>																						
<b>Цель:</b> Измерение дифференциальных порогов по оттенку и диагностика функционального состояния по функции цветоразличения																						
<b>Задачи:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Освоить метод компьютерной кампиметрии</li> <li>2) экспериментально смоделировать цветовое стимульное пространство (ЦСП) в виртуальной компьютерной среде на WEB – платформе APWAY</li> <li>3) Измерить пороги цветоразличения для ЦСП</li> <li>4) Построить функцию цветоразличения</li> <li>5) Определить функциональное состояние по функции цветоразличения</li> </ol>																						
<b>1) Формирование цветового стимульного пространства (ЦСП) в виртуальной компьютерной среде на WEB – платформе APWAY</b> Стимулы – Положение Размер стимула – Шаг (изменение оттенка в у.е.) – Отступ (увеличение разницы оттенка при обнаружении) – S – L – Задержка в мил сек - Генератор – Диапазон Н у.е. (0 - 360) с шагом в Сгенерировано количество стимулов –																						
<b>2) Пороги цветоразличения для ЦСП</b> Обозначения: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Stimul</td><td></td></tr> <tr><td>H</td><td></td></tr> <tr><td>H+</td><td></td></tr> <tr><td>dH+</td><td></td></tr> <tr><td>H-</td><td></td></tr> <tr><td>dH-</td><td></td></tr> <tr><td>t+</td><td></td></tr> <tr><td>t-</td><td></td></tr> <tr><td>ERR</td><td></td></tr> <tr><td>ERR_LIM</td><td></td></tr> </table>			Stimul		H		H+		dH+		H-		dH-		t+		t-		ERR		ERR_LIM	
Stimul																						
H																						
H+																						
dH+																						
H-																						
dH-																						
t+																						
t-																						
ERR																						
ERR_LIM																						
<b>3) Построение функции цветоразличения</b>																						
<b>4) Определение максимального дифференциального порога</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 33%;">H</td> <td style="width: 33%;">Цвет</td> <td style="width: 33%;">dH+</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>			H	Цвет	dH+																	
H	Цвет	dH+																				
<b>Определение цвета по значению HSL в конверторе</b> <a href="http://colorscheme.ru/color-converter.html">http://colorscheme.ru/color-converter.html</a>																						
<b>5) Выводы о функциональном состоянии по функции цветоразличения</b>																						

## Приложение №2

Лабораторная работа №2									
ФИО _____									
Группа _____									
<b>Цель:</b> Измерение дифференциальных порогов по оттенку и диагностика функционального состояния по функции цветоразличения									
<b>Задачи:</b> 1) Освоить метод компьютерной кампиметрии 2) экспериментально смоделировать цветовое стимульное пространство (ЦСП) в виртуальной компьютерной среде на WEB – платформе APWAY 3) Измерить пороги цветоразличения для ЦСП 4) Исследовать связи между показателями компьютерной кампиметрии									
1) Таблица									
Stimul	H	H+	dH+	H-	dH-	t+	t-	ERR	ERR_IM
<b>б) Исследование связи между показателями компьютерной кампиметрии</b> - Оценка достоверности различий Т-тест (Критерий Стьюдента) - В чем состоят эти различия ( описательная статистика $m \pm M$ )									
Показатель		Критерий Стьюдента			m		± M		
dH+		1,75924E-14							
dH-									
t+									
t-									
<b>- Есть ли связь между показателями (Корреляционный анализ)</b>									
Сравниваемые показатели				R			P		
dH+		dH-					1,75924E-14		
dH+		t-							
dH+		t+							
dH-		t-							
dH-		t+							
t+		t-							
<b>Выводы:</b> <b>Пример в методичке</b>									