

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

А. В. Полевая
В. А. Демарева
С. Б. Парин
С. А. Полевая

ПРАКТИКУМ ПО
МЕТОДУ EYE-TRACKING

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”,
37.06.01 “Психологические науки”,
03.03.01 “Физиология”.

Нижегород
2017

УДК 159.91
ББК 88.9

Полевая А.В., Демарева В.А., Парин С.Б., Полевая С.А. ПРАКТИКУМ
ПО МЕТОДУ EYE-TRACKING: учебно-методическое пособие. –
[электронный ресурс]

Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 41 с.

Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ

Рецензент: к.б.н., доцент **Орлов А.В.**

В данном учебно-методическом пособии рассматривается метод Eye-Tracking. 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”, “Психологические науки”, “Физиология”, 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, 2017
© Полевая А.В., Демарева В.А., Парин С.Б.,
Полевая С.А.

Предисловие

В данном учебно-методическом пособии представлено введение в метод Eye-Tracking.

Технология Eye-Tracking позволяет регистрировать и анализировать перемещение взгляда респондентов и является одним из современных научных и прикладных инструментальных методов. В пособии приводится теоретическая информация и обоснование метода, рассматриваются технические особенности программно-аппаратного комплекса для Eye-Tracking'a, а также перечислены основные направления применения метода в работе и научных исследованиях.

В рамках данного практикума студенты получают навыки грамотной регистрации и оценки параметров движения глаз, которые в дальнейшем помогут им в решении фундаментальных и прикладных задач. Практические задания для лабораторной работы были составлены авторами.

Оглавление

Аннотация	5
I. Теоретический материал	6
1. Понятие Eye-Tracking	6
2. Основные параметры движения глаз	7
3. Методы регистрации параметров движения глаз	9
4. Диаметр зрачка и длительность фиксаций как отображение восприятия изображений	13
5. Характеристики системы SMI High Speed	14
II. Лабораторная работа	17
1. Цель и задачи	17
2. Оборудование	17
3. Ход работы	17
3.1. Подготовка к началу работы	17
3.2. Настройка положения головы в модуле iViewX	18
3.3. Проведение эксперимента в модуле Experiment Center	19
3.4. Обработка экспериментальных данных в модуле BeGaze	23
4. Структура отчета	31
Список литературы	32
Приложение 1 «Пример отчета ET»	34

Аннотация

Данные методические рекомендации позволяют студентам овладеть инструментальным методом исследования – технологией Eye-Tracking, научиться давать грамотную оценку психофизиологическим показателям, которые представляют собой регистрируемые параметры движения взора.

Цель: Получить практические навыки работы с технологией Eye-Tracking.

Задачи:

- 1) Освоить теоретический материал по теме работы:
 - Понятие Eye-Tracking
 - Основные параметры движения глаз
 - Методы Eye-Tracking
 - Диаметр зрачка и длительность фиксаций как отображение восприятия изображений
 - Характеристики системы SMI High Speed
- 2) Освоить инструкцию работы с системой SMI High Speed;
- 3) Провести исследование на одном испытуемом;
- 4) Провести обработку полученных данных и интерпретировать результаты.

Методы: технология Eye-Tracking.

I. Теоретический материал

1. Понятие Eye-Tracking

Eye-Tracking (трекинг или отслеживание перемещения глаз) – это метод, который предоставляет объективные данные о том, куда и почему смотрят респонденты. Иными словами, это определение координат взгляда: точки пересечения оптической оси глазного яблока и плоскости наблюдаемого объекта или экрана, на котором находится некоторый визуальный стимул.

Основным инструментом является устройство Eye Tracker, которое распознает и записывает позиции зрачка и движения глаза. Оно может быть носимым на голове (очки) или стационарным (специальная стойка перед экраном монитора).

Метод используют в различных задачах связанных со зрительной системой - в маркетинговых исследованиях, для оценки эффективности печатной рекламы и дизайна, исследований в области психофизиологии, психологии, когнитивной лингвистики, медицины и прочих сферах науки, техники и даже спорта.

Существует несколько технологий, обеспечивающих регистрацию движения глаз. В настоящее время чаще всего используется специальная высокоточная инфракрасная камера, которая снимает зрачок и направление взгляда респондента. Другая популярная технология основана на измерении разности потенциалов роговицы и сетчатки глаза (так называемая электроокулография).

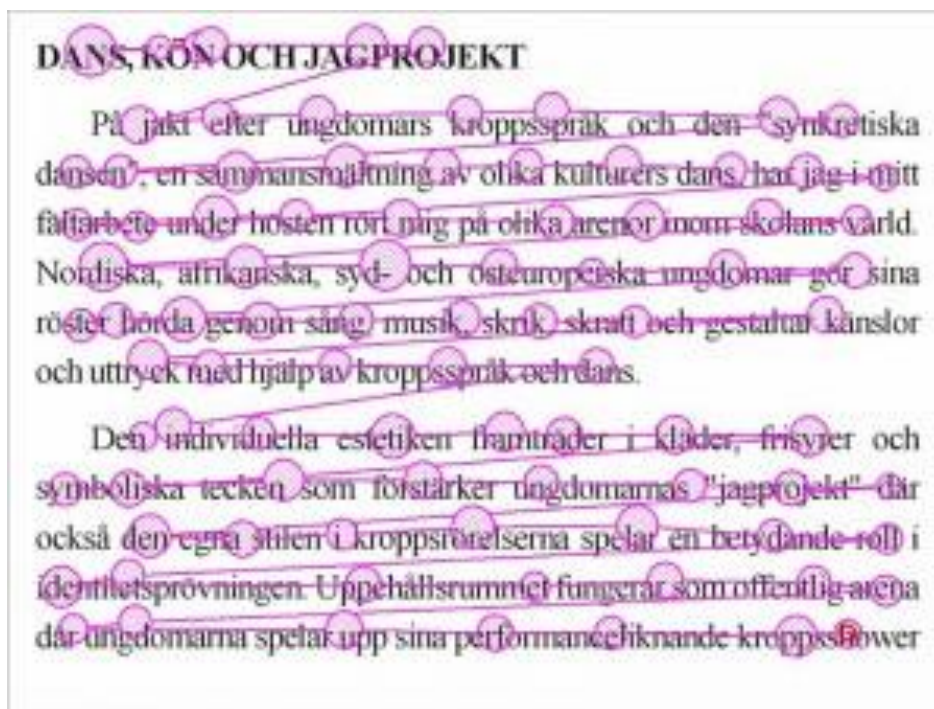
Главная ценность технологии заключается в том, что в исследованиях Eye-Tracking отношение респондента к объекту исследования сводится к нулю. Это означает, что точность исследования и правдивость полученных данных не искажаются мотивацией респондентов во время проведения исследования.

Начало новой технологии было положено французским офтальмологом Луи Жавалем, установившим, что при чтении текста глаза движутся не равномерно, а рывками, периодически совершая кратковременные паузы и возвраты к прочитанному.

Первым устройством для айтрекинга считается изобретение Эдмунда Хью. Оно представляет собой нечто вроде контактной линзы с отверстием для зрачка, соединенной с

алюминиевой указкой, которая движется синхронно с глазным яблоком.

Дальнейшее развитие метод получил в середине XX века с изобретением Ги Томасом Бушвеллом бесконтактного устройства слежения за взглядом. Изобретение представляло собой лампу, свет от которой падал на глазные яблоки и светочувствительную пленку, принимавшую отраженный свет.



Ландшафт внимания для чтения текста (саккады, фиксации)

Большой вклад в становление теории и практики айтрекинга внес русский ученый Альфред Ярбус, показавший связь между мотивацией испытуемого и его фиксациях взгляда при просмотре изображений. Серия проведенных экспериментов позволила четко проследить, какие элементы изображений и текста привлекают больше внимания, в какой последовательности и как часто это происходит. И хотя идея не нова, широкое распространение она получила лишь в конце XX века благодаря развитию электроники.

2. Основные параметры движения глаз

Глаз непрерывно совершает движения. В конце 19 века в процессе наблюдений ученые пришли к выводу, что зрачок человека перемещается неравномерно.

Быстрые, скачкообразные перемещения зрачка называются **саккады**, а фокусировка зрачка на каком либо объекте называют **фиксациями**. Во время фиксаций происходит восприятие и запоминание информации. Распределение саккад и фиксаций по изображению на записи называется **ландшафтом внимания**.

Глаз непрерывно совершает быстрые саккады от одной точки к другой, фиксируясь лишь в течение долей секунды на особенно важных участках поля зрения. В каждой точке наиболее чувствительный участок сетчатки (центральная ямка) фиксирует маленький фрагмент информации. Считается, что мозг запоминает каждый «снимок», сделанный центральной ямкой, планирует следующий быстрый скачок взора и объединяет все мелкие «снимки» в общую связную картину. Таким образом, для интеграции множества фрагментарных данных в единый сознательный образ требуется буфер мгновенной зрительной памяти.

Саккады

Саккады — чрезвычайно быстрые, до $800^\circ/\text{с}$, скачки, переводящие глаза в новое положение для фиксации. Они различаются по *амплитуде* и *скорости*. Выделяют **макросаккады** — резкие изменения позиции глаза, отличающиеся высокой скоростью и точностью. Амплитуда от $40'$ – $50'$ до $50'$ – 60° . **Прослеживающие движения** — плавные перемещения глаз, сопровождающие плавное движение объектов в поле зрения, — обеспечивают сохранение изображения фиксируемого объекта в зоне наилучшего видения (на центральной ямке). **Микросаккады** — быстрые движения глаз продолжительностью 10–20 мс, диапазон амплитуды $2'$ – $50'$.

Фиксации

Неподвижное состояние глаз — фиксации. Во время фиксаций происходит распознавание объектов (при чтении во время фиксаций происходит распознавание слов). Фиксации по длительности делятся на *эксплицитные (от 250 до 450 мс)* и *имплицитные (150-250 мс)*.

3. Методы регистрации параметров движения глаз

1.3.1. Электроокулография (ЭОГ)

Этот метод психофизиологических исследований может использоваться как самостоятельный или как дополнительный при проведении электроэнцефалографии (ЭЭГ).

При ЭОГ исключается прямой контакт прибора с глазом и не нарушаются естественные условия зрительной активности. Роговица глаза имеет положительный заряд, электрическая и оптическая оси глаза почти совпадают. Когда глаз движется, угол оптической оси меняется, это приводит к изменению потенциалов, которые глазное яблоко наводит на окружающие ткани. Потенциалы, которые снимаются с помощью электродов, поступают на монитор и записываются. За счет этого ЭОГ позволяет регистрировать направление взора.

1.3.2. Eye-Tracking (ET)

Это метод слежения за направлением движения взгляда относительно рассматриваемого объекта (определение координат взгляда – точки пересечения оптической оси с плоскостью экрана). В процессе проведения измерений с помощью видеокамеры осуществляется фиксация движений глаз и их запись.

Сегодня существует две технологии. Первая связана с использованием механического контакта с глазом при проведении измерений глазодвигательной активности. Данный вид используются исследователями, изучающими динамику и скрытую физиологию движения глаз, так как при таком методе измерения отличаются высокой чувствительностью к движениям глаз. Вторая и наиболее распространенная технология представлена приборами, осуществляющими бесконтактную видеозапись. Чаще всего в таких приборах используют инфракрасное излучение, которое отражается от глазного яблока и фиксируется камерой.

Оборудование для Eye-Tracking может быть портативным и стационарным. Для фиксации движений глаз должна существовать система координат относительно которой будет

определяться ориентация взора, поэтому портативные варианты признаны менее точными по сравнению со стационарными, где голова испытуемого жестко зафиксирована. При использовании портативных Eye-Tracker возникает необходимость компенсировать естественные движения испытуемого, на которого надет прибор. Для этого применяются магнитные сенсоры или проводится дополнительный анализ видеоизображения.

Существует два вида портативных Eye-Tracker. В первом случае камера находится рядом с испытуемым, во втором камера встроена в шлем или очки. Портативные айтрекеры выпускаются несколькими фирмами, самые популярные из которых EyeLink, TOBII, ISCAN, ASL, EyeGaze.

Одной из сложностей технологии является оценка очень быстрых движений глаз. чтобы решать эту проблему, записывают движения обоих глаз и проверяют позицию одного глаза по позиции другого, так как в норме расхождение оптических осей глаз должно составлять не более 2 угловых минут.

Важное место при проведении измерений имеет процедура калибровки. Она заключается в том, что человек смотрит на какие-либо маркеры калибровки, а прибор фиксирует координаты нахождения глаз для каждого из маркеров.

Крупнейшей компанией, занимающейся выпуском научного оборудования, является немецкая компания SensoMotoric Instruments (SMI). Она производит аппаратуру, основанную на принципе видеорегистрации движений глаз в инфракрасном диапазоне излучения с последующим определением направления взгляда на основании вектора смещения между центрами зрачка и роговичного блика. Данный способ детектирования направления взгляда дает высокую точность регистрации (при условии, что голова испытуемого жестко зафиксирована).

К регистрирующим элементам прибора относятся источник инфракрасного света и видеокамера, чувствительная к отраженному от поверхности глаз свету.

В зависимости от того, фиксируется ли положение испытуемого, выделяют разные типы установок. К первому типу относятся высокоскоростные бино-монокулярные установки (например, iView X Hi-Speed 500/1250), где положение четко зафиксировано. Второй тип представлен установками, где положение головы и тела относительно подвижно (например,

низкоскоростная бинокулярная установка iView X RED). Возможен также вариант, когда в помещении, где проводятся исследования, находится излучатель магнитного поля (iView X RED+HT). Каждый тип оборудования имеет свою область применения.

Бинокулярные установки также бывают разные. Те из них, производящие запись обоих глаз и отдающие данные по каждому глазу отдельно, называют истинными бинокулярными установками. Существуют и так называемые «псевдо-бинокулярные» установки, которые также регистрируют движения обоих глаз, но отдают усредненные данные по двум глазам. Именно такой подход обеспечивает стабильность записи движения взгляда, поэтому такие системы отличаются высокой точностью.

Важной технической характеристикой считается точность регистрации – это степень соответствия направления на объект, который воспринимает человек, направлению, которое измеряется прибором. Если при проведении калибровки все калибровочные метки имеют одинаковую проекцию на фовеальную зону, то точность регистрации будет составлять менее 0,5 градуса.

Следующая характеристика – регистрирующая способность – это насколько мелкие движения могут быть зарегистрированы системой. Фактически это сколько пикселей будет в изображении глаз приходится на зону зрачка. Чем больше пикселей, тем лучше разрешение системы. У наиболее совершенных систем оно составляет около 0,01 градуса.

Третьей характеристикой является частота дискретизации видеокамеры – скорость съемки. В зависимости от этого параметра все системы делятся на:

1. очень медленные – частота 25 Гц;
2. среднескоростные – частота 50–100 Гц;
3. скоростные – частота 250–500 Гц;
4. высокоскоростные видеосистемы регистрации – частота 1000–2000 Гц. Только скоростные системы могут детектировать скорость саккад и только с помощью них можно проводить анализ движений глаз в режиме реального времени.

Четвертая характеристика – уровень и постоянство латентности/задержки системы в процессе записи и кодирования данных. Под этим подразумевается время, которое необходимо системе, чтобы соотнести регистрацию камерой фиксации и координаты взора. В лучших системах это время

занимает менее 3 мс для 1000 Гц системы. Важно не только время задержки, но и периодичность возникновения задержек. Лучше, если задержки возникают через равное количество времени. Но этот показатель зависит и от оперативной памяти компьютера, и от объема жесткого диска.

Пятая характеристика – угол регистрации - отражает пределы точного регистрирования направления взора. Для установки iView X Hi-Speed 500/1250 он составляет $\pm 30^\circ$ по горизонтали, 30° вверх по вертикали, 45° вниз по вертикали.

При работе с методом важно учитывать объективные **ограничения**, связанные напрямую с технологией регистрации движений глаз. Это использование испытуемыми очков или контактных линз, а также обильное нанесение туши для ресниц. Очки и контактные линзы вызывают дополнительные блики, тушь для ресниц перекрывает поле съемки, а также она может отражать инфракрасный свет. При необходимости, данные проблемы можно разрешить с помощью выбора оптимального угла наклона камеры.

В настоящее время существует всего **3 алгоритма** детекции саккад и фиксаций.

1. Алгоритм, основанный на определении угловой скорости. Считается, что движения является саккадой, если скорость в середине пути от одной фиксации к другой больше $75^\circ/\text{с}$. Такой алгоритм используют на высокочастотных установках (более 200 Гц).

При этом нижний порог скорости должен составлять 20-130 $^\circ/\text{с}$. Верхний порог - 750-100 $^\circ/\text{с}$.

Для того, чтобы отделить плавные прослеживающие движения от саккад, вводят параметр «угловое ускорение», его значения – 5000-7500 $^\circ/\text{с}^2$.

Важно, что результаты исследований, которые впоследствии будут сопоставляться, были выполнены с одинаковыми настройками управляющих параметров.

2. Алгоритм, основанный на определении дисперсии и продолжительности фиксаций. Порог продолжительности фиксаций составляет обычно 60-100 мс, а порог дисперсии 15-60 пх.

3. Алгоритм, основанный на определении угловой скорости с дополнительным критерием продолжительности фиксаций. Алгоритм использует принципы первого и второго алгоритмов. Но, так как он не был еще апробирован в исследованиях, то представляет собой модель.

В высокоскоростных системах чаще используется первый алгоритм. В системах с низкой частотой дискретизации – второй.

4. Диаметр зрачка и длительность фиксаций как отображение восприятия изображений

Последние данные свидетельствуют о том, что эмоциональное возбуждение является ключевым элементом в модуляции реакции зрачка глаза. Например, в реферате Steinhauer, Boller, Zubin, and Pearlman (1983) приводят данные, в которых диаметр зрачка увеличивался, когда люди рассматривали приятные и неприятные изображения. Тем не менее, задача систематического сравнения реакций зрачка в зависимости от эмоциональной валентности изображения (положительной, отрицательной или нейтральной), а также оценки роли эмоционального возбуждения в модуляции изменений параметров зрачка до сих пор актуальна. Одно из исследований состояло в том, чтобы оценить эффекты эмоциональной валентности и эмоционального возбуждения на реакцию зрачков во время просмотра изображений с использованием современной инфракрасной системы отслеживания глаз и большого набора хорошо проверенных изображений из Международной аффективной системы изображений (International Affective Picture System ;IAPS; Lang, Bradley & Cuthbert, 2005), что позволило экспериментально контролировать как номинальное удовольствие от просмотра (эмоциональную валентность), так и возбуждение.

Как более подробно обсуждается Steinhauer, Siegle, Condray и Pless (2004), изменения диаметра зрачка контролируются двумя мышцами – дилатором (расширителем) и сфинктером, на которые по-разному влияет активность в симпатической и парасимпатической ветвях нервной системы. Повышенная симпатическая активность увеличивает активность дилатационной мышцы, вызывая расширение, тогда как ингибирование парасимпатической активности уменьшает сужение сфинктера, что также приводит к расширению. Таким образом, **увеличение диаметра зрачка может быть опосредовано активностью в любом отделе вегетативной нервной системы.**

В контексте просмотра картинок в предыдущих исследованиях было обнаружено, что изменения проводимости кожи больше при просмотре приятных или неприятных изображений по сравнению с нейтральными изображениями.

Этот факт подтверждает, что данные симпатически опосредованные реакции коварианты с эмоциональным возбуждением (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993). С другой стороны, замедление сердечных сокращений обычно сильнее проявляется при просмотре неприятных изображений, по сравнению с приятными или нейтральными изображениями (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001), и фармакологические исследования блокады брадикардии у животных свидетельствуют о том, что эта замедляющая активность опосредована прежде всего изменениями в парасимпатической активности (Berntson, Boysen, Bauer, & Torello, 1989).

5. Характеристики системы SMI High Speed

Система **SMI High Speed** (Демидов, Жегалло, 2008) использует принцип видеорегистрации движений глаз, при которой направление взгляда определяется на основе вектора смещения между позициями центра зрачка и роговичного блика (Pupil-CR метод); частота регистрации в монокулярном режиме составляет 1250 или 500 Гц; в бинокулярном режиме – 500 Гц; разрешающая способность 0,01о; типичная точность определения направления взгляда – 0,25 – 0,5о; диапазон линейности ± 30 о по горизонтали, 30о вверх, 45о вниз. В состав системы входит программное обеспечение, предназначенное для предъявления стимульного материала (**Experiment Center**), регистрации данных (**iView X**) и анализа результатов эксперимента (**BeGaze**).

Предъявление стимульного материала

Для организации предъявления стимульного материала в состав системы входит программное обеспечение **Experiment Center**. С его помощью можно последовательно показывать текст, статические изображения и видеофрагменты. Поскольку минимальное время экспозиции статического изображения составляет 500 мс, предъявление изображений с более коротким временем экспозиции возможно лишь в случае использования дополнительного программного обеспечения. При необходимости предъявления сложных стимульных последовательностей с коротким временем экспозиции отдельных изображений система SMI рекомендует использовать ПО Presentation фирмы Neurobehavioral Systems.

Моргания и детекция фиксации

В состав моргания включаются непосредственно предшествующие ему, а также непосредственно следующие за ним временные интервалы с корректными данными продолжительностью около 10 мс. Данный прием позволяет исключить из обработки переходные процессы, в ходе которых направление взгляда определяется корректно, но величина раскрытия зрачка оказывается несколько меньше нормальной. Таким образом, система позволяет получать корректную информацию о средней величине раскрытия зрачка.

Относительно продолжительный интервал, в ходе которого регистрируется практически непрерывное отсутствие данных, при обработке может быть разделен на несколько отдельных событий «моргание». Так, например, непрерывный интервал в 854 мс, в ходе которого корректные данные о направлении взгляда отсутствовали, система обработки разделила на 11 событий «моргание» продолжительностью от 23 до 218 мс.

Для событий Fixation включена следующая информация: глаз, с которого производится регистрация (всегда L), номер пробы (всегда 1); номер события; абсолютное время начала события (микросекунды); абсолютное время конца события (микросекунды); продолжительность события (микросекунды); X-координата (пиксели экрана); Y-координата (пиксели экрана); дисперсия по X (пиксели экрана); дисперсия по Y (пиксели экрана).

Для событий Blink включена следующая информация: глаз, с которого производится регистрация (всегда L), номер пробы (всегда 1); номер события; абсолютное время начала события (микросекунды); абсолютное время конца события (микросекунды); продолжительность события (микросекунды).

Таким образом, система позволяет получить корректную информацию об общей продолжительности морганий (периодов отсутствия корректных данных), но не об их числе и продолжительности отдельных событий.

Кратковременная (2–4 мс) частичная окклюзия зрачка, при которой определение центра зрачка и позиции роговичного блика остается возможным, не рассматривается системой как моргание. При этом, однако, происходит резкое изменение Y-координаты центра зрачка. В случае использования алгоритма детекции Velocity Threshold Identification (Salvucci, Goldberg, 2000), выделяющего саккады как фрагменты трассы, характеризующиеся высокой угловой скоростью перемещения, такая частичная окклюзия приводит к искусственному

разбиению продолжительной фиксации на несколько более коротких. При этом минимальная продолжительность таких искусственно выделенных фиксаций при частоте регистрации 500 Гц составляет 3 мс. В качестве временной меры (до перехода к использованию нового адаптивного алгоритма) мы предлагаем отказаться от использования алгоритма Velocity Threshold Identification и использовать более стабильно работающий Dispersion Threshold Identification алгоритм (однако необходимо отметить, что основным его недостатком является невозможность получения детальной информации о динамике саккад).

Процедура калибровки

Процедура калибровки представляет собой последовательное предъявление на экране точек калибровки. При этом испытуемый должен фиксировать взгляд на предъявляемой точке калибровки. Таким образом, система получает информацию, как соотносить положение зрачка на изображении, регистрируемом видеокамерой, с направлением взгляда испытуемого. Необходимым условием успешной калибровки является отсутствие окклюзий зрачка в случае, когда взгляд направлен на края рабочей области (экрана). Экспериментатор должен визуально (по видеоизображению глаза) контролировать отсутствие окклюзий при проведении процедуры калибровки.

Для получения детальной информации о качестве калибровки используется недокументированная команда ET_SAQ.

Обработка экспериментальных данных

После проведения экспериментальных исследований встает проблема обработки экспериментальных данных. Одним из способов такой обработки является расчет статистики по зонам интереса. На рассматриваемом испытуемом статическом изображении исследователь выделяет зоны интереса в соответствии с имеющимися у него гипотезами исследования, а затем для каждой экспериментальной ситуации выполняет расчет интересующих его показателей (общее время рассматривания, число фиксаций, средняя продолжительность фиксаций, средняя величина раскрытия зрачка и т. д.) для каждой из выделенных зон интереса.

II. Лабораторная работа

1. Цель и задачи

Цель: Выявить связи между валентностью изображения и параметрами движения взора.

Задачи:

1. Получить «карты движения взора» (ландшафты внимания) и тепловые карты по каждому изображению;
2. Оценить влияние валентности изображения на параметры движения взора.

2. Оборудование

- 1) Система SMI High Speed;
- 2) Компьютер.

3. Ход работы

3.1. Подготовка к началу работы

- [1] Включите сетевой фильтр.
- [2] Запустите компьютер.
- [3] Активируйте установку для фиксации головы SMI (стойка перед компьютером) нажатием на кнопку включения на правой стороне установки.
- [4] Попросите испытуемого сесть к установке и поместить в стойку голову: подбородок располагается на подставку, руки на специальных поручнях. Если испытуемому неудобно держать голову в рабочем положении, настройте высоту с помощью колеса на подставке движениями влево-вправо.

3.2. Настройка положения головы в модуле iViewX

Для настройки регистрации движений глаз испытуемого откройте программный модуль iViewX (Рис. 1).

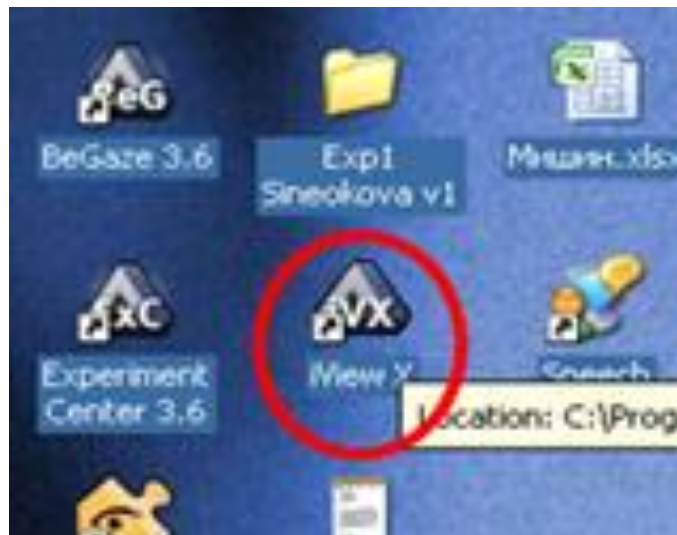


Рис. 1. Вид модуля iViewX на рабочем столе (обведено красным кружком)

Нажмите ENABLE CAMERA. В левом верхнем углу вы увидите изображения глаз испытуемого. Проверьте, что зрачки располагаются посередине каждого окна. Если потребуется, снова отрегулируйте высоту подставки под подбородок.

Для правильного съема данных необходимо, чтобы:

- а) зрачки были обведены по контуру белой линией;
- б) по середине белого блика на зрачке был черный крест.

С помощью бегунка Pupil Threshold отрегулируйте порог по размеру диаметра зрачка (отдельно для правого и левого глаза); с помощью CR Threshold можно отрегулируйте порог по размеру блика (см. Рис. 2).

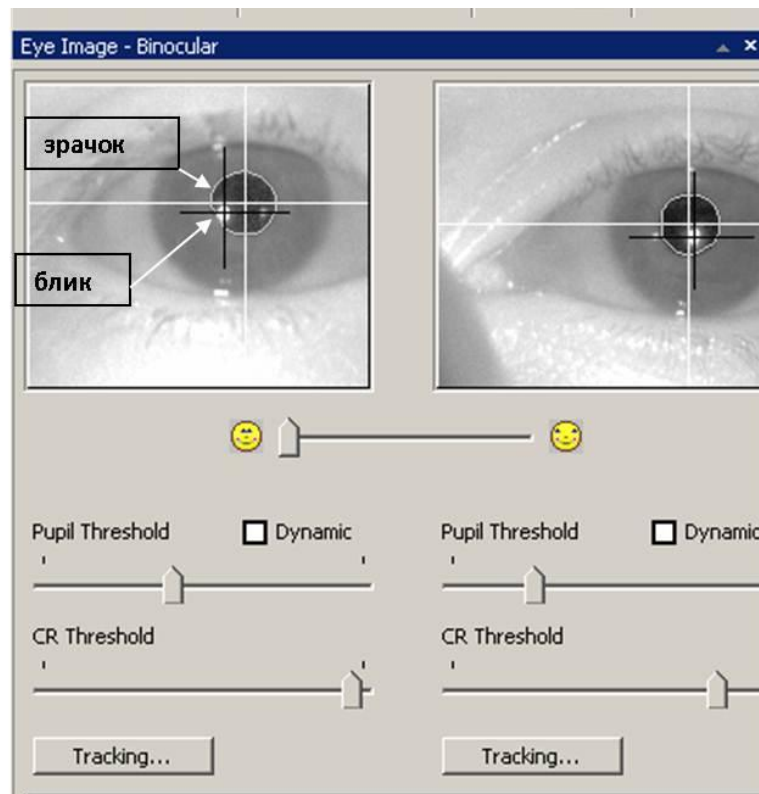


Рис. 2. Положение зрачка и блика при правильной калибровке

3.3. Проведение эксперимента в модуле Experiment Center

[1] Выбор эксперимента

После того, как положение головы отрегулировано, необходимо открыть программный модуль Experiment Center (Рис. 3). Откроется рабочее окно модуля (Рис. 4).



Рис. 3. Вид модуля Experiment Center на рабочем столе (обведено красным кружком)

Запустите эксперимент. Для этого необходимо нажать кнопку OPEN в левом верхнем углу экрана (Рис. 4). Появится окно со всеми экспериментами в базе. Выберите нужное имя эксперимента и нажать LOAD (Рис. 5).

Вариант 1 использует «MP ET Valence»;

Вариант 2 выбирает New_SlideShow.

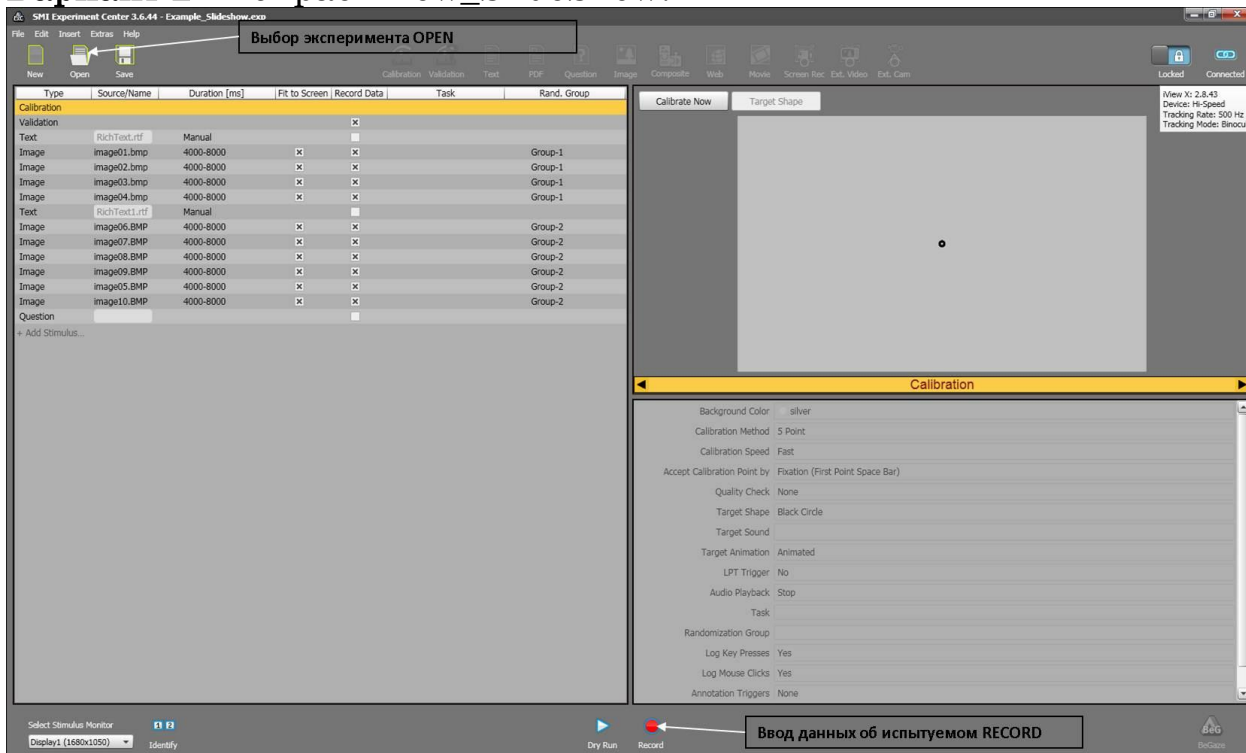


Рис. 4. Интерфейс рабочей зоны Experiment Center

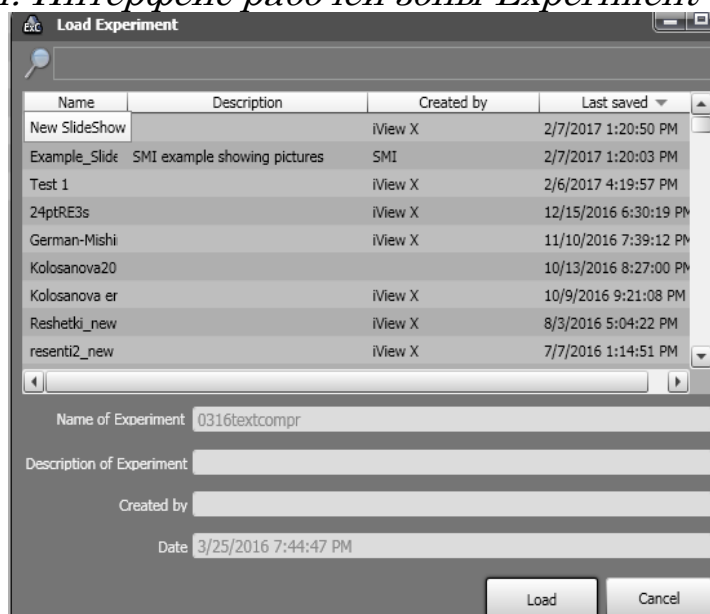


Рис. 5. Выбор стимульного материала для проведения исследования в модуле Experiment Center

[2] Ввод данных об испытуемом и калибровка

Для начала исследования необходимо ввести данные об испытуемом. Для этого нажмите кнопку RECORD внизу рабочего экрана (Рис.4). В появившемся окне заполните поля информацией об испытуемом как на Рис. 6 и нажмите ОК.

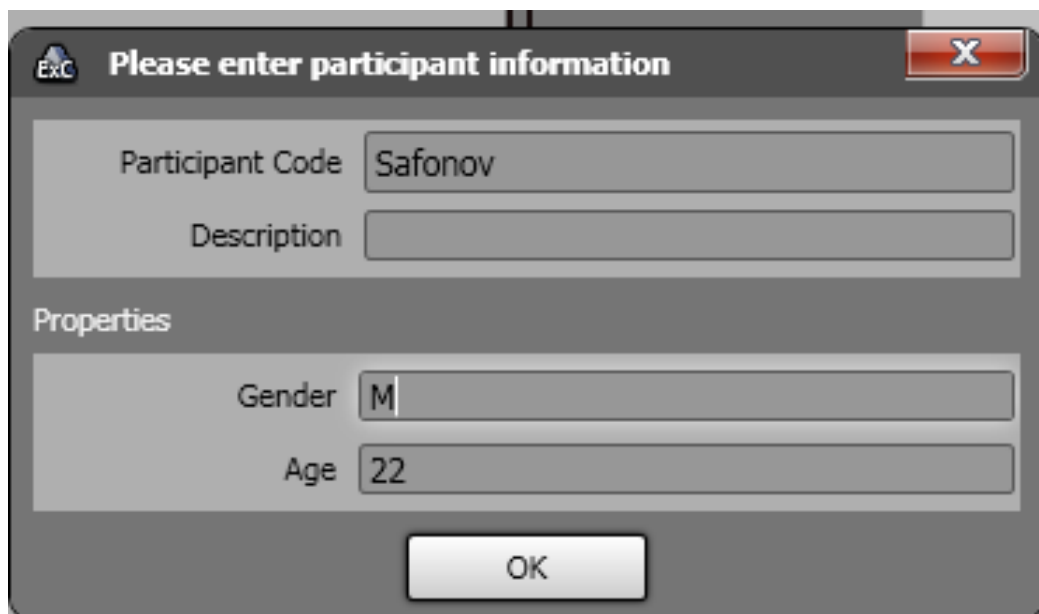
A screenshot of a software dialog box titled "Please enter participant information". The dialog box has a standard Windows-style title bar with a close button (X) in the top right corner. Inside the dialog, there are four input fields: "Participant Code" containing the text "Safonov", "Description" which is empty, "Gender" containing the letter "M", and "Age" containing the number "22". Below these fields is a single "OK" button. The dialog box has a dark grey background and a light grey border.

Рис. 6. Ввод данных об испытуемом в модуле Experiment Center

Начинается процесс калибровки.

Испытуемому дается инструкция: «Сейчас на экране Вы видите кружок. Он будет двигаться по экрану. Ваша задача следовать глазами точно за ним».

Убедившись, что испытуемый понял задачу, нажмите ПРОБЕЛ для запуска калибровки.

После прохождения калибровки выдается диалоговое окно с результатом (Рис. 7).

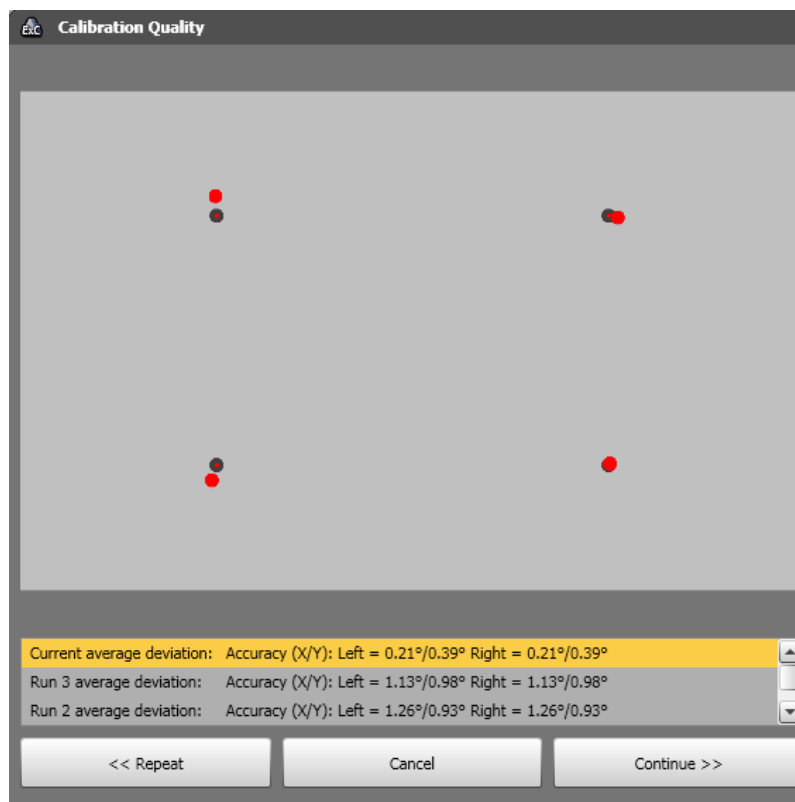


Рис. 7. Окно модуля Experiment Center с результатом прохождения калибровки

Точность (Accuracy) по Left и Right должна быть меньше 0.5. В случае превышения данных значений, нажмите REPEAT и заново повторите калибровку. В случае удовлетворительной калибровки нажмите CONTINUE.

[3] Запись движений глаз при эксперименте

Далее испытуемому дается инструкция: «Смотрите на изображения». Смена стимулов выполняется программой автоматически.

Закончив эксперимент, нажмите кнопку BeGaze в правом нижнем углу экрана (Рис.8).

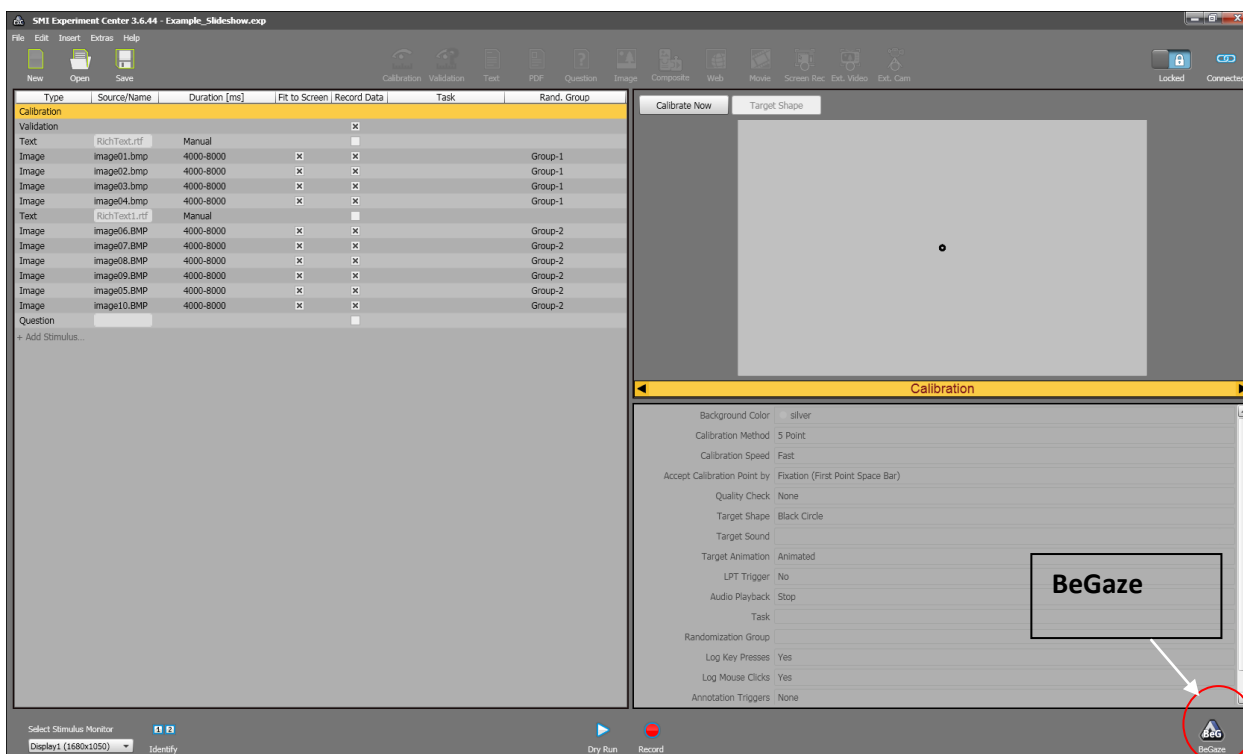


Рис. 8. Завершение эксперимента в модуле *Experiment Center*

На протяжении всего эксперимента необходимо визуально отслеживать калибровку в программном модуле *iViewX*.

3.4. Обработка экспериментальных данных в модуле *BeGaze*

3.4.1 Качественный анализ

Программный модуль *BeGaze* выполняет загрузку данных из проведенного эксперимента автоматически. Дождитесь полной загрузки данных.

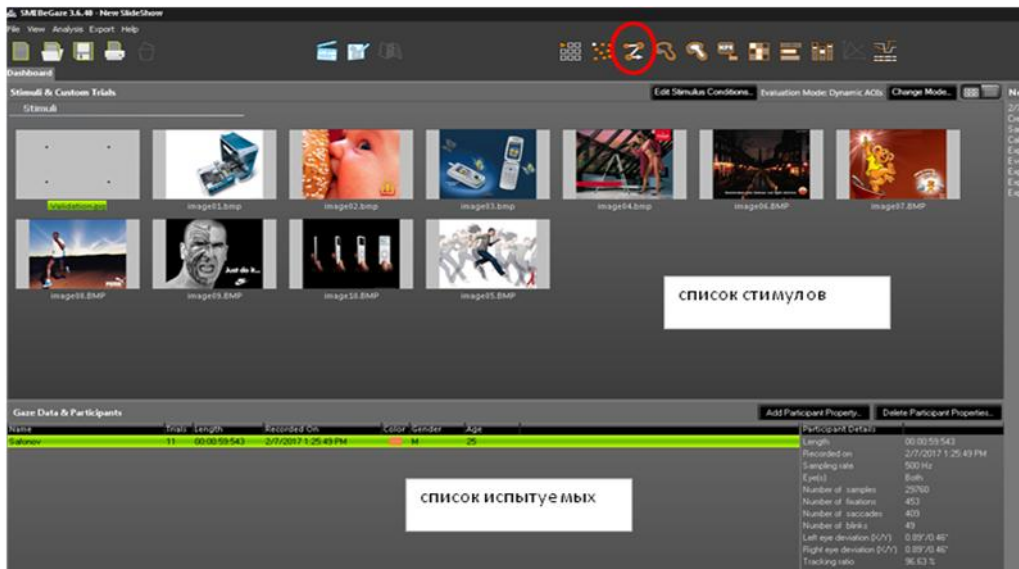


Рис. 9. Модуль VeGaze

Для визуализации данных нажмите SCAN PATH (выделено красным кругом на Рис.9).

Выбор изображений осуществляется по кнопке CHANGE STIMULUS (Рис.10).

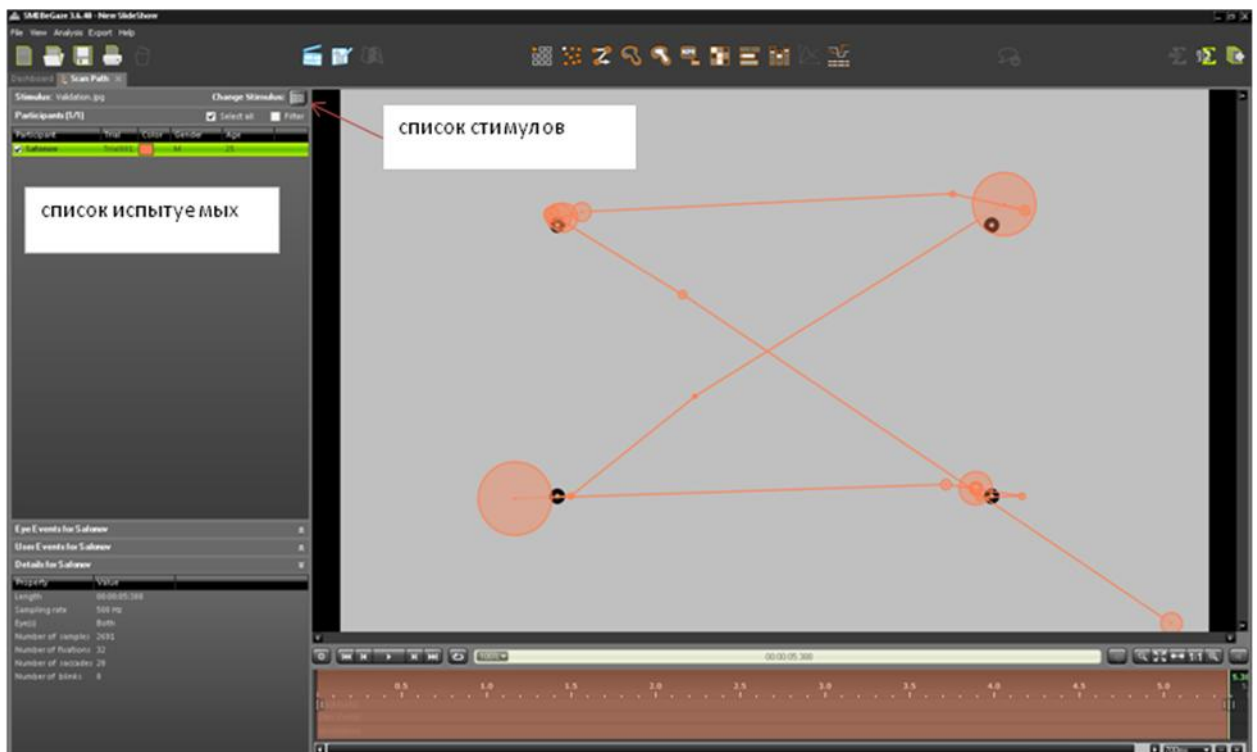


Рис.10. Выбор стимульных изображений в модуле VeGaze

Выберите нужный стимул двойным нажатием левой кнопкой мыши. Откроется карта фиксации по выбранному изображению (Рис. 11). В случае прохождения одного эксперимента несколькими испытуемыми, можно выбрать

испытуемого в левом меню, поставив галку около его фамилии – см. вставку «список испытуемых»).

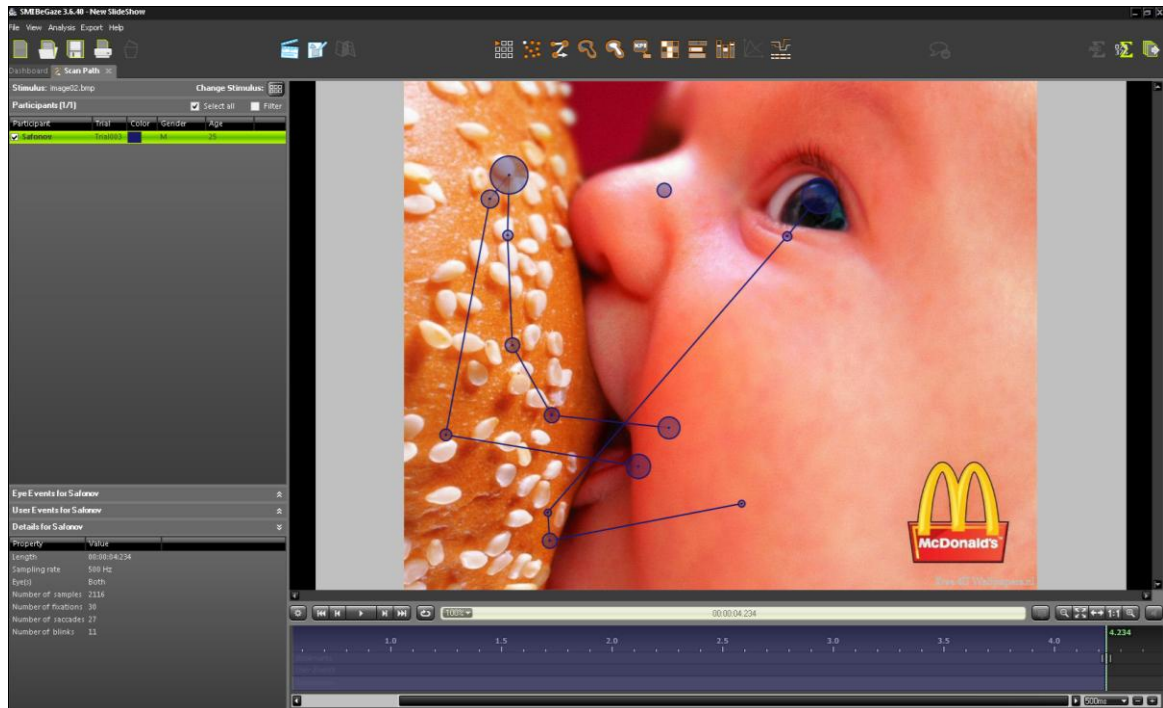


Рис.11. Пример карты фиксации в модуле BeGaze

Примечание: для обработки уже проведенных экспериментов можно вызвать программный модуль BeGaze с рабочего стола и открыть необходимый эксперимент.

Задание

Вариант 1. Оцените количество фиксации на изображении. Данные внесите в Таблицу 1. Скопируйте карты движения зора и тепловые карты для каждого изображения. Сделайте вывод, как соотносится валентность изображения с характером фиксации с точки зрения их количества и/или длительности.

Таблица 1. Качественный анализ (количество фиксации)

Стимул	Валентность стимула	Количество фиксации
Image01	Положительная	5
Image02	Нейтральная	11
Image03	Отрицательная	4

Вариант 2. Оцените наличие / отсутствие фиксации на бренде и на целевом товаре. Например, в данном случае бренд – МакДоналдс, целевой товар – гамбургер. Данные внесите в таблицу 2.

Таблица 2. Качественный анализ фиксации

Стимул	Фиксация на бренде	Фиксация на целевом товаре
Image02	2	нет
Image01	7	12

Таким образом, необходимо проанализировать каждое стимульное изображение.

Сделайте вывод, какое изображение наиболее эффективно с маркетинговой точки зрения: на нем должно быть наибольшее количество фиксации и на бренде, и на товаре, по сравнению с другими изображениями.

3.4.2 Количественный анализ

2.1. Копирование данных из модуля ВеGaze

Скачайте необходимые численные характеристики движения зора. Для этого вызовите окно Metrics Export (правый верхний угол экрана). Осуществите выбор данных для анализа.

Вариант 1

Выберите Event Statistics-Single→Stimulus; Participant; Index, Event Duration Trial Time; Fixation Average Pupil Size X, Fixation Average Pupil Size Y → В правом нижнем углу нажмите EXPORT TO CLIPBOARD (Рис. 12):

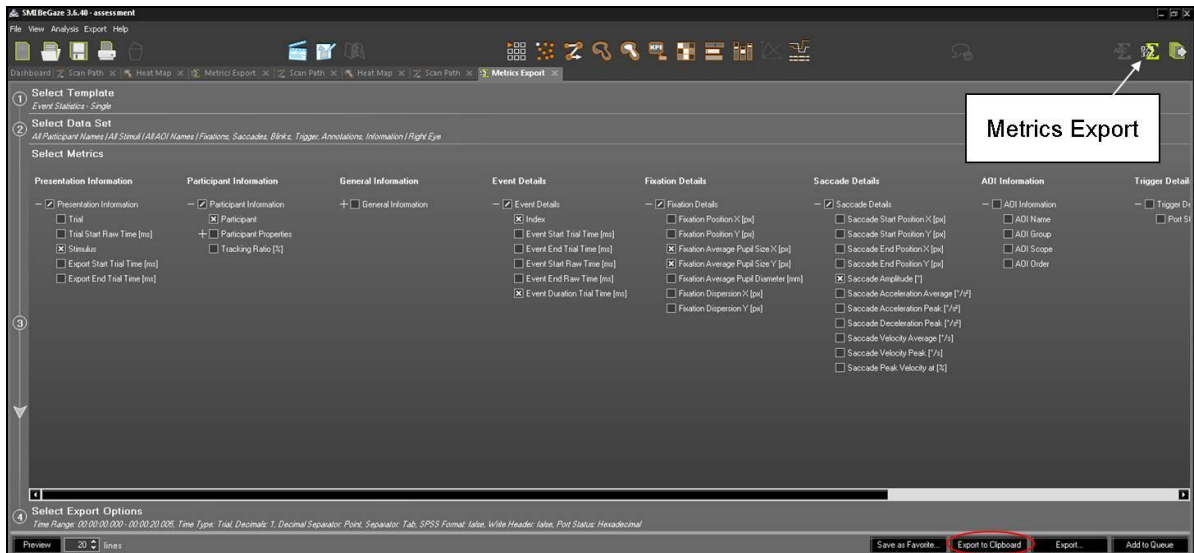


Рис.12. Пример ручной выгрузки данных в модуле VeGaze

Вариант 2

Выберите FAVORITES -> LAB2017->EXPORT TO CLIPBOARD (Рис. 13):

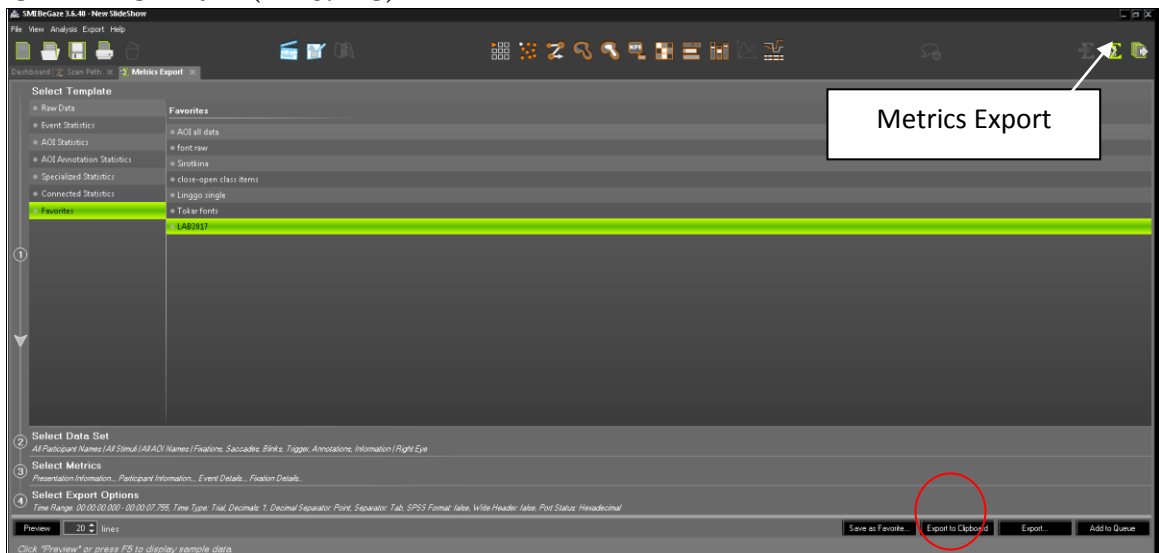


Рис.13. Пример выгрузки данных в модуле VeGaze по шаблону

Необходимые данные будут помещены в буфер обмена. Чтобы их сохранить, запустите программу MS Excel и откройте пустой лист, нажмите в левую верхнюю ячейку, нажмите Ctrl+V. Таблица данных будет вставлена на лист. Сохраните файл.

2.2. Обработка данных в MS Excel

При вставлении данных на лист Excel таблица будет выглядеть следующим образом:

Вариант 1

	A	B	C	D	E	F	G
1	Stimulus	Participant	Index	Event Duration Trial Time [ms]	Fixation Average Pupil Size X [px]	Fixation Average Pupil Size Y [px]	Saccade Amplitude [°]
2	Validation.jpg	BULANOV	1	-	-	-	-
3	Validation.jpg	BULANOV	1	284.6	34.4	35.5	-
4	Validation.jpg	BULANOV	1	84	-	-	18.6
5	Validation.jpg	BULANOV	2	146	34.9	35.3	-
6	Validation.jpg	BULANOV	2	24	-	-	1.6
7	Validation.jpg	BULANOV	3	1830.4	36	35.6	-
8	Validation.jpg	BULANOV	3	46	-	-	6.1
9	Validation.jpg	BULANOV	4	70	-	-	7

Вариант 2

	A	B	C	D	E	F	G
1	Stimulus	Participant	Index	Event Duration Trial Time [ms]	Fixation Average Pupil Size X [px]	Fixation Average Pupil Size Y [px]	
2	Validation Safonov		1	-	-	-	
3	Validation Safonov		1	262.5	15.5		21
4	Validation Safonov		1	68	-	-	
5	Validation Safonov		2	102	20.2		20
6	Validation Safonov		2	48	-	-	
7	Validation Safonov		3	186	20.1		19.1
8	Validation Safonov		4	314.1	19.1		18.8
9	Validation Safonov		5	350.1	19.6		19
10	Validation Safonov		6	230.1	20.4		19.8

До начала обработки необходимо отфильтровать данные.
Для этого:

1. Выделите заголовки столбцов с данными (A-F). В верхней панели программы MS Excel найдите вкладку ДАННЫЕ и нажмите ФИЛЬТР;

	A	B	C	D	E	F	G
2	Validation.jpg	BULANOV	1	-	-	-	-
3	Validation.jpg	BULANOV	1	284.6	34.4	35.5	-
4	Validation.jpg	BULANOV	1	84	-	-	18.6
5	Validation.jpg	BULANOV	2	146	34.9	35.3	-
6	Validation.jpg	BULANOV	2	24	-	-	1.6
7	Validation.jpg	BULANOV	3	1830.4	36	35.6	-
8	Validation.jpg	BULANOV	3	46	-	-	6.1
9	Validation.jpg	BULANOV	4	70	-	-	7
10	Validation.jpg	BULANOV	5	52	-	-	4.2
11	Validation.jpg	BULANOV	6	54	-	-	4.9
12	Validation.jpg	BULANOV	4	68	36.1	39	-
13	Validation.jpg	BULANOV	7	22	-	-	2
14	Validation.jpg	BULANOV	5	216	35.8	37.1	-
15	Validation.jpg	BULANOV	6	1416.3	34.7	35.8	-

2. В столбце STIMULUS уберите галку с Validation;
3. Вариант 2 в столбце Fixation Average Pupil Size X [px] уберите галку с "-".

Задание

Скопируйте отфильтрованные данные и перенесите на другой лист рабочего файла Excel. Вычислите средние значения по всем параметрам для каждого изображения. Результаты внесите в Таблицу 3.

Таблица 3. Количественный анализ (средние значения)

	Event Duration Trial Time [ms]	Fixation Average Pupil Size X [px]	Fixation Average Pupil Size Y [px]	Saccade Amplitude [°]
image01				

image02				
image03				

Примечание:

Название столбца	Event Duration Trial Time [ms]	Fixation Average Pupil Size X [px]	Fixation Average Pupil Size Y [px]	Saccade Amplitude [°]
Перевод	Продолжительность события (в данном случае – берем длительность фиксации)	Диаметр значка по оси X	Диаметр зрачка по оси Y	Амплитуда саккад

Постройте графики зависимости анализируемых параметров от типа изображения (по оси X – стимулы, по оси Y – значение параметра). Учитывайте шкалы: если масштаб значений каких-либо параметров отличаются (например, Event Duration Trial Time исчисляется в сотнях, а Saccade Amplitude в единицах), необходимо построить отдельную гистограмму для каждого из них. Размещение таких параметров на одном графике будет ошибкой.

Сделайте выводы по результатам работы.

Используйте описательную статистику. Результаты внесите в Таблицу 4. Посчитайте доверительные интервалы.

Таблица 4. Описательная статистика

	Валентность изображения	Event Duration Trial Time [ms]	Fixation Average Pupil Size X [px]	Fixation Average Pupil Size Y [px]	Saccade Amplitude [°]
		m±M	m±M	m±M	m±M
image01	Положит.				
image02	Нейтральн.				
image03	Отрицат.				

$$m = \frac{\sum a_i}{N}; M = \frac{\sum (a_i - a_{cp})}{N};$$

3.4.3 Статистический анализ STATISTICA

Для статистического анализа используется программная среда **STATISTICA**.

Эксперимент проводился на одном испытуемом.

Проверьте, соответствуют ли данные нормальному распределению (распределению Гаусса). Оцените достоверность сходства параметров Eye-Tracking для изображений разной валентности. Для этого могут быть использованы методы:

- Прямого попарного сравнения (t-test), с использованием критерия Вилкоксона или критерия Стьюдента);

Проводить сравнение данных имеет смысл только в том случае, если различия значений достоверны;

- Н-критерий Крускала-Уоллиса (непараметрическая ANOVA);
- ANOVA.

По результатам анализа, сделайте вывод о том, влияет ли валентность изображения на параметры Eye-Tracking.

4. Структура отчета

Вариант 1

1. Титульный лист (см. Приложение 1 «Пример отчета ЕТ»);
2. Введение: цель, задачи, оборудование;
3. Ход работы: описание процедуры исследования;
3. Таблицы 1,2, Рисунки 1-3 (карты движения взора), Рисунки 4-6 (тепловые карты) с интерпретацией;
4. Таблица 3, Графики 1,2,3 с интерпретацией;
- 5.
6. Вывод: как эмоциональная валентность изображения влияет на параметрами движения взора?

Вариант 2

1. Титульный лист (см. Приложение 1 «Пример отчета ЕТ»);
2. Введение: цель, задачи, оборудование;
3. Ход работы: описание процедуры исследования (своими словами);
3. Таблицы 1,2 с интерпретацией;
4. Таблица 3, Графики 1,2,3 с интерпретацией;
6. Вывод: какое (какие) изображения наиболее эффективны с маркетинговой точки зрения (основываясь на литературных данных о связи эмоциональной оценки стимула и длительности фиксаций и диаметра зрачка)?

Список литературы

Основная литература:

- [1] Александров Ю. И. Основы психофизиологии // Под. Ред. Ю.И. Александрова – М., 1998, С. 8.
- [2] Барabanщиков В. А., Милад М. М. Методы окулографии в исследовании познавательных процессов и деятельности – М.: Ин-т психологии РАН, 1994.
- [3] Барabanщиков В.А., Жегалло А.В. Айттрекинг. Методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. М., 2014.
- [4] Демарева В.А., Парин С.Б., Полевая С.А. Поиск информативных параметров данных Eye Tracking для оценки уровня знания английского языка. - Экспериментальный метод в структуре психологического знания / Отв.ред. В.А.Барabanщиков. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2012. – С. 448-451.
- [5] Жегалло А.В. Система регистрации движений глаз SMI High Speed: особенности использования // Экспериментальная психология. 2009. Том 2. № 4. С. 111–117.
- [6] Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки [Электронный ресурс] : в 2 ч. Ч. 1 / под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж ; пер. с англ. под ред. проф. В. В. Шульговского. — Эл. изд. — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 552 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — (Лучший зарубежный учебник). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".
- [7] Основы психологии познания. В 2-х т. Величковский Б.М. М.: Академия, 2006; - 448с., 432с.

Дополнительная литература:

- [1] *Martinez-Conde S., Macknik S.L., Hubel D.H., 2004.* The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature reviews neuroscience*, 5, 229–240.
- [2] *Rayner K.* Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research // University of Massachusetts at Amherst, 1998.
- [3] *Salvucci D. D., Goldberg J. H.* Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols, In *Proceedings of the Eye Tracking Research and Application Symposium* – New York: ACM Press, 2000, P. 71–78.
- [4] *Smeets J. B. J., Hooge I. T. C.* Nature of variability in saccades // *Journal of Neurophysiology*, Т. 90. С. 12–20, 2003.

[5] *Yarbus A.L.*, 1967. Eye movements and vision. N.-Y.: Plenum press. 222 p. (Впервые издана на русском языке: Ярбус А.Л., 1965. Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука. 166 с.)

Приложение 1 «Пример отчета ЕТ»

**Отчет по практикуму по психофизиологии
«Технология Eye-Tracking»**

ФИО выполнившего:

Группа:

Дата:

Нижний Новгород
2017

Введение

Цель: Выявить связи между валентностью изображения и параметрами движения взора.

Задачи:

1. Получить «карты движения взора» (ландшафты внимания) и тепловые карты по каждому изображению;
2. Оценить влияние валентности изображения на параметры движения взора.

Оборудование:

- 1) Система SMI High Speed;
- 2) Компьютер.

Ход работы

- 1) Настроить положения головы в модуле iViewX;
- 2) Провести эксперимент в модуле Experiment Center;
- 3) Обработать данные в модуле BeGaze;
- 4) Обработать данные в MS Excel;
- 5) Обработать данные в STATISTICA;
- 6) Сделать выводы по результатам работы.

Результаты

Таблица 1. Качественный анализ (количество фиксации)

Стимул	Валентность стимула	Количество фиксации
Image01	Положительная	6
Image02	Нейтральная	9
Image03	Отрицательная	8

Рис. 1-3. Карты движения зрения



Рис. 4-6. Тепловые карты

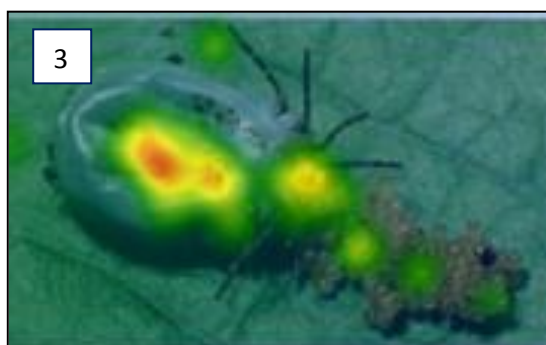
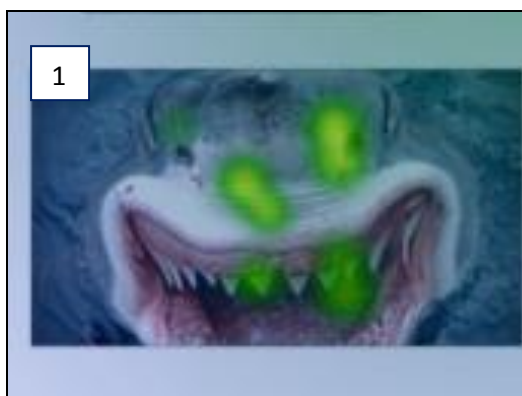


Таблица 2. Количественный анализ (средние значения)

	Event Duration Trial Time [ms]	Fixation Average Pupil Size X [px]	Fixation Average Pupil Size Y [px]	Saccade Amplitude [°]
Image01	311.51	35.33	36.40	5.92
Image02	277.44	33.52	34.04	5.23
Image03	257.26	38.37	39.91	4.86

График 1. Влияние эмоциональной валентности изображения на диаметр зрачка

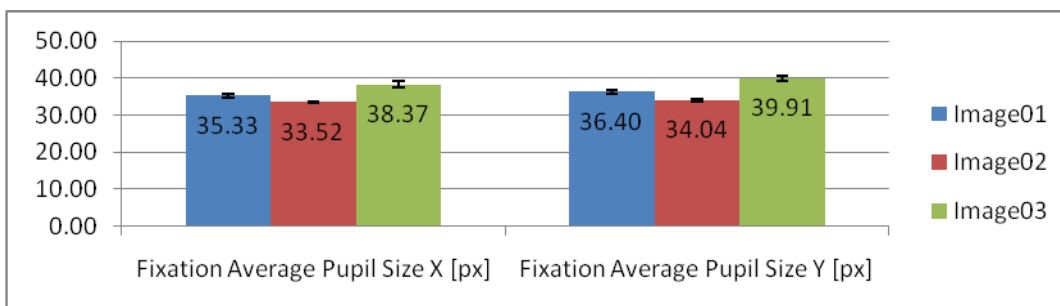


График 2. Влияние эмоциональной валентности изображения на амплитуду саккад

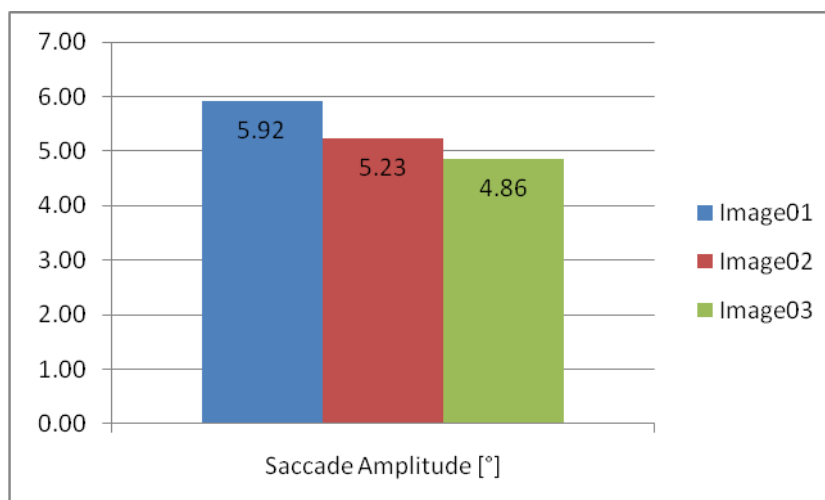
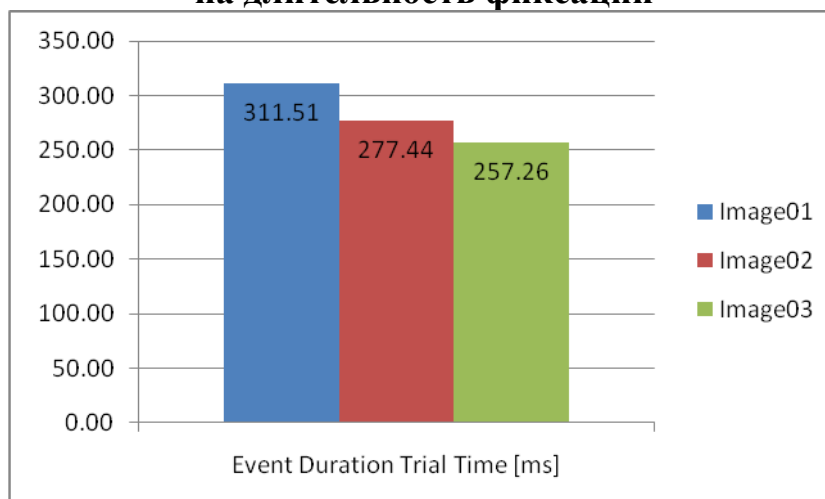


График 3. Влияние эмоциональной валентности изображения на длительность фиксации



Выводы

В ходе данного эксперимента испытуемым по порядку предъявлялись 3 изображения, каждое из которых характеризуется определенной эмоциональной валентностью: Image01 - положительная, Image02 – нейтральная, и Image03 - отрицательная валентность. Испытуемому предлагалось посмотреть на каждое изображение в течение 3 секунд.

В эксперименте принял участие 1 человек.

В качестве данных для анализа использовались следующие показатели:

1. Количество фиксации (качественный анализ)
2. Диаметр значка по оси X (Fixation Average Pupil Size X) (px)
3. Диаметр значка по оси Y (Fixation Average Pupil Size Y) (px)
4. Амплитуда саккад (Saccade Amplitude) (°)
5. Длина фиксации (Fixation duration) (мсек)

По результатам качественного анализа было выявлено, что по количеству фиксации изображения распределились следующим образом

(по возрастанию): нейтральная валентность, отрицательная валентность, положительная валентность (Таблица 1).

По результатам количественного анализа было выявлено следующее:

1. Наибольшие значения диаметра зрачка характерны для стимульных изображений с выраженной эмоциональной валентностью, причем значения при отрицательной валентности выше, чем при положительной (Рис. 7);

2. Амплитуда саккад и длительность фиксации убывают при снижении эмоциональной валентности: наибольшие значения параметров для стимула с положительной валентностью, средние – со средней валентностью, минимальные – с отрицательной валентностью (Рис. 8,9).

По результатам анализа статистических показателей были выявлены следующие закономерности:

1. По показателю ... не было выявлено достоверных различий между...;
8. По показателю амплитуда саккад было выявлено, что...достоверно больше, чем..(рис....)

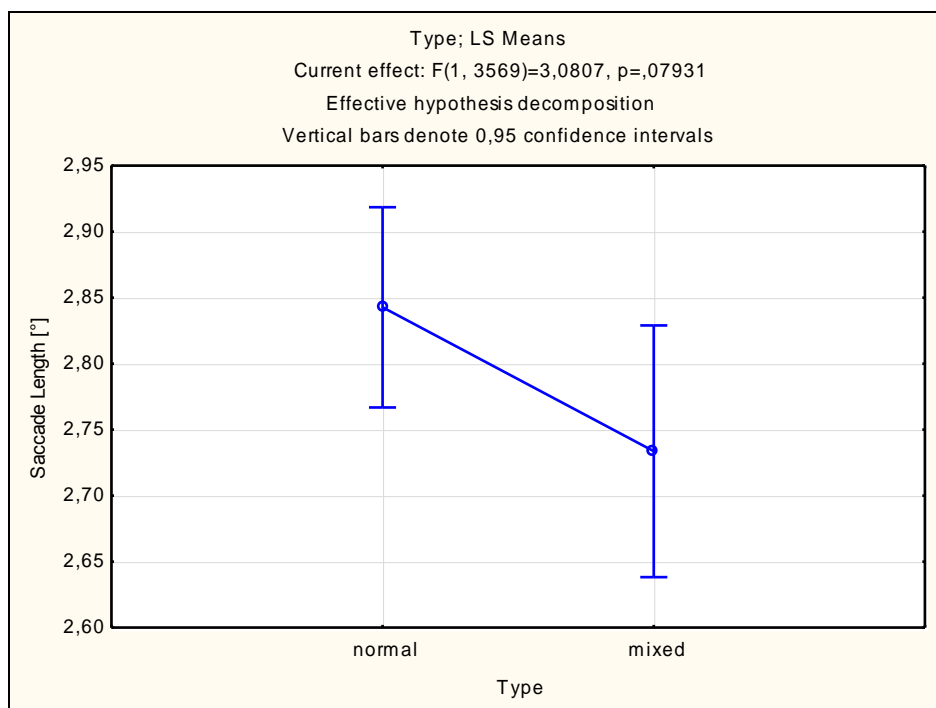


Рис.2

	Stimulus	Text1.rtf	Text1.1.rtf	MixedText1.rtf	MixedText1.1.rtf	Text2.rtf	Text2.2.rtf	MixedText2.rtf	MixedText2.2.rtf
1	Text1.rtf		0,34 1291	0,0004 00	0,10414 2	0,18 132 3	0,58 7695	0,0011 78	0,19284 8
2	Text1.1.rtf	0,34 1291		0,0122 77	0,01073 6	0,67 153 0	0,75 6994	0,0193 03	0,71431 5
3	MixedText1.rtf	0,00 040 0	0,01 2277		0,00000 0	0,05 237 9	0,01 0448	0,8946 77	0,03887 9
4	MixedText1.1.rtf	0,10 414 2	0,01 0736	0,0000 00		0,00 423 3	0,04 7806	0,0000 02	0,00415 1
5	Text2.rtf	0,18 132 3	0,67 1530	0,0523 79	0,00423 3		0,49 4352	0,0636 09	0,94750 0
6	Text2.2.rtf	0,58 769 5	0,75 6994	0,0104 48	0,04780 6	0,49 435 2		0,0151 02	0,52512 2
7	MixedText2.rtf	0,00 117 8	0,01 9303	0,8946 77	0,00000 2	0,06 360 9	0,01 5102		0,05009 3
8	MixedText2.2.rtf	0,19 284 8	0,71 4315	0,0388 79	0,00415 1	0,94 750 0	0,52 5122	0,0500 93	

*Анна Валерьевна Полевая
Валерия Алексеевна Демарева
Сергей Борисович Парин
Софья Александровна Полевая*

ПРАКТИКУМ ПО
МЕТОДУ EYE-TRACKING

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского».
603950, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23.