

Комплекс контроля и анализа психофизиологической информации КАПИ

для исследования психоэмоционального восприятия
произведений искусства (в варианте применения «Нейроэстетика»
в сочетании с очками-айтрекером АТВ-2-100)

Оглавление

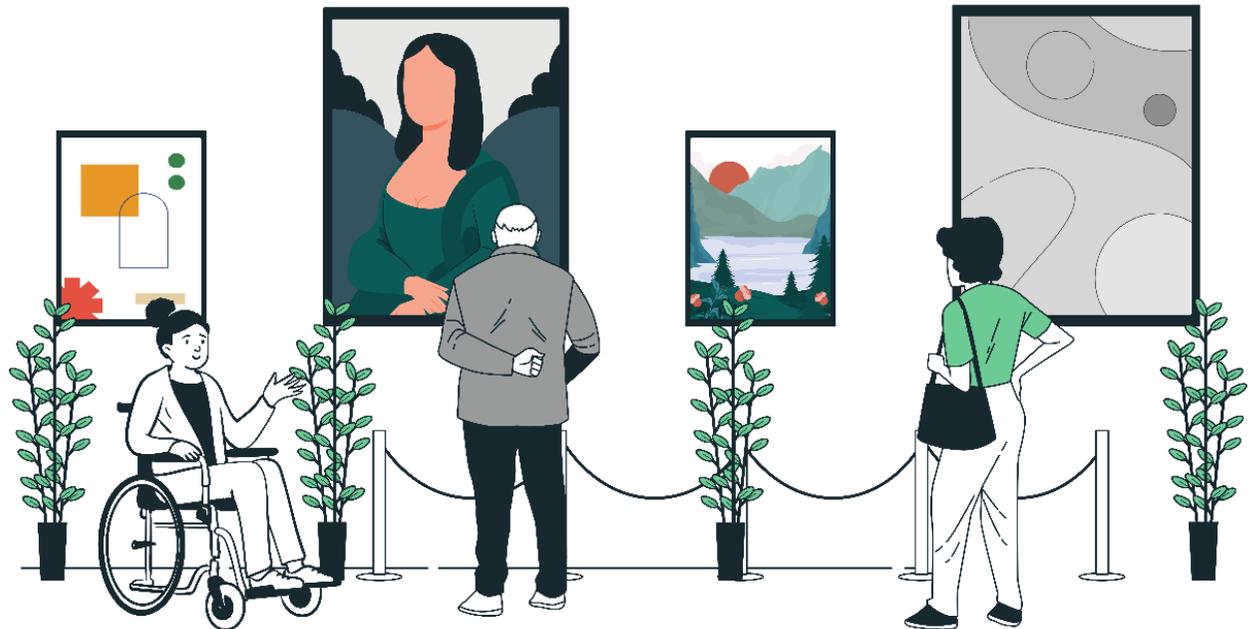
Введение	2
Нейроэстетика.....	6
Принцип определения направления взгляда зрителя с использованием очков-айтрекера	7
Оборудование, необходимое для регистрации глазодвигательной активности и направления взгляда, а также для регистрации физиологических сигналов и расчета нейрофизиологических и соматовегетативных показателей.....	9
Расчетные показатели глазодвигательной активности.....	21
Визуализационные методы оценки распределения зрительного внимания при просмотре картин	24
Построение профилей косвенной оценки субъективного отношения к предъявляемым картинам.....	31
Визуализация мультипараметрических данных, нейрофизиологических метрик и соматовегетативных показателей.....	33
Специальный комплект оборудования, включающий стационарный айтрекер, ПО «Энцефалан-АВС», а также устройства регистрации физиологических данных.	40
Сопоставление графиков расчетных показателей с рассматриваемыми в этот момент зрительными образами	43
Выводы.....	44

Введение

Изобразительное искусство – один из центральных системообразующих элементов в формировании художественной культуры человека и его эстетического сознания. Восприятие художественных произведений сложный процесс, включающий в себя когнитивные, эмоциональные, мнемические, оценочные, духовные, перцептивные и другие составляющие. Психологический анализ воздействия произведений изобразительного искусства на зрителя – одна из областей психологии искусства. Процессы формирования художественного образа опосредованы сознанием как художника, порождающего образ, так и зрителя, его воспринимающего.

Восприятие искусства является активным творческим процессом. Наиболее существенными факторами, влияющими на культуру восприятия изобразительного искусства, являются: запас зрительных впечатлений (опыт восприятия); знание истории и фактов изобразительного искусства (эрудиция); общая художественная подготовка (практическая деятельность); условия восприятия (размер и освещение произведений изобразительного искусства, восприятие подлинника или репродукции); возраст; образовательный уровень; сложившиеся привычки и стереотипы; жизненный и нравственный опыт. Понимание того, как человек рассматривает и оценивает произведения искусства, является важной характеристикой эмоционального и интеллектуального потенциала личности.

Исследователи занимаются выявлением взаимосвязей между предпочтениями в изобразительном искусстве и личностными особенностями. Изучение художественных предпочтений важно для понимания того, что людям нравится или не нравится в различных стилях и направлениях живописи и является одним из подходов в области изучения личности и влияния на неё произведений искусства.



Восприятие произведений искусства – комплексный процесс, включающий понимание, запоминание и составление собственного впечатления о картинах, скульптурах, элементах интерьера и архитектуры. Если исследование позволяет количественно оценить, сколько времени зритель посвящает изучению картины или другого произведения, можно сделать вывод о его потребностях, интересах и эстетических взглядах. А если провести статистический анализ группы зрителей, то можно делать определенные выводы о предпочтениях и интересах целой аудитории или определенных категорий зрителей. Исследования процессов восприятия позволяют выяснить, как современный человек оценивает картины и что может повлиять на его мнение.

Современные технологии исследования восприятия зрителями художественных произведений переходят на качественно новый уровень точности, и становятся доступными для более широкого круга исследователей. Если ранее для этих исследований использовались данные с камер видеонаблюдения, на основе которых визуально анализировалась динамика зрителей у каждой картины, и на основе этого оценивался зрительский интерес, то сейчас для этого используются очки-айтрекер, через которые зритель смотрит на окружающий его мир.

Основной инструмент арт-психологии – это исследование визуального сканирования зрителем рассматриваемого им произведения, осуществляемого с помощью айтрекера. Этот подход для арт-психологии был описан еще в 1965 году российским исследователем А.Л. Ярбусом в его книге «Роль движений глаз в процессе зрения» (рис. справа).

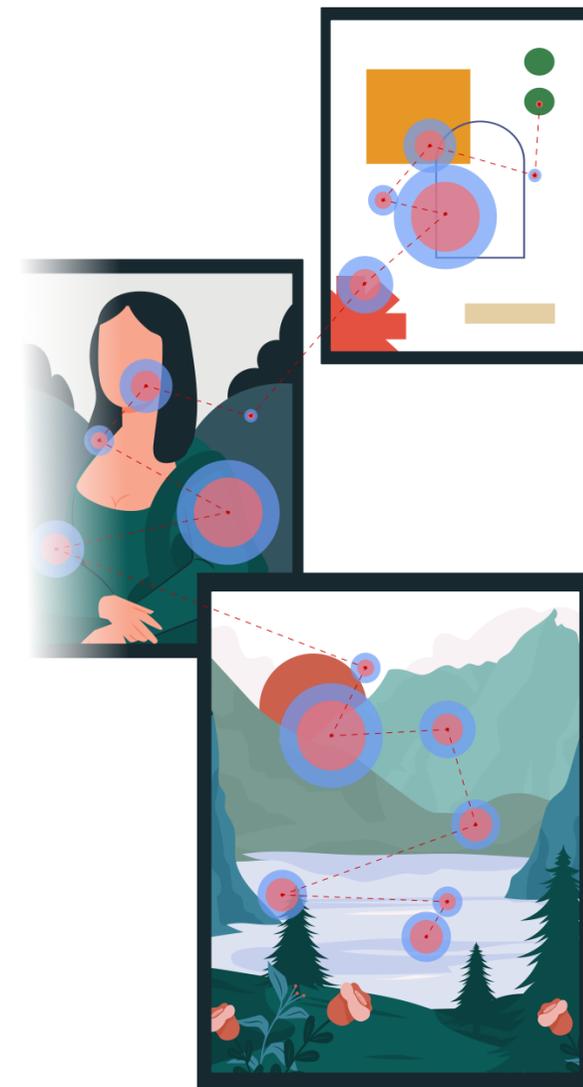
На примере анализа данных айтрекера картины «Не ждали» И. Репина было проведено несколько исследований, в том числе, зарубежными авторами.



Объем получаемой информации о проявленном зрителем интересе к разным картинам и их восприятию существенно возрастает при использовании носимых очков-айтрекера, что позволяет исследователю сделать более детальный анализ. Кроме информации о том, сколько времени зритель находился возле какой-то картины, фиксируется, сколько именно времени он непосредственно смотрел на картину, а также как распределялось его зрительное внимание при просмотре. Таким образом, исследователю доступна информация о том, какие фрагменты картины были наиболее интересны зрителю, сколько времени фиксировался взгляд, сколько раз взгляд возвращался к этим фрагментам. Кроме того, если исследование глазодвигательной активности сопровождается синхронной регистрацией нейрофизиологических и соматовегетативных показателей, то это дает исследователю дополнительную информацию о динамике таких характеристик, как активация, вовлеченность в процесс, выраженность умственной нагрузки, доминирующий знак эмоциональных реакций человека в процессе просмотра картин.

При просмотре произведения искусства осуществляется его зрительное «сканирование». Визуальное сканирование включает в себя динамическую последовательность глазодвигательных событий, среди которых наиболее интересны фиксации взгляда (задержка взгляда в каком-то определенном месте) и саккады (быстрые перемещения взгляда, которые могут произвольными и произвольными).

Направление саккад, перемещающих взгляд от одной фиксации к другой, определяется тем, что наиболее бросается в глаза конкретного зрителя и «перехватывает» его внимание. Это может быть связано с различными характеристиками деталей зрительных объектов – цветом, яркостью, текстурой, формой элемента картины, а также его семантическим наполнением, вызывающим те или иные эмоции у зрителя (причем у разных зрителей могут возникать разные эмоции при просмотре одних и тех же деталей, что связано с индивидуальными особенностями зрителей). **Такой подход позволяет дать наиболее объективную оценку впечатления зрителя от произведения искусства.**



При анализе данных используются также параметры зрачковых реакций (динамика диаметра зрачков косвенно характеризует изменения в эмоциональном состоянии и когнитивной нагрузке зрителя) и частота моргания, которая уменьшается при повышении интереса к просматриваемым зрительным объектам.

Восприятие зависит от многих факторов: от эстетических и моральных предпочтений зрителя, текущего эмоционального и когнитивного состояния, той информации, которой зритель имел об этом произведении до реального просмотра (возможно, просто слышал, но не видел и от степени «раскрученности» этого произведения), освещения и пр. На восприятие могут влиять и краткие описания, которые сопровождают картины в галереях и музеях, а также комментарии экскурсовода, если исследование проводится с его участием.

Исследование восприятия произведений искусства зрителем базируется на использовании различных возможностях оборудования и программного обеспечения, позволяющего регистрировать и анализировать направление взгляда, физиологические сигналы и показатели, отражающие эмоциональное состояние зрителя, степень его вовлеченности, умственной нагрузки, утомления и других характеристик.

В настоящее время всё более широкое применение в этих исследованиях используется подход, позволяющий зрителю свободно перемещаться по залам галереи или музея – зритель сам определяет, у какой картины он останавливается надолго (и возможно даже возвращается к ней несколько раз), а к какой картине он вообще не подходит или отворачивается от нее, едва бросив на нее взгляд.

Динамически меняющийся контент фиксируется «камерой сцены» очков-айтрекера и определяется тем, куда поворачивает голову зритель, на что он смотрит, куда направляется и где останавливается.

Этим же достоинством – свободой перемещения зрителя в ходе исследования, обладает и современное оборудование для автономной регистрации физиологических показателей (ЭЭГ, ЭКГ, ФПГ, КПр и пр.)

Нейроэстетика

Нейроэстетика — это междисциплинарное научное направление, находящееся на стыке нейробиологии и эстетики, которое изучает процессы восприятия, создания и реакции на искусство, а также поиск и определение красоты с точки зрения работы мозга. Нейроэстетика стремится преодолеть разрыв между субъективной природой эстетических переживаний и объективной работой мозга. Она включает изучение нейронных и эволюционных основ когнитивных и аффективных процессов, происходящих во время того, как индивид использует эстетический или художественный подход к производству искусства, нехудожественному объекту или природному явлению. Исследователи считают, что то, как произведения искусства пробуждают в нас эстетическое переживание, может быть осмыслено в полной мере лишь с помощью нейробиологической терминологии.

Основные цели и задачи нейроэстетики:

- Изучение механизмов восприятия красоты и искусства – как мозг обрабатывает эстетические впечатления.
- Определение роли эмоций в эстетическом опыте.
- Анализ воздействия искусства на человека: как различные формы искусства влияют на психологическое состояние человека, его эмоциональное благополучие и когнитивные функции.
- Изучение универсальности и культурной специфичности восприятия красоты: существуют ли общие для всех людей принципы восприятия красоты или же они формируются под влиянием культурных и индивидуальных факторов.
- Разработка рекомендаций по использованию произведений искусства для улучшения самосознания, развития креативности, улучшении психоэмоционального состояния и поддержании психического здоровья

Таким образом, нейроэстетика стремится раскрыть сложные процессы, лежащие в основе эстетического опыта, объединяя знания из области нейронаук, психологии, философии и искусствоведения.



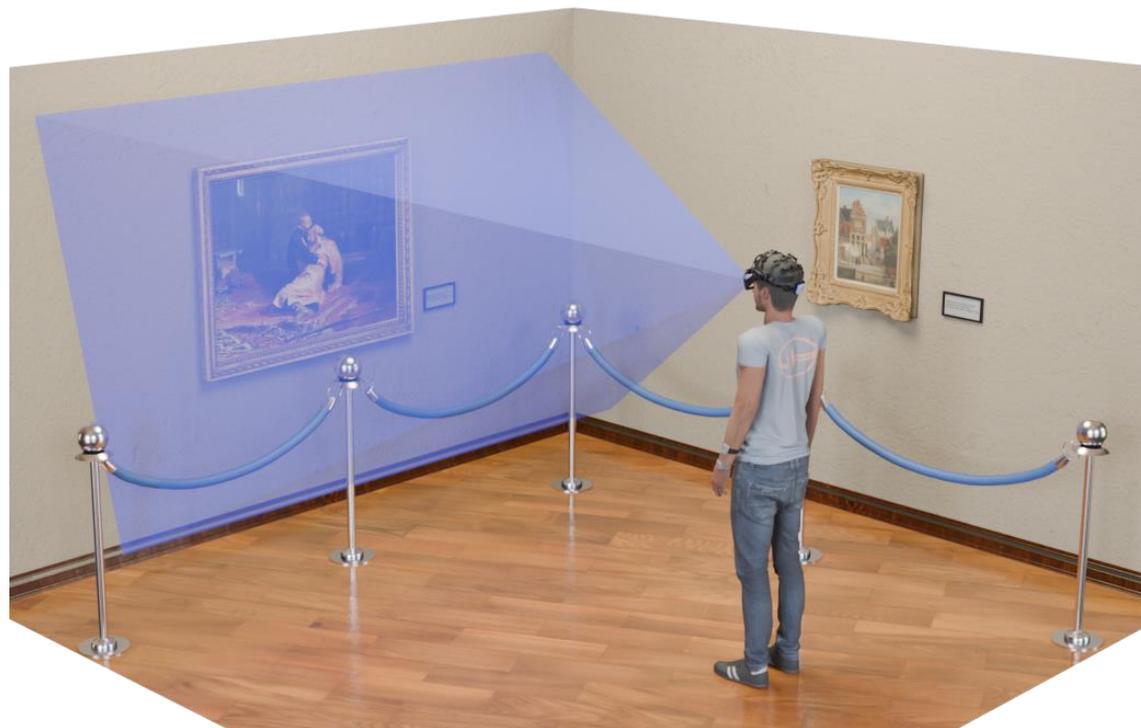
Принцип определения направления взгляда зрителя с использованием очков-айтрекера при посещении музея/галереи и просмотре картин

Способ фиксации видеоконтента, который наблюдает зритель при произвольном прохождении по залам музея или картинной галереи, а также способ детекции пространственных границ (рамок) картин и определения направления взгляда зрителя на каждом кадре.

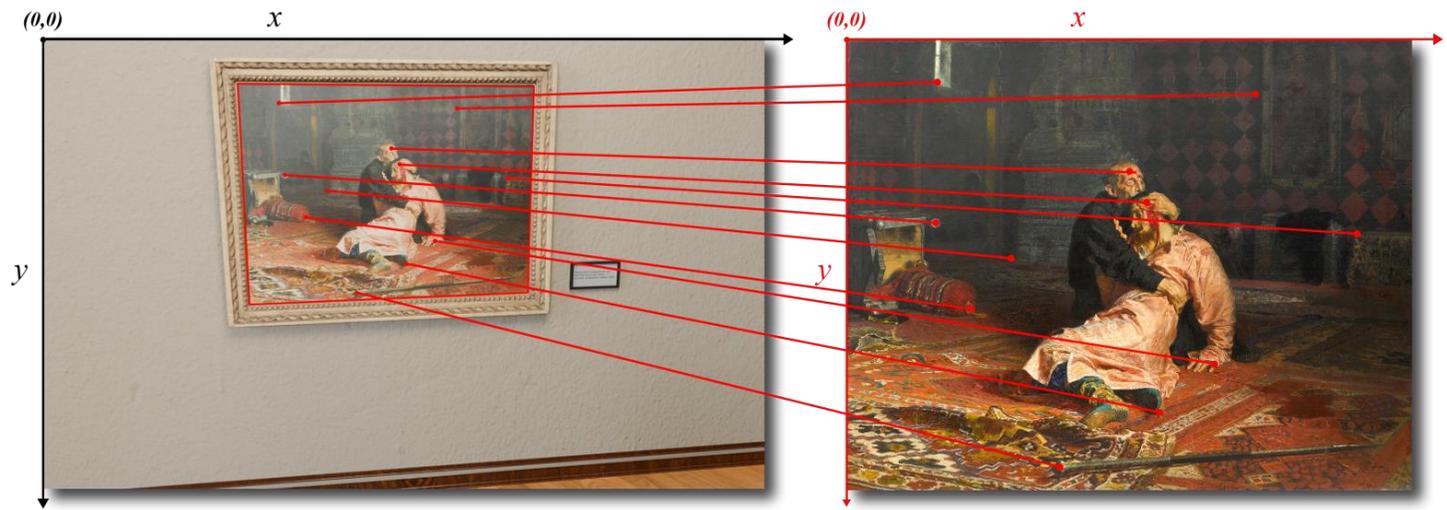
На рисунке – зритель, на которого надеты очки-айтрекер, записывающие видеоданные относительно обращенной наружу камеры, фиксирующей точку зрения зрителя.

4-угольная пирамида отражает «область просмотра», получаемую с помощью «камеры сцены», встроенной в сенсорные очки в области переносицы. Видеоданные с камеры сцены и рассчитанные координаты направления взгляда сохраняются в регистраторе, а также передаются по Wi-Fi на ПК контроля процесса проведения исследования. Местоположение целевого стимула (в данном случае, картины в рамке) зависит от положения и ориентации узрителя и поворота его головы в каждый момент времени. Нейросеть выделяет рамку картины, на которую смотрит зритель. Каждая картина рассматривается в качестве анализируемого зрительного объекта, размеченного как динамическая «зона интереса» (area of interest - AOI). Под «динамической зоной интереса» понимается пространственная область видеопотока с «камеры сцены», меняющая свои размеры и положение на кадре в зависимости от того, с какого места и под каким углом зритель смотрит на эту картину.

На приведённом изображении на зрителе также установлены нейрогарнитура с блоком регистрации ЭЭГ АБП-24 (на голове) и модуль ПОЛИ-2 (на руке) обеспечивающие получение дополнительных психофизиологических данных, отражающих психоэмоциональные реакции зрителя при просмотре картины.

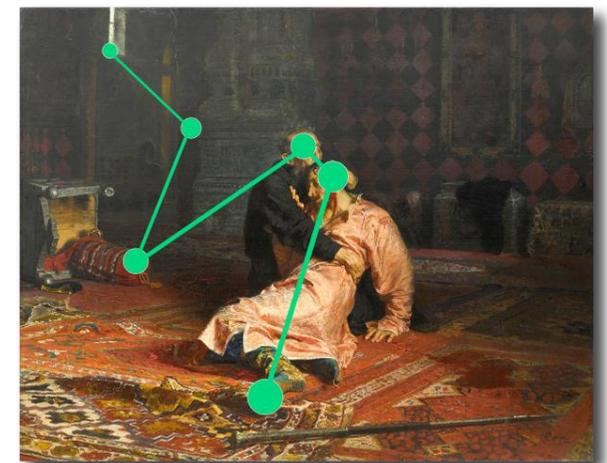
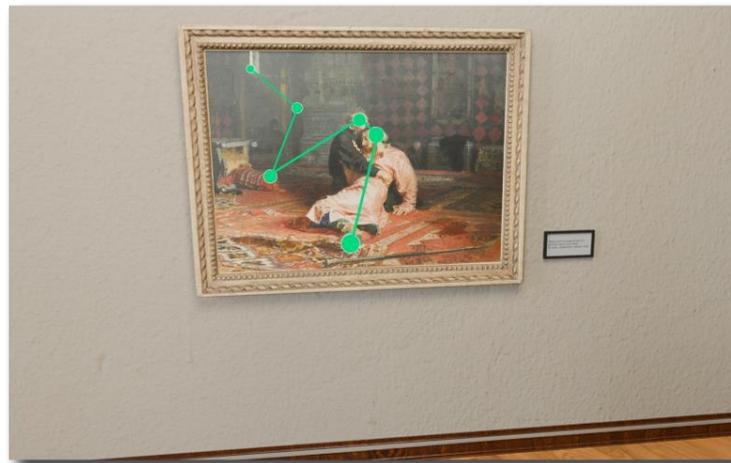


Сопоставление данных взгляда с фиксированным эталонным изображением картины, которая используется нейросетью для идентификации той картины, которая была обнаружена в области просмотра зрителя. Нейросеть использует сопоставление признаков для поиска соответствующих ключевых точек как на кадре «камеры сцены», так и на целевом эталонном изображении.



Эталонное изображение, как правило, используется анфас, а соответствующее ему изображение детектированной картины может находиться под разными углами с учетом места положения зрителя и поворота его головы в каждый момент времени. Соответственно исходно прямоугольная рамка картины эталонного изображения будет выглядеть искаженным четырехугольником и чем больше угол просмотра, тем больше искажение. Задача нейросети состоит в идентификации картины путем сопоставления ключевых точек эталонного и реального изображения.

Наложение траектории взгляда на картину, обнаруженную в области просмотра камеры сцены. При этом используются значения координат направления взгляда, рассчитанные на каждом кадре камеры сцены. Траектория взгляда может показываться в виде потока «сырых» данных по направлению взгляда (этот вид представления называется «raw path») или в частично обработанном виде с отражением областей фиксации взгляда (этот вид называется «scan path»).



Оборудование, необходимое для регистрации глазодвигательной активности и направления взгляда, а также для регистрации физиологических сигналов и расчета нейрофизиологических и соматовегетативных показателей.

Оборудование для регистрации глазодвигательной активности и направления взгляда при посещении музея/галереи и просмотре картин

Сенсорные очки – составная часть носимых очков-айтрекера



Носимые очки-айтрекер – это устройство, состоящее из сенсорных очков и носимого регистратора, закрепляемого на поясе, а также прикладного программного обеспечения для персонального компьютера, с помощью которого выполняется анализ глазодвигательной активности.

Устройство предназначено для регистрации динамики направления взгляда человека при его взаимодействии с реальным миром или искусственно организованной с помощью различных средств визуализации средой.

Встроенная в сенсорные очки «камера сцены» (см. 1 – выше переносицы, на уровне бровей) фиксирует окружение, которое видит зритель, с учетом его перемещения по залу и угла поворота его головы.

Два инфракрасных светодиода подсветки (3), расположенные в нижней части оправ очков-айтрекера, создают два блика на роговице, необходимые для расчёта направления взгляда.

Миниатюрные камеры (2), осуществляют видеозапись глаз зрителя (в том числе и бликов на роговице в ИК-диапазоне), и перемещений глаз при просмотре картины. Расчёт направления взгляда осуществляется на основе этой видеоинформации.

Микрофон, совмещённый с камерой сцены, записывает аудиоданные, с речью экскурсовода о картине или обмен мнениями зрителей при просмотре картины.

Все аудиовидеоданные передаются по кабелю (4) в носимый регистратор для записи и передачи на ПК рабочего места исследователя.

Узел подвеса (5) и обод (6) служат для надёжной и удобной фиксации очков-айтрекера на голове зрителя.

Принцип действия айтрекера основан на вычислении направления взгляда на основе данных обработки видео-изображения глаз, и проецирования его на соответствующий кадр камеры сцены. Для минимизации оптических помех съёмка глаз производится в инфракрасном (ИК) диапазоне с применением ИК подсветки. При помощи нейросети производится обнаружение и измерение параметров зрачка, вычисление направления взгляда с применением математической 3D модели глаз, определяется удаленность точки взгляда с учетом бинокулярности и компенсации параллакса.

Спецпроцессор, расположенный в носимом регистраторе очков-айтрекера, рассчитывает направление взгляда на основе анализа видеопотоков глаз с выделением зрачков и роговичных бликов с помощью нейросети. Все эти данные записываются на карту памяти, встроенную в регистратор, и транслируются по Wi-Fi на компьютер или планшет, находящийся в зоне радиодоступа.

Трансляция данных по Wi-Fi позволяет исследователю непосредственно наблюдать процесс прохождения исследования с контролем того, что фиксирует «камера сцены» на сенсорных очках и как меняется направление взгляда зрителя при просмотре картин.

Таким образом, очки-айтрекер с входящим в его комплект регистратором позволяют сохранить мультимедийные данные, отражающие видео- и аудиопотоки, сопровождающие процесс просмотра картин, двигательную активность зрителя музея, а также все расчетные данные, характеризующие траекторию изменения направления взгляда, объекты его зрительного внимания и дистанцию, на которой фокусировался его взгляд.

Носимый регистратор очков-айтрекера



1. кнопка  включения;
2. кнопка «Mode» (управление режимом калибровки и пользовательскими маркерами для отражения каких-то событий, на которые следует обратить внимание при обработке исследования);
3. кнопка «Recovery» восстановления системы;
4. разъём USB Type-C для подключения внешнего источника питания;
5. разъём HDMI для подключения сенсорных очков;
6. технологический разъём USB-Micro для обновления встроенного ПО и сервисного обслуживания;
7. отсек с разъёмом USB-A для подключения Wi-Fi адаптера;
8. отсек с разъёмом для установки SD карты памяти;
9. синхровход для организации научных экспериментов;
10. индикатор переключения режимов «Mode» (наличие соединения Wi-Fi);
11. индикатор статуса системы «SYS» (загрузка системы и уровень заряда аккумулятора);
12. индикатор записи на карту памяти «SD Card»;
13. динамик для подачи звукового сигнала подтверждения событий.



Фото слева: Конструкция сенсорных очков для айтрекера реализована таким образом, что они могут беспрепятственно использоваться для людей, носящих свои коррекционные очки с диоптриями.



Фото справа: Кейс для транспортировки комплекта поставки очков-айтрекера АТВ-2, включающего в себя все необходимые компоненты (сенсорные очки, регистратор данных, зарядное устройство, целеуказатель калибровки).

Очки-айтрекер АТВ-2 могут работать в составе и в синхронном взаимодействии с оборудованием Комплекса контроля и анализа психофизиологической информации КАПИ различных исполнений (ТУ 26.51.66-039-24176382-2022). Синхронизация данных от очков-айтрекера с другими устройствами, регистрирующими физиологические сигналы с этого же зрителя, осуществляется на основе их общей синхронизации с NTP-сервером времени по беспроводному каналу связи (bluetooth) беспроводного интерфейсного блока ИБ-АТ при исследовании в автономном режиме, или беспроводному каналу связи (bluetooth) сервера времени ПК в телеметрическом режиме при нахождении зрителя в зоне радиодоступа.

**Специальный комплект оборудования,
включающий стационарный айтрекер и ПО «Энцефалан-АВС»,
(Варианты для просмотра картин на экране монитора или проекционном экране.)**



В тех случаях, если исследование проводится с предъявлением произведений искусства на экране персонального компьютера (ПК), **удобнее использовать стационарный айтрекер, закрепляемый с помощью кронштейна под монитором ПК (модель айтрекера АТВ-1-К – слева).**

При проведении групповых исследований с предъявлением художественных произведений на большом экране (например, проекционном) одновременно с несколькими зрителями используется **модель айтрекера на стойке (АТВ-1-С – справа),** устанавливаемая перед каждым зрителем.

Достоинством исследований, проводимых с использованием стационарного айтрекера, является возможность использования **детерминированных сценариев и видеороликов с размеченными «зонами интереса».**



Блок регистрации физиологических сигналов АБП-2 *Комплекса КАПИ исполнения «Эгоскоп-Next»*

Используется для контроля эмоционального состояния и степени активации вегетативной нервной системы (ВНС) в ходе просмотра картин.

Входит в комплекты вариантов 2 и 3.

Закрепляется на предплечье или запястье

Масса – 24 г,

Габариты – 54x45x15 мм.



Позволяет подключать различные датчики, как одиночные, так и комбинированные, для регистрации большого количества различных физиологических сигналов, в частности, кожной проводимости (КПр), фотоплетизмограммы (ФПГ), электрокардиограммы (ЭКГ), температуры, электромиограммы (ЭМГ), биполярной электроэнцефалограммы (ЭЭГ), двигательной активности и пр. Ниже приведены некоторые примеры таких датчиков

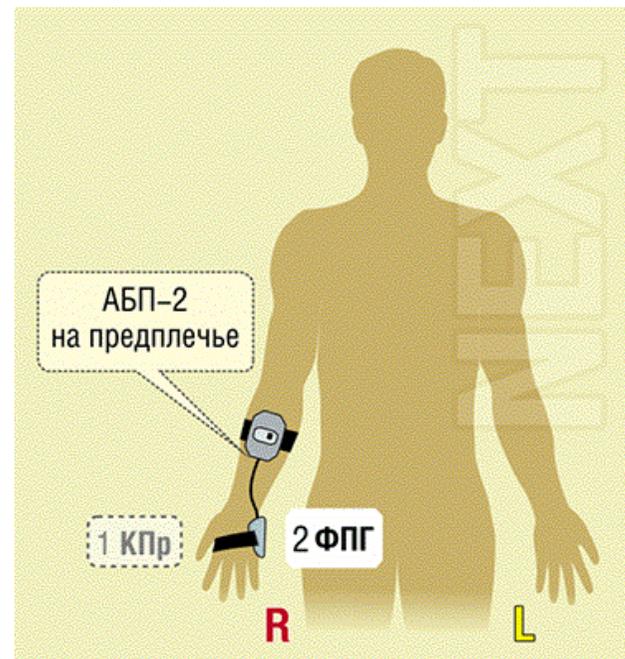
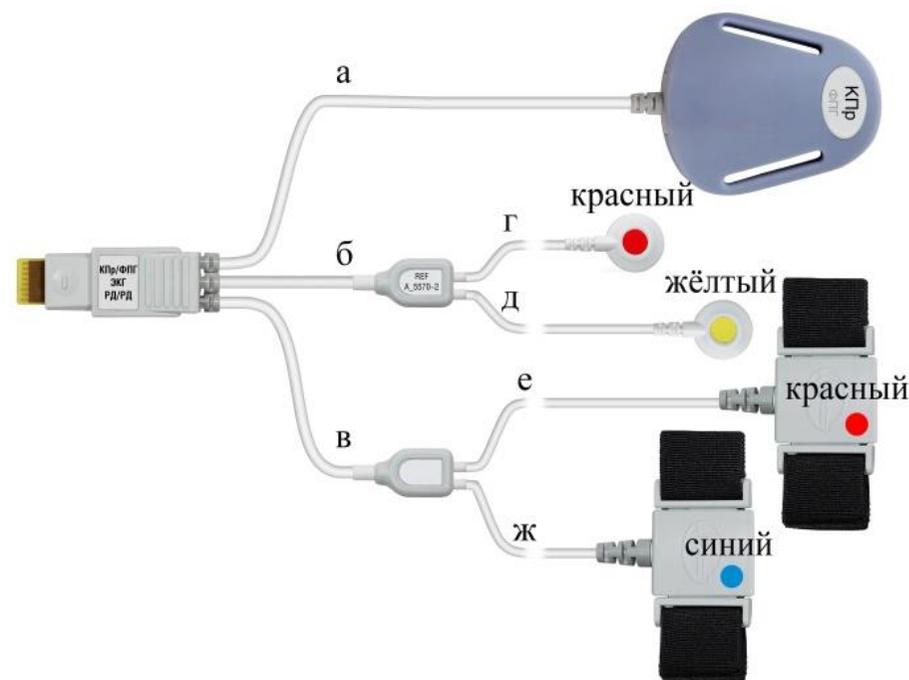


Рис. Вверху слева – вариант комбинированного датчика КПр/ФПГ, использующегося для регистрации параметров тонической и фазической составляющих кожной проводимости КПр и параметров ФПГ, отражающих хронотропный и сосудистый механизм регуляции (частота пульса, амплитуда пульсовой волны).

Рис. Вверху справа – схема установки датчика КПр/ФПГ.

Рис. Справа – комбинированный датчик для одновременной регистрации параметров тонической и фазической составляющих кожной проводимости КПр, параметров ФПГ, ЭКГ отражающих хронотропный и сосудистый механизм регуляции, а также для регистрации рекурсии абдоминального и грудного дыхания.



Блок АБП-24 и ЭЭГ нейрогарнитура Комплекса КАПИ исполнения «Энцефалан-Next-24»

В случае, если требуется расчет и анализ показателей вовлеченности, когнитивной нагрузки, эмоциональной валентности и пр., необходимо использовать регистрацию электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у зрителя.

Справа – один из двух видов блоков регистрации ЭЭГ: блок базовый АБП-24 для регистрации ЭЭГ по схеме 10-20, 1-го канала ЭКГ, 2-х каналов ЭОГ, 1-го канала ЭМГ, 3D-акселерометрии. Масса модуля 71 г, габариты 65x61x20 мм.



Слева – пластиковая (ПЭТ) нейрогарнитура: конструкция, позволяющая размещать ЭЭГ электроды и блок АБП-24, а также изменять форму под размер головы взрослого зрителя.

На фото слева блок АБП-24 виден в профиль, закрепленным ниже затылочной области.

На фото справа внизу – проверка качества установки на нейрогарнитуре хлорсеребряных ЭЭГ-электродов с твердогоелевыми вставками.

Твёрдогоелевые вставки позволяют избежать применения при исследованиях жидкого электродного геля (который может остаться на волосах у зрителя и оставить негативное впечатление от исследования)



Блок АБП-36 и ЭЭГ нейрогарнитура Комплекса КАПИ исполнения «Энцефалан-Next-36»

На фото представлен внешний вид комплекта, в который входят 36-канальный блок АБП-36 (закреплён в затылочной области), эластичный тканевый шлем-нейрогарнитура (32 ЭЭГ-отведения) и очки-айтрекер с носимым регистратором для автономной регистрации глазодвигательных реакций.

В состав этого варианта Комплекса КАПИ входит интерфейсный блок ИБ-АТ с картой памяти для записи всех регистрируемых соматовегетативных и нейрофизиологических сигналов. Блок ИБ-АТ обеспечивает телеметрическую передачу данных в ПК и обеспечивает синхронизацию этих данных с записью глазодвигательных реакций на карту памяти регистратора носимого очков-айтрекера путем передачи меток синхронизации в регистратор.

Регистрация ЭЭГ по 32 каналам необходима в случае, если экспериментатора интересуют тонкие нюансы нейрофизиологических реакций зрителя – более точное картирование зон мозговой активности, оценка «функциональной связанности» (например, с использованием когерентности) различных областей мозга в выбранных частотных диапазонах и более детальная пространственная динамика ЭЭГ.

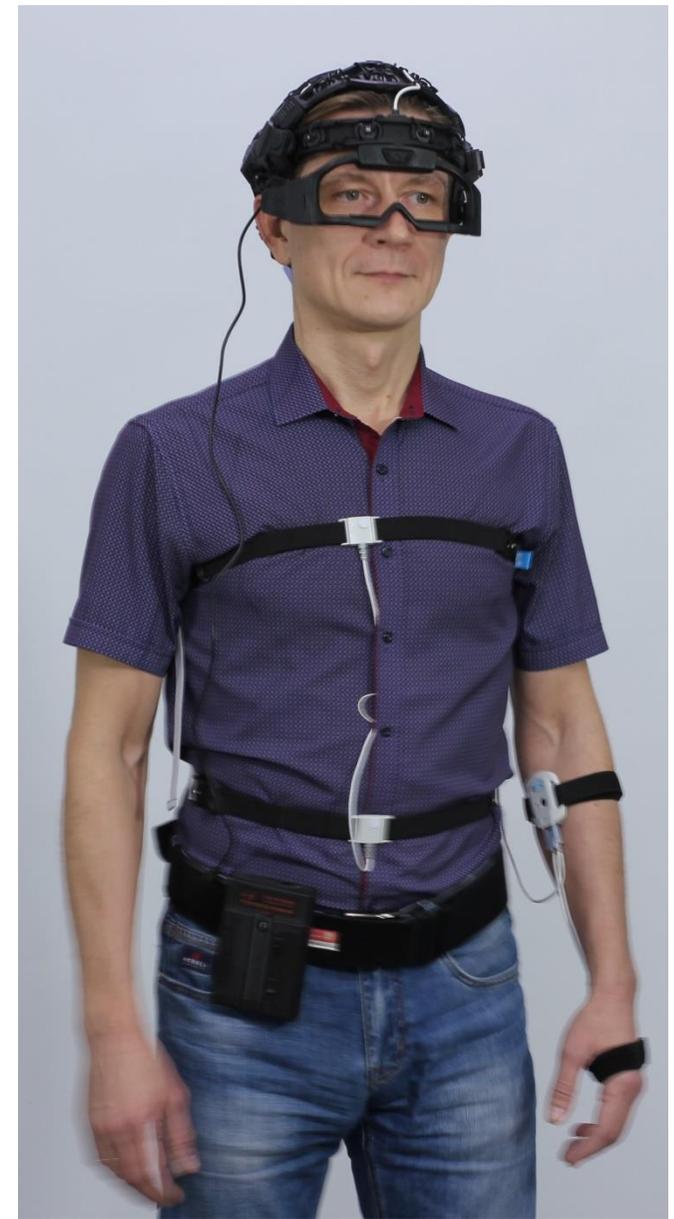
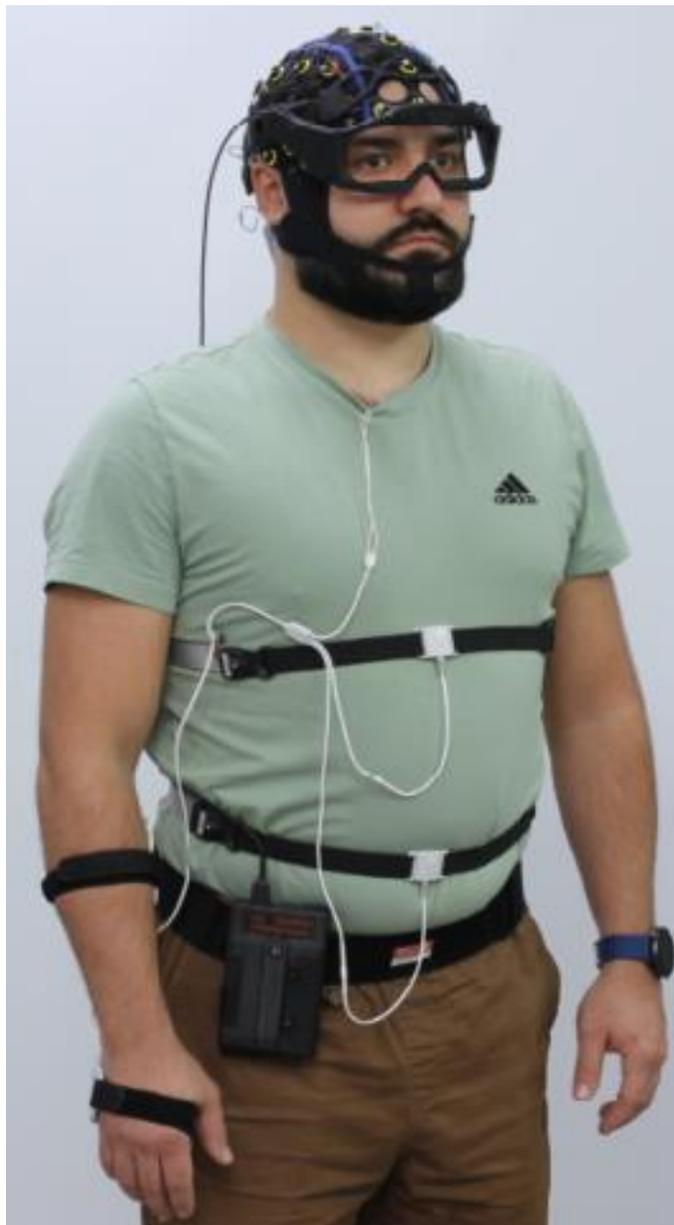
Очки-айтрекер разработаны таким образом, чтобы обеспечить комфорт зрителя как при их самостоятельном применении, так и в комплекте с нейрогарнитурами.



Пример конфигурации съема глазо-двигательной активности и физиологических данных с большим набором регистрируемых сигналов. Вид человека со всем установленным на него оборудованием для регистрации физиологических сигналов (ЭЭГ, ЭКГ, ФПГ, КПр, рекурсия дыхания, двигательная активность), глазо-двигательной активности, контента с «камеры сцены» и звукового потока с микрофона приведен на рисунке справа.

Исследования с мультимодальным набором данных обеспечивают наиболее всеобъемлющую стратегию для раскрытия сложной природы человеческого поведения и восприятия (в данном варианте использования речь идет о восприятии художественных произведений).

Объединение разнообразных потоков данных позволяет учесть большее количество факторов, отражающих психоэмоциональное состояние человека.



Специальный кнопочный датчик

Для дополнительной установки отметок зрителем различных событий, связанных с прохождением исследования и просмотром картин, может применяться специальный кнопочный датчик.

Датчик имеет две кнопки («А» и «Б»), светодиод, встроенный датчик двигательной активности и беспроводной модуль «Bluetooth 5.0», позволяющий передавать данные о событиях (нажатия на кнопки) в интерфейсный блок ИБ-АТ.

Маркеры об этих событиях записываются вместе с физиологическими данными, данными о направлении взгляда и синхронизированы с видеопотоком от «камеры сцены», отражающим то, что видит в данный момент зритель

Возможные варианты использования кнопочного датчика: нажатие на кнопку «А» отражает начало просмотра картины, к которой подошел зритель, нажатие на кнопку «Б» отражает завершение просмотра этой картины. Использование

этих временных меток, записываемых в маркерный канал структурированного хранилища, позволяет выделить фрагменты записи, на которых зритель целенаправленно рассматривал картину и сэкономить время на разметку фрагментов для анализа результатов исследования в постреальном времени.

Эти же кнопки могут использоваться для субъективной оценки зрителем своих непосредственных впечатлений от картины. Например, последовательное нажатие кнопки «А» с коротким временным интервалом может отражать выраженность положительных эмоций, а последовательное нажатие кнопки «Б» - выраженность отрицательных эмоций. Зритель предварительно инструктируется о связи количества последовательных нажатий с выраженностью эмоций. Это может быть, например, 5-балльная или 10-балльная шкала. Субъективная оценка может сопоставляться с психофизиологическими показателями на этих же интервалах времени.

Зритель также может дать звуковые комментарии, которые будут записаны синхронно вместе с другими данными на регистратор очков-айтрекера и могут быть прослушаны в режиме обработки исследования. Звуковые комментарии фиксируются с помощью встроенного микрофона, совмещенного с «камерой сцены» в очках-айтрекере.



Примеры вариантов исполнений Комплекса КАПИ и возможные конфигурации съема

1. Комплекс КАПИ, исполнение «Эгоскоп-Next» для исследования психоэмоционального восприятия произведений искусства с очками-айтрекером. Обеспечивается сохранение видеоконтента, аудиопотока и результатов анализа в виде динамики координат направления взгляда зрителя и его зрачковых реакций при просмотре картин в музее, включает в себя очки-айтрекер, блок регистрации физиологических сигналов АБП-2 для контроля и анализа основных соматовегетативных показателей на основе физиологических сигналов из набора – частота сердечных сокращений (ЧСС по сигналу ЭКГ), тоническая и фазическая компоненты кожной проводимости (по сигналу КПр), перфузионный индекс (ПерфиИ по сигналу ФПГ), и пр., а также интерфейсный блок ИБ-АТ, необходимый для обеспечения автономно-телеметрической или телеметрической работы оборудования при регистрации физиологических сигналов. С блоком АБП-2 могут использоваться комбинированные датчики с дополнительным контролем параметров абдоминального и грудного дыхания и расчетом частоты дыхания (ЧД) и ее условной амплитуды (УАД). При необходимости расширения количества регистрируемых физиологических показателей может использоваться сочетание несколько блоков (АБП-2 и ПОЛИ-2) с разными типами комбинированных датчиков. Наличие данных о динамике изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС), активации ВНС и эмоциональных реакций на основе кожной проводимости (КПр) и перфузионного индекса периферического кровотока на основе ФПГ повышает информативность проведенных исследований.

2. Комплекс КАПИ, исполнение «Эгоскоп-Next-24» или «Эгоскоп-Next-36» для исследования психоэмоционального восприятия произведений искусства с очками-айтрекером, включает все, что входит в предыдущий вариант, но при этом его состав расширяется блоком регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) – блоком АБП-24 с возможностью регистрации многоканальной ЭЭГ по международной схеме 10-20 или блоком АБП-36, обеспечивающим регистрацию 32-канальной ЭЭГ. Блок регистрации ЭЭГ значительно расширяет информативность исследования благодаря дополнительным видам интерпретации исследования, основывающимся на нейрофизиологических метриках, таких как активация, вовлеченность, эмоциональная валентность, когнитивная нагрузка, утомление и пр.

3. Комплекс КАПИ, исполнение «Эгоскоп-Next-24» или «Эгоскоп-Next-36» для исследования психоэмоционального восприятия произведений искусства со стационарным айтрекером-трассировщиком взгляда (АТВ-1К или АТВ-1С), включает все, что входит в предыдущий вариант. Данный вариант используется в тех случаях, когда картины предъявляются на экране компьютера. Достоинством комплекта является возможность использования детерминированных сценариев и видеороликов с размеченными «зонами интереса». Это позволяет

проводить исследования с одним и тем же контентом с категориями зрителей, отличающихся по возрасту, полу, социальной принадлежности, ментальности, сопоставлять получаемые результаты и делать выводы, базирующиеся на выборке. Еще одним достоинством является возможность проводить исследования с использованием заранее сформированных коллажей, состоящих из разных картин. Это позволяет сопоставить статистические результаты фиксации взгляда на разных картинах, входящих в коллаж и выявить предпочтения зрителя по жанру, художнику и конкретным картинам. При работе с обычным монитором используется модель айтрекера АТВ-1-К с закреплением на мониторе с помощью кронштейна. При проведении групповых исследований с предъявлением художественных произведений на большом экране (например, проекционном) одновременно с несколькими зрителями используется модель айтрекера на стойке (АТВ-1-С), устанавливаемая перед каждым зрителем.

Расчетные показатели глазодвигательной активности

Комплекс обеспечивает документирование всех процессов, все потоки данных синхронизированы между собой и в любой момент времени отражают согласованную информацию, относящуюся к выбранному временному срезу.

Данные от очков-айтрекера используются для расчета параметров **глазодвигательной активности (ГДА)**, учитываемых при оценке психофизиологического состояния зрителя.

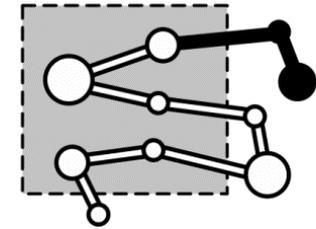
Зритель с установленным оборудованием свободно перемещается по галерее и смотрит на картины. Данные с его регистратора транслируются по WiFi на компьютер, находящийся в зоне радиодоступа.



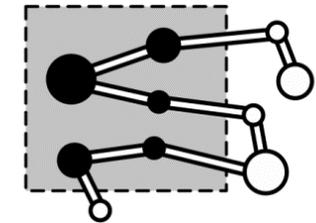
Описание расчета параметров ГДА и иллюстрации по ним отражены в таблице ниже.

В правом столбце отражены мнемосхемы параметров, показывающие условные «зоны интереса» (пунктирным прямоугольником), фиксации (кружки разного диаметра) и саккады (линии, соединяющие кружки). В случае использования Комплекса для исследования восприятия художественных произведений в качестве «зон интереса» используются области видеоконтента, выделяющие границы картин, скульптур и пр.

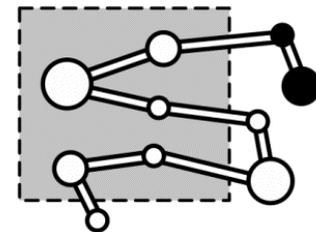
Время до первой фиксации (Time to first fixation) показывает время, затрачиваемое зрителем от начала появления зрительного стимула в области просмотра камеры сцены до начала перемещения взгляда на этот стимул.



Количество фиксаций в определенной зоне (Fixation count) — сколько раз зритель возвращался взглядом (с наличием события фиксации) в данную зону интереса. Количество фиксаций в зоне интереса отражает степень привлекательности или сложности контента, соответствующего этой зоне.

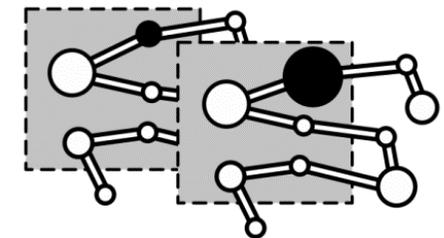


Количество фиксаций, которое было зарегистрировано до того, как появилась первая фиксация в выделенной зоне интереса (Fixations Before), находится в обратной корреляции со степенью заметности стимула в анализируемой зоне интереса.

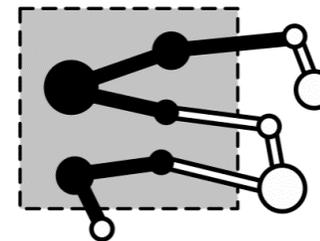


Длительность первой фиксации, которая показывает не только, насколько целевой стимул заметен, но и насколько он занимает внимание зрителя. Сочетание короткого промежутка до первой фиксации и длительной первой фиксации говорит о высокой заинтересованности зрителя в информации, находящейся в данной области.

Короткая длительность 1-й фиксации (слева),
высокая длительность 1-й фиксации (справа)

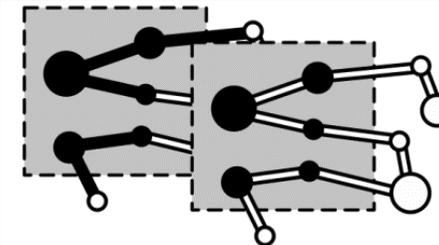


Суммарная длительность фиксации связана с семантикой рассматриваемой зоны интереса. Характерно удлинение суммарной длительности для зон, содержащих высокоинформативные объекты или объекты, динамично изменяющиеся в ходе экспозиции.



Средняя длительность фиксации в зоне интереса — это отношение суммарной длительности фиксации к количеству фиксаций в этой же зоне интереса. Средняя длительность несет ту же смысловую нагрузку, что и суммарная длительность и характеризует степень зрительного интереса к объекту, соответствующую этой зоне.

Отношение общей длительности (слева) к количеству фиксаций (справа).

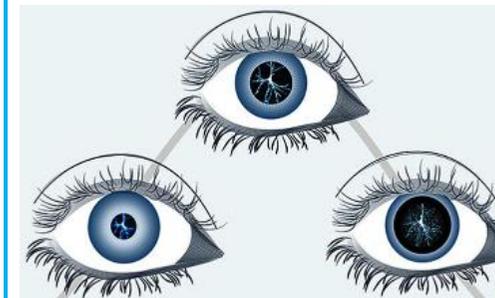


Частота моргания (ЧМ), чувствительная к зрительной нагрузке, является ценным инструментом когнитивной оценки. Чем важнее визуальная информация для зрителя, тем более вероятно, что будет подавляться моргание, т.е. снижение ЧМ коррелирует с вовлеченностью в процесс получения информации. ЧМ обычно падает, когда зритель воспринимает новую важную информацию или концентрируется. Отрицательные или положительные эмоции заставляют зрителя мигать чаще (при стрессе) или реже соответственно.



Диаметр зрачков глаз связан с большим количеством факторов, в том числе, с уровнем освещения, сложностью выполняемых заданий, коррелирует с когнитивной нагрузкой и эмоциональным состоянием. Диаметр зрачка увеличивается с повышением когнитивной нагрузки и усилением эмоциональных реакций.

Пример увеличения диаметра зрачков:



Визуализационные методы оценки распределения зрительного внимания при просмотре картин

Метод Scan Path

Визуализационные методы анализа глазодвигательной активности характеризуют распределение зрительного внимания зрителя на выбранном фрагменте записи. Примеры 4-х видеороликов с различными вариантами методов визуализационного анализа доступны для просмотра и скачивания по ссылке <https://disk.yandex.ru/d/muVvBh7JZBSkAg>. На рис. ниже показан пример распределения зрительного внимания зрителя при использовании метода **Scan Path** в полупрозрачном режиме.



Линиями показаны скачкообразные изменения направления взгляда (саккады), диаметр окружностей пропорционален времени фиксации взгляда в этой области, а цветовой оттенок окружностей отражает время с учетом перемещения взгляда (более темные оттенки соответствуют предыстории, а более светлые – текущему направлению взгляда).

Видно, что на анализируемом временном интервале наибольшее время фиксации взгляда соответствовало образу Иисуса Христа.

Метод «тепловой карты» (Heat Map)

В данном примере используется визуализационный метод анализа распределения зрительного внимания на основе «тепловой карты» (**Heat Map**). Желто-красные оттенки цвета соответствуют максимальной длительности фиксации взгляда в этой области.



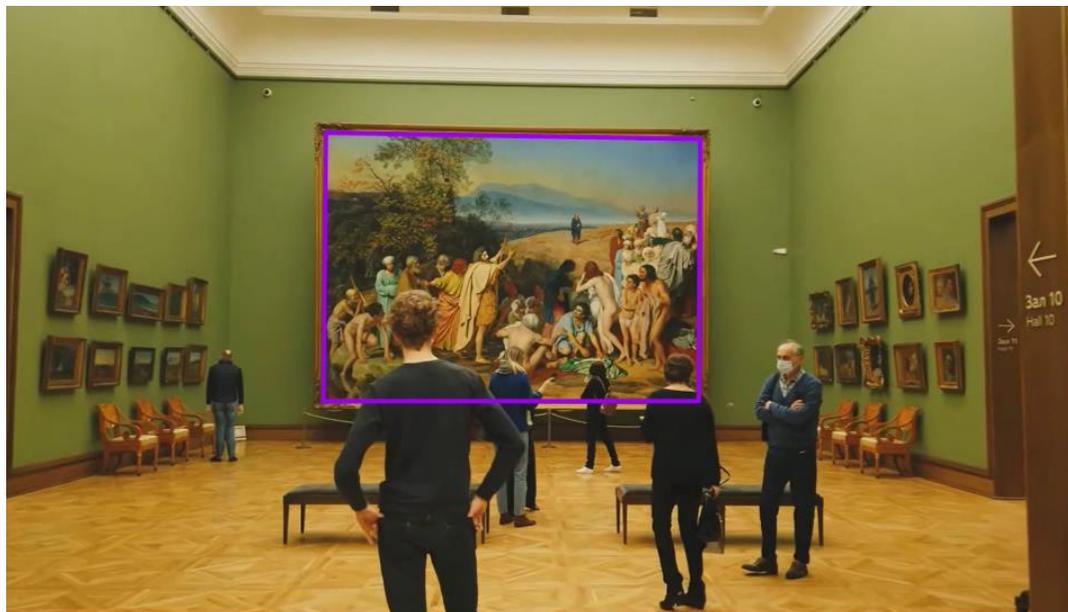
Сочетание методов *Raw Path* и *Heat Map*

В данном примере используется визуализационный метод анализа распределения зрительного внимания на основе сочетания методов **Raw Path** («сырые» данные направления левого и правого глаза с отражением положения конечной точки траектории в виде окружностей) и «тепловых карт» **Heat Map**.



Пример автоматического программного определения рамки картины, попадающей в область просмотра «камеры сцены»

На представленном кадре картина А. Иванова «Явление Христа народу» полностью попадает в область просмотра камеры сцены и границы ее рамки автоматически выделяются программой (на кадре рамка представлена фиолетовым цветом).

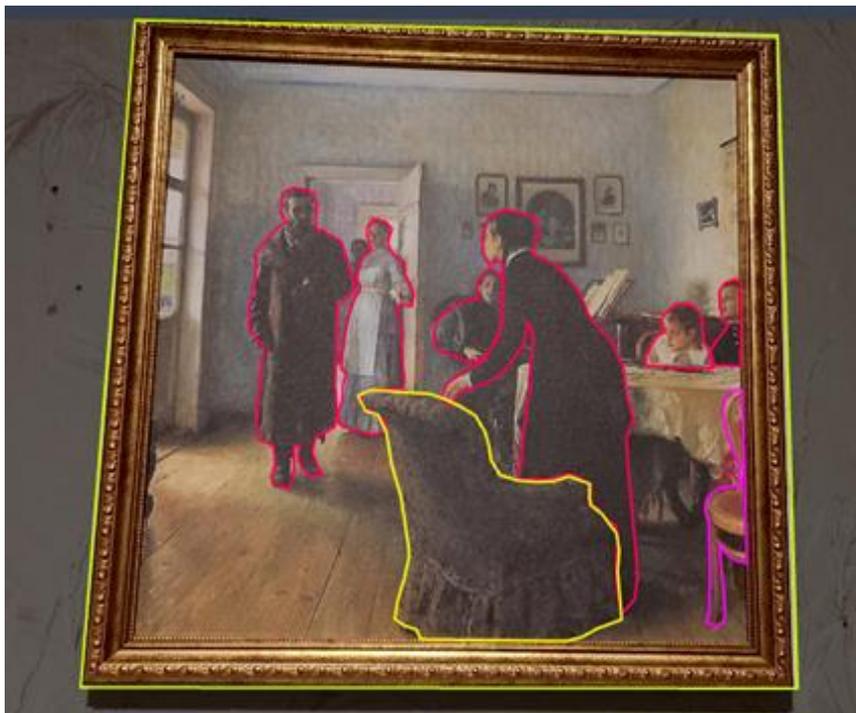


На представленном кадре картина А. Иванова «Явление Христа народу» попадает не полностью в область просмотра камеры сцены, тем не менее, границы ее рамки автоматически выделяются программой (на кадре рамка представлена фиолетовым цветом).

Пример видеоролика выложен по ссылке <https://disk.yandex.ru/i/XvAojOJu2iQj7Q>



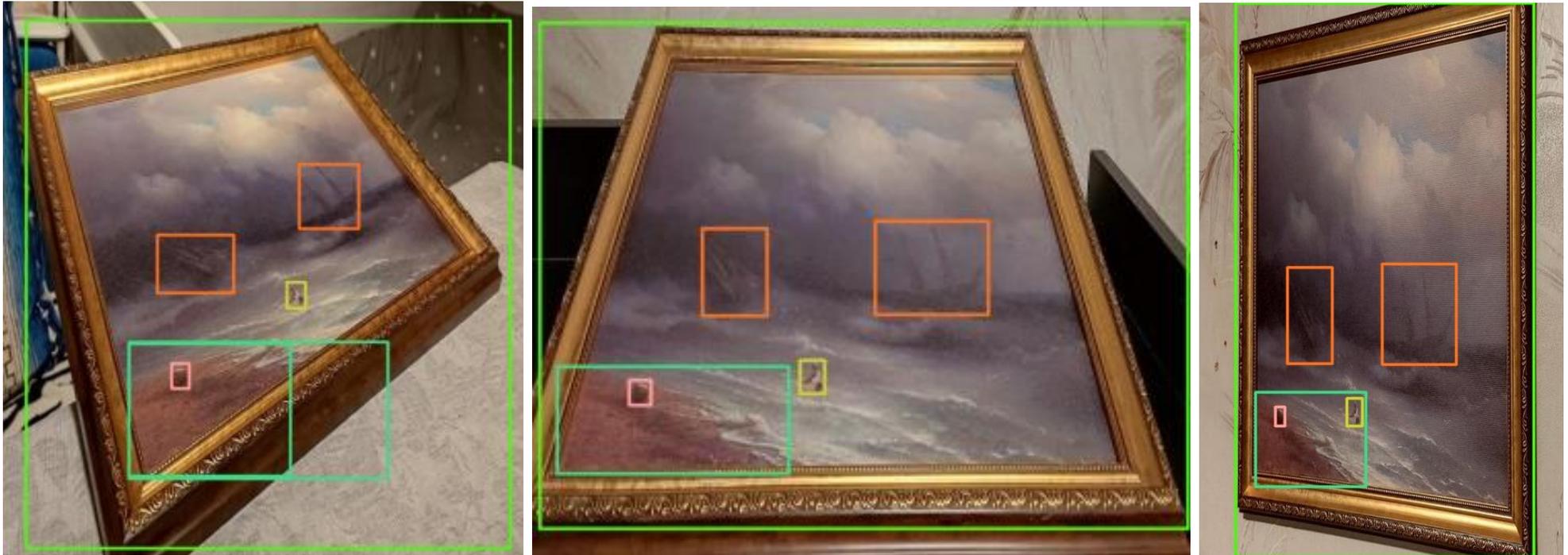
**Подготовка образов картин с ключевыми элементами,
используемыми в качестве «зон интереса»
для обучения автоматического распознавания с использованием нейросетей**
На примере картины И. Репина «Не ждали» и картины И. Айвазовского «Буря на море».



**Подготовка образов картин с ключевыми элементами,
используемыми в качестве «зон интереса»
для обучения автоматического распознавания с использованием нейросетей**
На примере картины Седова «Обращение Владимира в христианство»



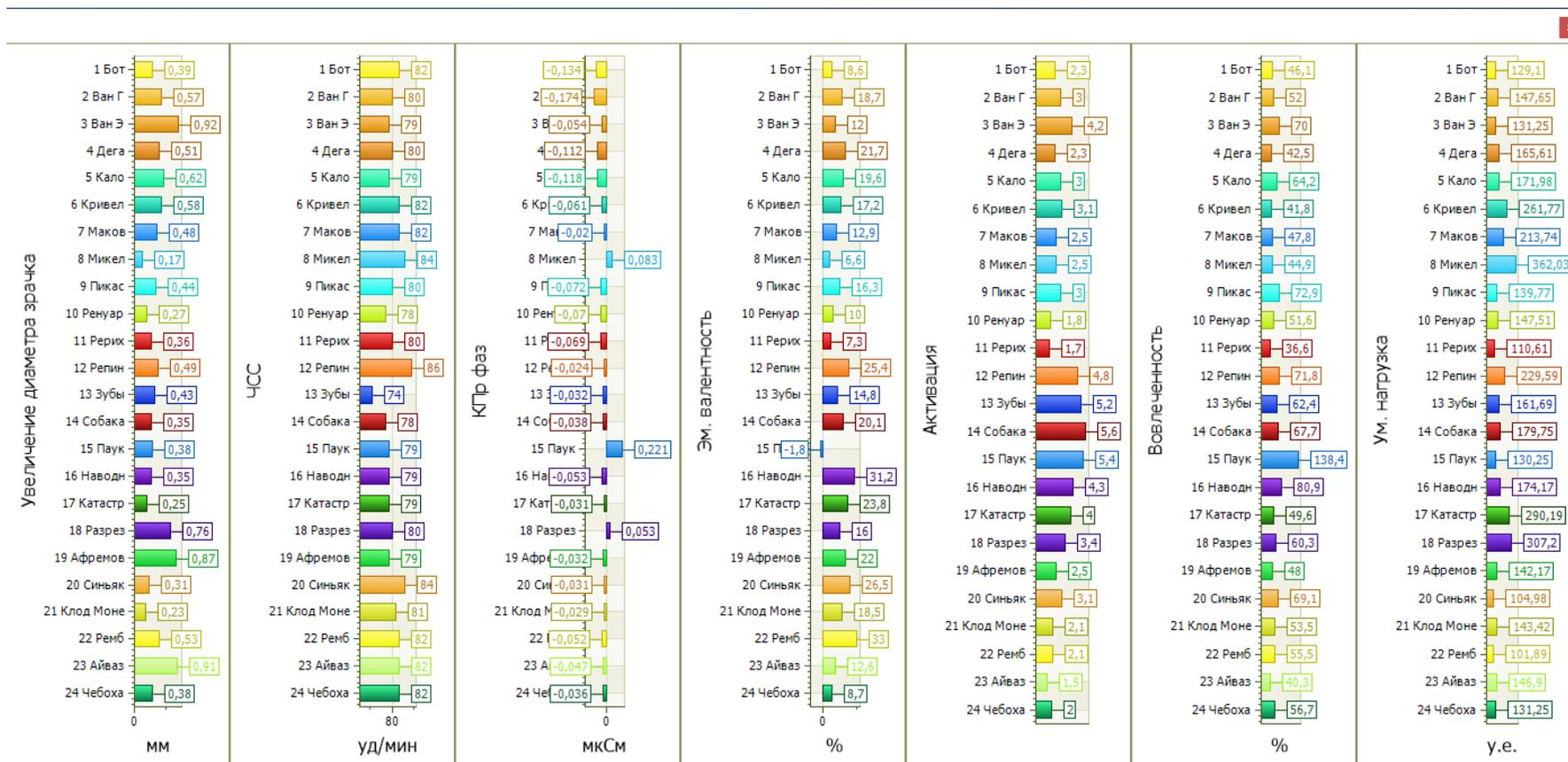
**Идентификация границ картины нейросетью
и распознавание нейросетью ключевых элементов при разных углах просмотра**
На примере картины И. Айвазовского «Буря на море».



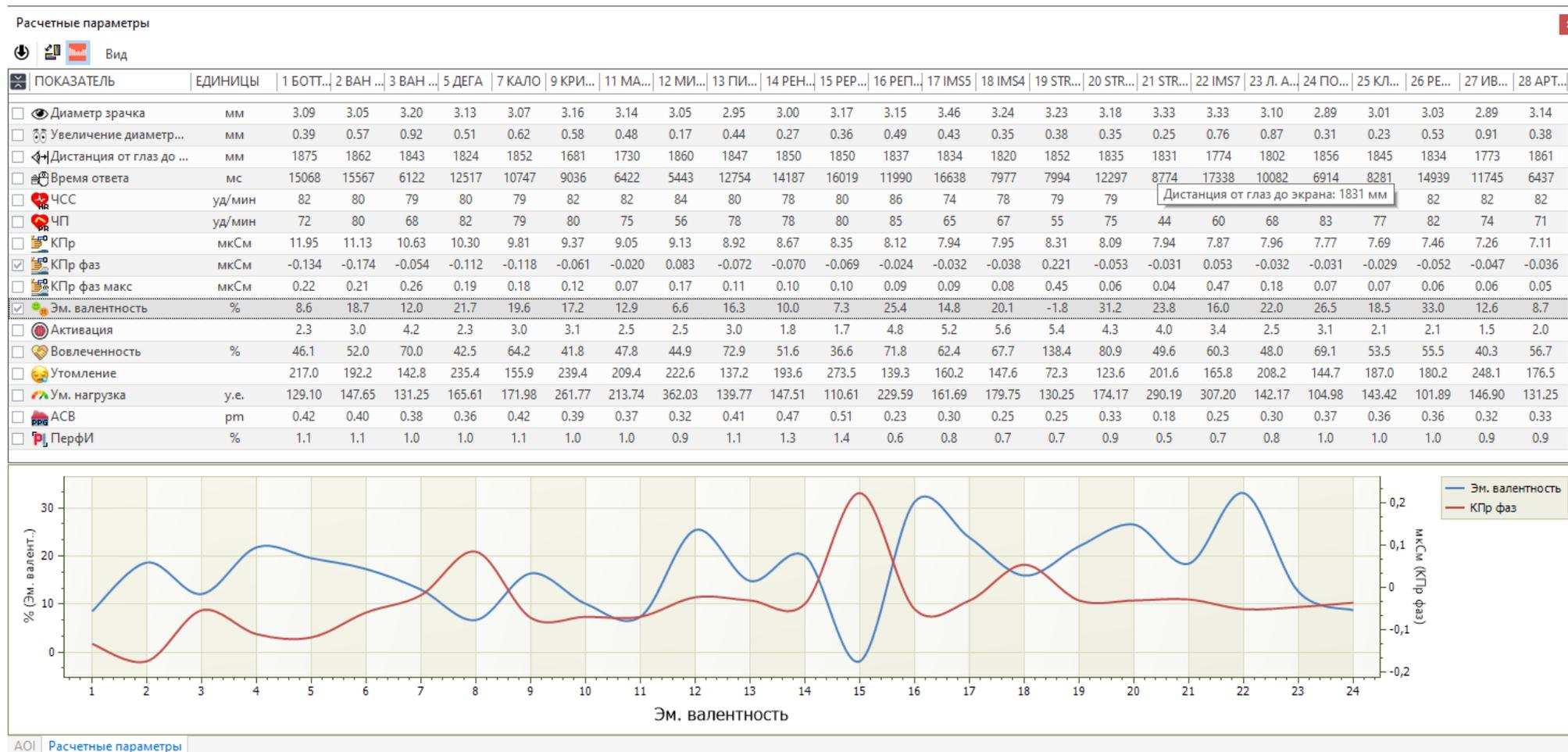
Построение профилей косвенной оценки субъективного отношения к предъявляемым картинам

(данный пример сделан на стационарном айтрекере при последовательном предъявлении различных картин на экране монитора)

Приведенный ниже пример показывает профили косвенных характеристик субъективного отношения зрителя к предъявляемым картинам. В роли косвенных признаков выступают зрачковые реакции, нейрофизиологические метрики и соматовегетативные показатели. По оси ординат (Y) показываются сокращенные условные идентификаторы художников, картины которых показывались зрителю. А горизонтальные столбцы профилей отражают средние значения показателей по каждой из предъявляемых картин.



Пример результатов анализа в табличной и графической форме, отражающих расчетные значения зрачковых реакций, нейрофизиологических метрик и соматовегетативных показателей в привязке к этапам предъявления зрителю различных картин



В нижней части формируемого отчета показываются графики показателей, выбранных исследователем из общего списка доступных показателей.

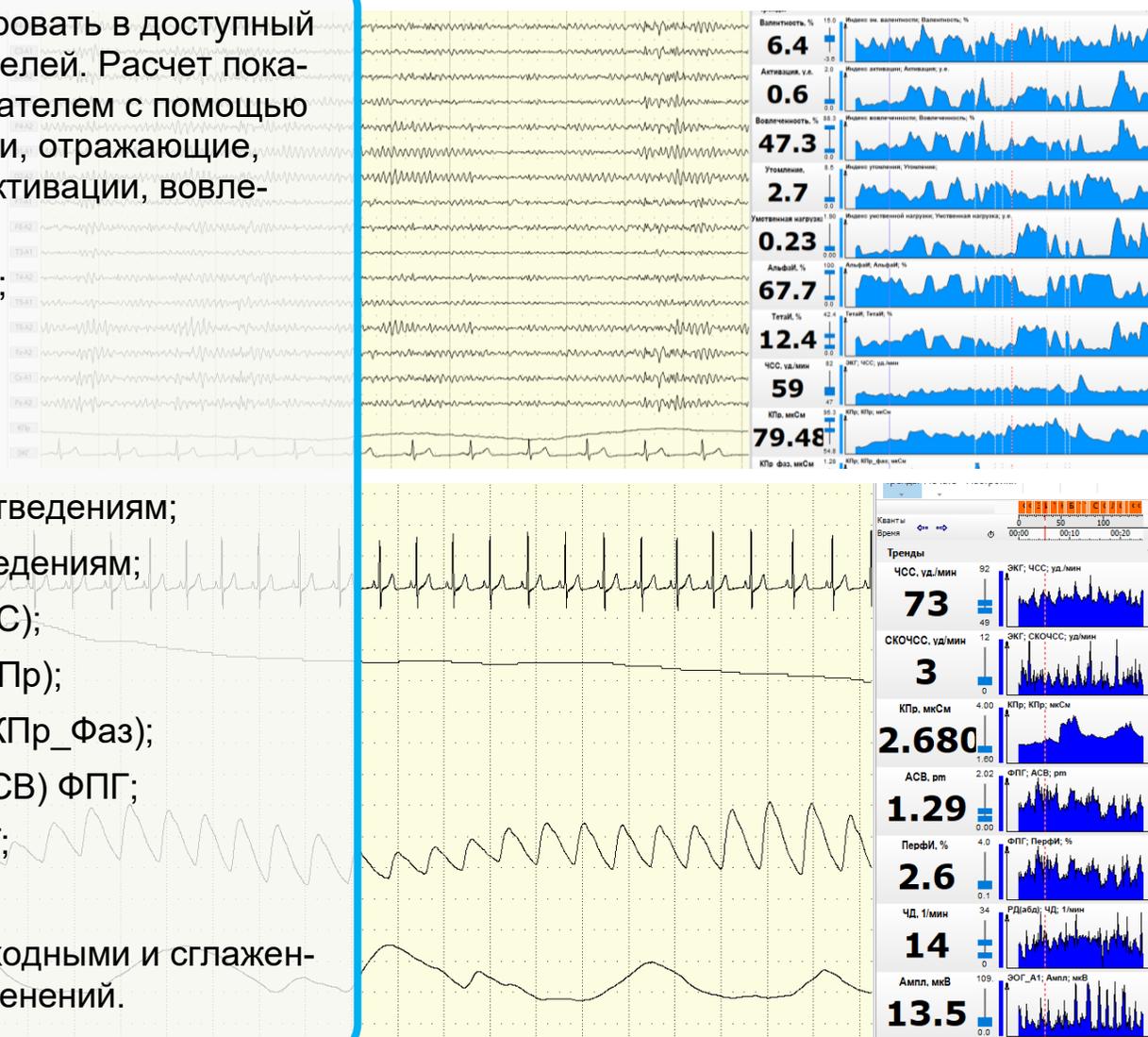
Визуализация мультипараметрических данных, нейрофизиологических метрик и соматовегетативных показателей

Комплекс КАПИ, исполнение «Энцефалан-Next-24» с использованием ПО «Энцефалан-КАПИ»

Программа может показывать и экспортировать в доступный формат тренды физиологических показателей. Расчет показателей может быть определен исследователем с помощью формул с арифметическими выражениями, отражающие, например, коэффициенты асимметрии, активации, вовлеченности и т.д.:

- индекс эмоциональной валентности;
- индекс активации;
- индекс вовлеченности;
- индекс умственной нагрузки;
- альфа-индекс ЭЭГ по выбранным отведениям;
- тета-индекс ЭЭГ по выбранным отведениям;
- частота сердечных сокращений (ЧСС);
- кожная проводимость тоническая (КПр);
- кожная проводимость фазическая (КПр_Фаз);
- амплитуда систолической волны (АСВ) ФПГ;
- перфузионный индекс (Перфи) ФПГ;
- частота дыхания (ЧД);

Показатели могут быть представлены исходными и сглаженными для акцентирования тенденций изменений.



Пример визуализации ЭЭГ-данных от блока регистрации АБП-24 Комплекса в исполнении «Энцефалан-Next-24». Нейрофизиологические метрики: ЭЭГ, Индекс вовлечённости



Высокое временное разрешение ЭЭГ позволяет использовать ее для обнаружения и исследования косвенных признаков различных эмоциональных и когнитивных процессов, возникающих в связи с некими внешними или внутренними стимулами или событиями

Вовлеченность (ЭЭГ индекс вовлеченности, Engagement Index)

коррелирует с требованиями задачи, включая уровень и сложность сенсорной обработки стимулов и потребность в распределении ресурсов внимания. Этот индекс коррелирует с нагрузкой в простых задачах на бдительность и память, а также в более сложных задачах моделирования.

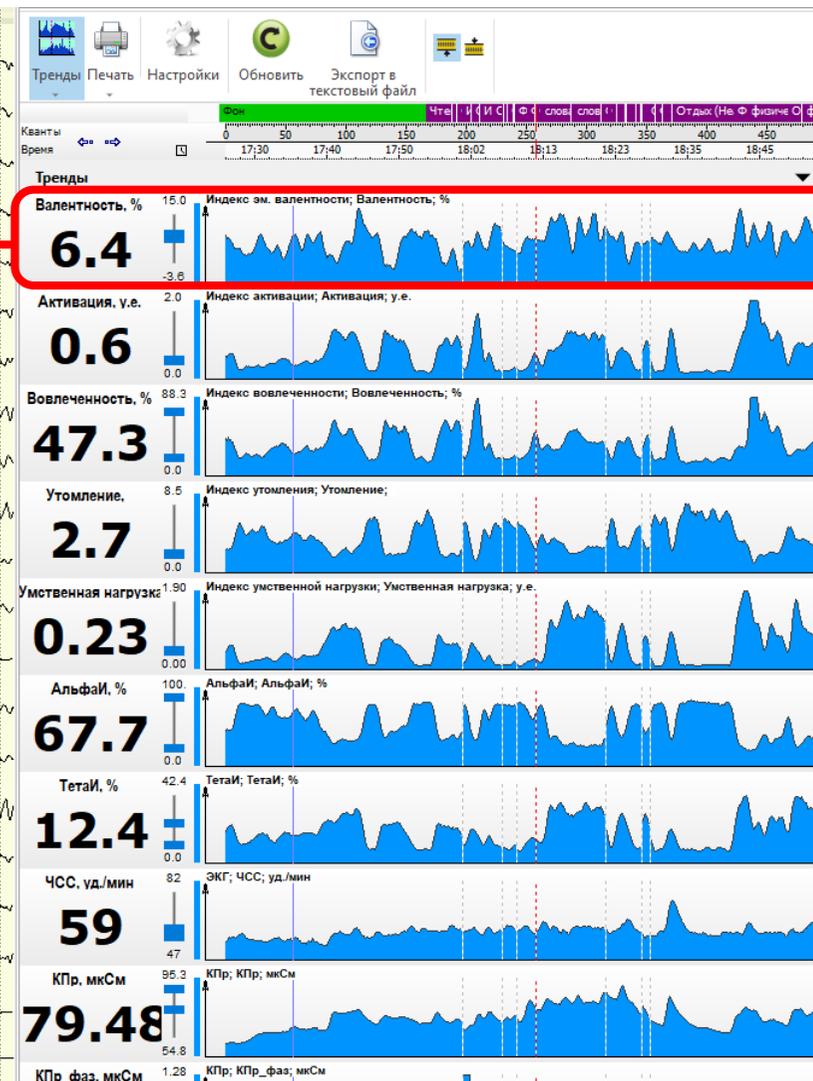
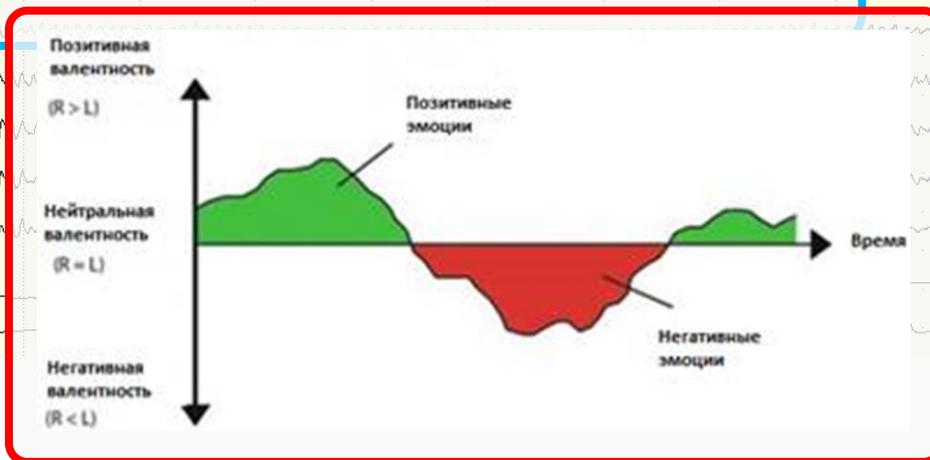
Расчет индекса вовлеченности использует различные формулы включающие в себя спектральную мощность ЭЭГ в различных диапазонах и по различным отведениям.

Пример визуализации ЭЭГ данных от блока регистрации АБП-24 Комплекса в исполнении «Энцефалан-Next-24». Нейрофизиологические метрики: Индекс валентности

Эмоциональная валентность (ЭЭГ индекс валентности, Valence)

отражает эмоциональную окраску состояния человека при просмотре картин и оценивается по функциональной асимметрии ЭЭГ фронтальной коры.

Валентность варьируется от позитивной к негативной и характеризует степень эмоционального «притяжения» (смещение валентности в сторону положительных значений) или «избегания» (смещение валентности в сторону отрицательных значений). Согласно модели «фронтальной асимметрии ЭЭГ» (Davidson, 1983, 1993, 1998) повышение активации левой префронтальной активности связано с положительными эмоциями, повышение активации правой префронтальной активности связано с отрицательными эмоциями (беспокойство, тревога), что подтверждается данными ЭЭГ и позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).



Пример визуализации ЭЭГ данных от блока регистрации АБП-24 Комплекса в исполнении «Энцефалан-Next-24».

Нейрофизиологические метрики: активация, индексы спектральной мощности

«Индекс активации» («Activation Index»)

рассчитывается как отношение beta/alpha. Повышение бета-1 коррелирует с корковыми процессами, такими как выполнение когнитивной деятельности, активация зрительной системы, активность планирования движения и другие корковые функции, в основном связанные с состоянием внимания. Наоборот, увеличение альфа коррелирует со снижением внимания и бдительности.

ЭЭГ-индексы спектральной мощности

отображаются по стандартным частотным диапазонам (дельта, тета, альфа, бета-1, бета-2) или по произвольно заданным частотным диапазонам, а также составных показателей, которые пользователь может самостоятельно формировать в виде формул с арифметическими операциями.

Примерами составных ЭЭГ-показателей могут быть коэффициенты асимметрии по выбранным отведениям и частотным диапазонам, а также различные соотношения ритмов.



Пример визуализации ЭЭГ данных от блока регистрации АБП-24 Комплекса в исполнении «Энцефалан-Next-24». Нейрофизиологические метрики: утомление, когнитивная нагрузка

Утомление ЭЭГ «индекс утомления»
«Индекс утомления» («Mental fatigue index»)

отражает уровень умственного утомления человека в процессе выполнения какой-то деятельности, в данном случае при просмотре и восприятии произведений искусства (картин и пр.).

Когнитивная нагрузка ЭЭГ
«индекс умственной нагрузки»

«Индекс умственной нагрузки» («Mental workload index») коррелирует с уровнем когнитивной обработки, связанной с задачами, включающими исполнительную функцию, рабочую память и аналитическое мышление.



Пример визуализации соматовегетативных данных от полиграфических блоков регистрации Комплекса (Поли-2, Поли-8) в исполнении «Энцефалан-Next-24» (показатели ЭКГ и РД)

Частота сердечных сокращений (ЧСС по сигналу ЭКГ)

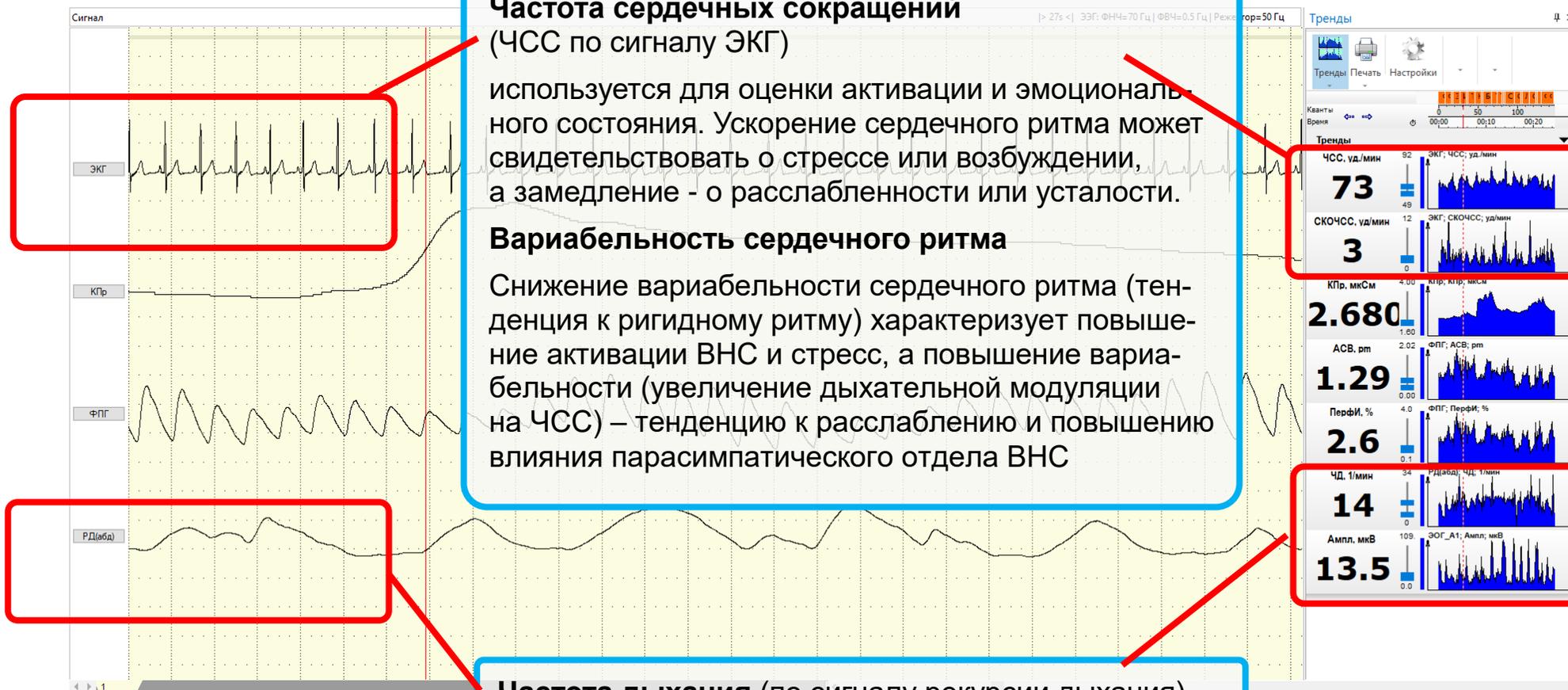
используется для оценки активации и эмоционального состояния. Ускорение сердечного ритма может свидетельствовать о стрессе или возбуждении, а замедление - о расслабленности или усталости.

Вариабельность сердечного ритма

Снижение variability сердечного ритма (тенденция к ригидному ритму) характеризует повышение активации ВНС и стресс, а повышение variability (увеличение дыхательной модуляции на ЧСС) – тенденцию к расслаблению и повышению влияния парасимпатического отдела ВНС

Частота дыхания (по сигналу рекурсии дыхания)

отражает метаболические потребности, коррелирует с когнитивной и эмоциональной нагрузкой.



Пример визуализации соматовегетативных данных от полиграфических блоков регистрации Комплекса (Поли-2, Поли-8) в исполнении «Энцефалан-Next-24» (продолжение – показатели КПр и ФПГ)



Специальный комплект оборудования, включающий стационарный айтрекер, ПО «Энцефалан-АВС», а также устройства регистрации физиологических данных.

(Варианты для просмотра картин на экране монитора или проекционном экране.)

В тех случаях, если исследование проводится с предъявлением произведений искусства на экране персонального компьютера (ПК), удобнее использовать стационарный айтрекер, закрепляемый с помощью кронштейна под монитором ПК (модель айтрекера АТВ-1-К).

При проведении групповых исследований с предъявлением художественных произведений на большом экране (например, проекционном) одновременно с несколькими зрителями используется модель айтрекера на стойке (АТВ-1-С), устанавливаемая перед каждым зрителем.

Достоинством исследований, проводимых с использованием стационарного айтрекера, является возможность использования **детерминированных сценариев и видеороликов с размеченными «зонами интереса»**.

Детерминированные сценарии позволяют проводить исследования с использованием одного и того же контента на разных категориях зрителей, отличающихся по возрасту, полу, социальной принадлежности, ментальности, сопоставлять получаемые результаты и делать более обоснованные выводы, базирующиеся на более представительной выборке.

Еще одним достоинством является возможность проводить исследования с использованием заранее сформированных коллажей, состоящих из разных картин. Это позволяет сопоставить статистические результаты фиксации взгляда на разных картинах, входящих в коллаж и выявить предпочтения зрителя по жанру, художнику и конкретным картинам.

Примеры представления результатов и статистических отчетов по фиксации взгляда в разных зонах интереса представлены на следующих двух страницах.



Оценка предпочтений зрителей при просмотре коллажа из нескольких картин

Сценарии на базе ПО «Энцефалан-АВС» включают в себя этапы с предъявлением произведений искусства, как одиночных, так и в виде коллажей. По глазодвигательной активности определяется направление взгляда для оценки того, насколько им интересны предъявляемые образы.

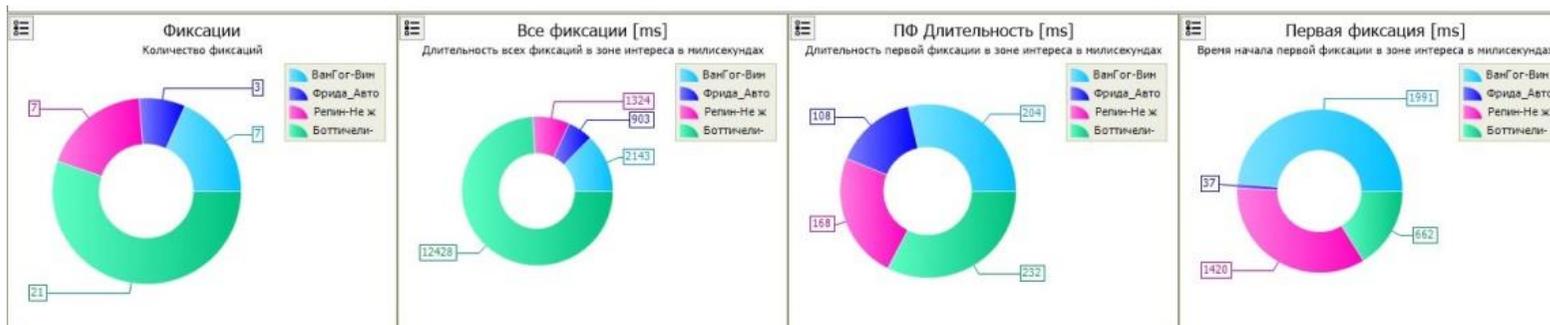
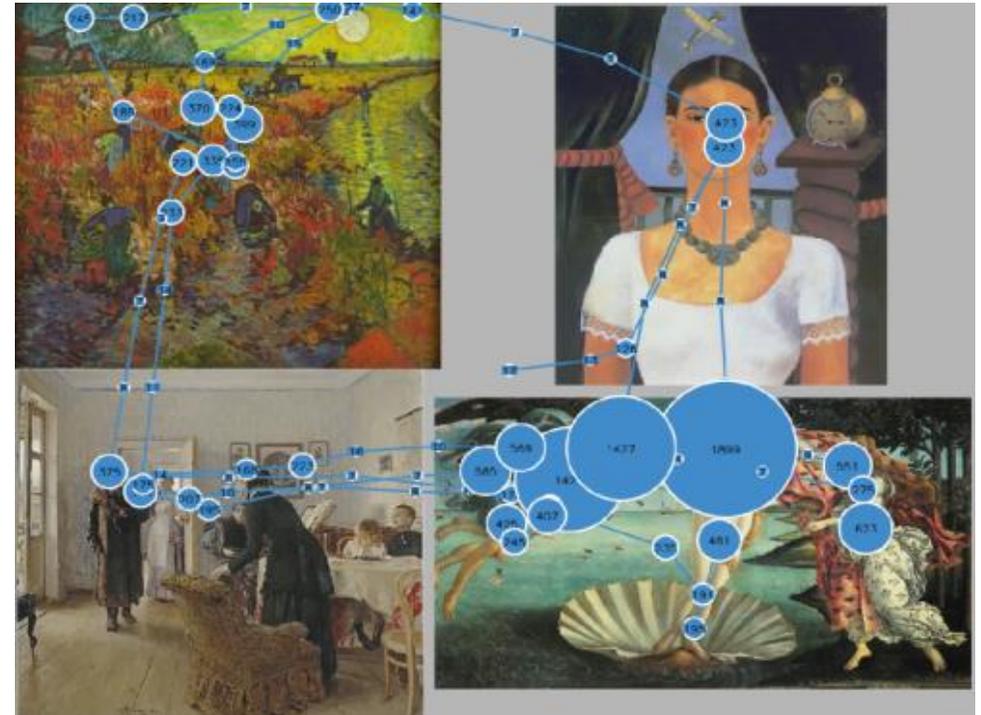
Эти данные используются для изучения механизмов восприятия и предпочтений.

На рис справа – пример коллажа из четырех картин:

- «Красные виноградники в Арле», В. Ван Гог;
- «Не ждали», И.Е. Репин;
- «Автопортрет. Время летит», Ф. Кало;
- «Рождение Венеры», С. Боттичелли.

Поверх коллажа для визуализационного анализа взгляда зрителя наложены данные от айтрекера в виде «пути сканирования» – «Scan Path». Прямые отрезки отображают траекторию направления взгляда, а круги – время нахождения взгляда в той или иной области (диаметр круга пропорционален времени).

На рис внизу – кольцевые диаграммы различных параметров фиксаций взгляда показывают явное предпочтение респондента картине «Рождение Венеры» Боттичелли.

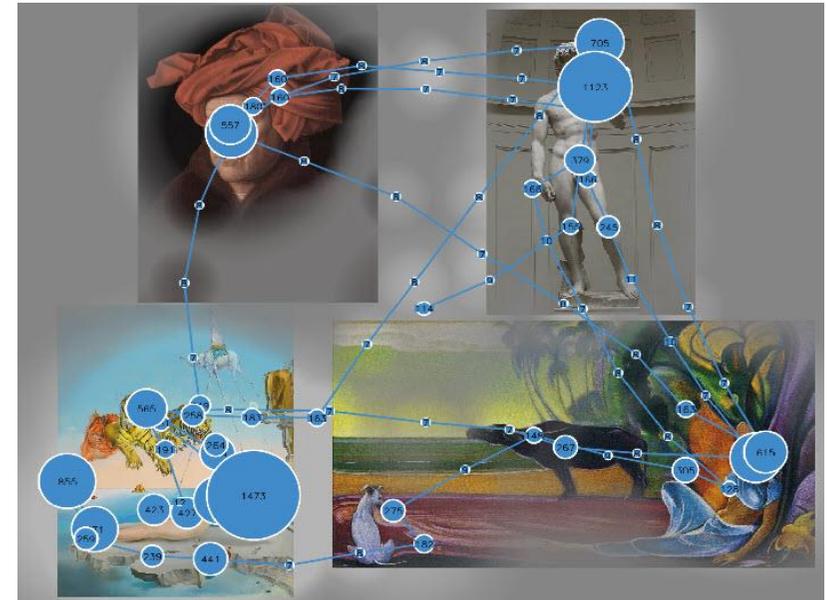


Оценка предпочтений зрителей при просмотре коллажа из нескольких картин

На рис справа коллаж из четырех произведений, предьявляемый на одном из этапов сценария исследования восприятия и предпочтений зрителя:

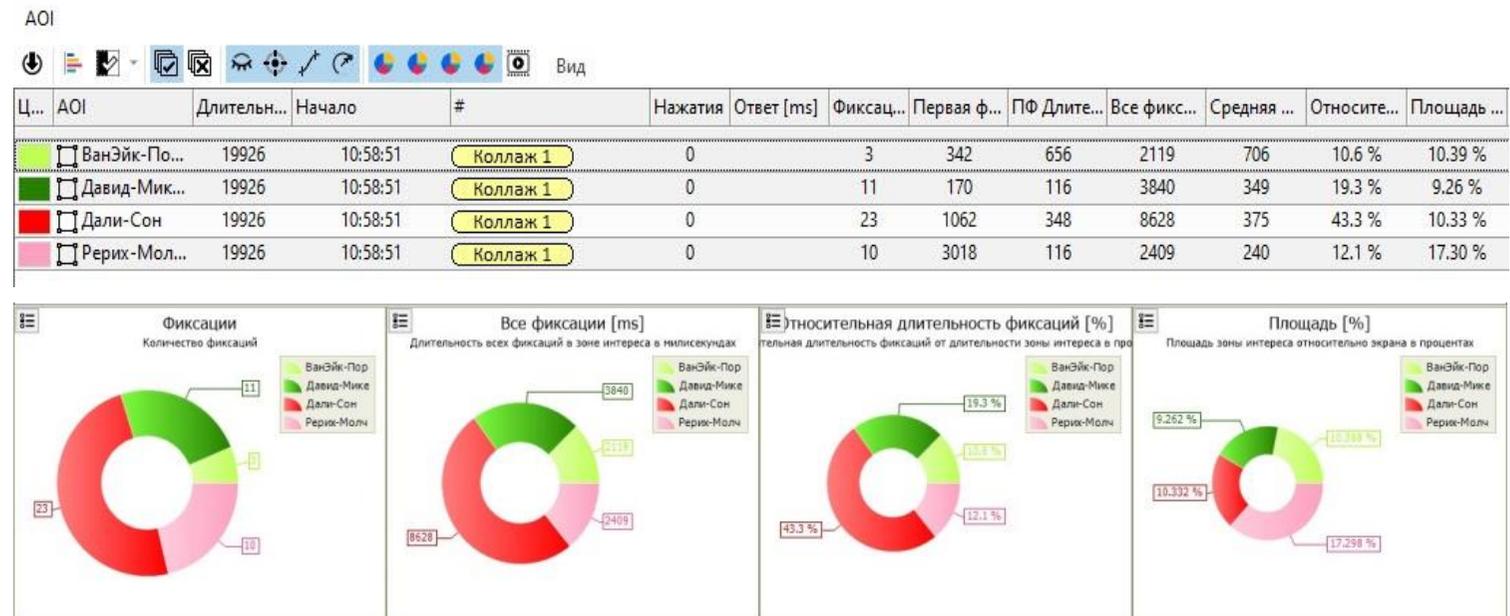
- «Портрет мужчины в красном тюрбане», Ян Ван Эйк;
- «Давид», Микеланджело Буонарроти;
- «Сон, навеянный полетом пчелы вокруг граната, за секунду до пробуждения», Сальвадор Дали;
- «Молчание (Тишина)», Святослав Николаевич Рерих.

Поверх коллажа для визуализационного анализа взгляда зрителя наложены данные от айтрекера в виде сочетания Scan Path и Fog Map – «Туманной карты», где серым цветом затеняются незначимые участки изображения, а чем больше времени зритель уделял просмотру фрагмента, тем более прозрачным становится «туман».



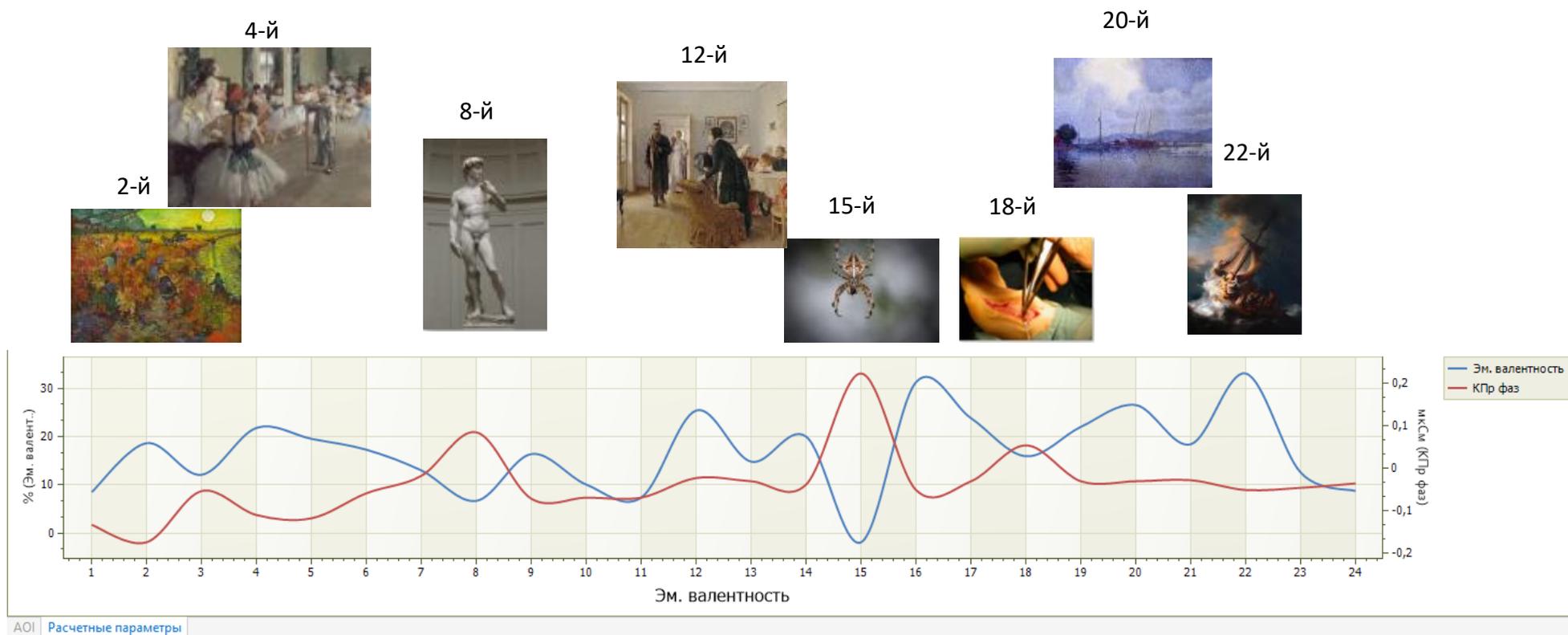
Табличное представление результатов анализа (справа по центру)

и графическое их представление (кольцевые диаграммы параметров фиксации взгляда – справа внизу) показывают явное предпочтение зрителя картине Сальвадора Дали.



Сопоставление графиков расчетных показателей с рассматриваемыми в этот момент зрительными образами

Программа «Энцефалан-ПНТ» позволяет объединять представление графиков расчетных показателей и образов контента в уменьшенном виде для информирования исследователя о том, на каких образах проявлялись те или иные эффекты. На приведенном ниже примере видно, что на 15-м этапе сценария (на данном этапе было вставлено изображение паука) наблюдался максимальный всплеск фазической КПр (красный график), что соответствует высокому уровню активации ВНС, при этом эмоциональная валентность (синий график) была на минимальном уровне, что коррелирует с негативными эмоциями.



Выводы

Из представленных выше материалов можно сделать следующие выводы:

1. Исследование различных аспектов восприятия произведений искусства является актуальной темой. Основные цели и задачи исследований:

1.1. **Изучение визуального восприятия.** Использование технологий айтрекинга позволяет отслеживать движения глаз зрителей во время просмотра картин и других произведений искусства. Это помогает понять, какие жанры, каких художников, какие произведения больше предпочитают конкретные зрители или категории зрителей. А также, какие элементы художественных произведений больше привлекают внимание зрителей, как долго зрители смотрят на определенные детали, какие стратегии просмотра они используют, как меняется эта стратегия и результаты распределения зрительного внимания при разном инструктировании зрителей или после прочтения пояснительной таблички по картине или после рассказа экскурсовода.

1.1.1. При проведении исследований непосредственно в залах музеев и картинных галерей **эти задачи могут решаться только при использовании носимых очков-айтрекера** (модель АТВ-2), достоинством которых является возможность их применения при свободном перемещении зрителя. Принцип работы и состав оборудования отражены на страницах 5-10 данного документа.

1.1.2. В тех случаях, если исследование проводится с предъявлением произведений искусства на экране персонального компьютера (ПК), **удобнее использовать стационарный айтрекер**. Данный вариант с использованием стационарного айтрекера имеет следующие достоинства:

1.1.2.1. **Возможность использования детерминированных сценариев и видеороликов с размеченными «зонами интереса».** Это позволяет проводить исследования с одним и тем же контентом с категориями зрителей, отличающихся по возрасту, полу, социальной принадлежности, ментальности, сопоставлять получаемые результаты и делать выводы, базирующиеся на более представительной выборке.

1.1.2.2. **Возможность проводить исследования с использованием заранее сформированных коллажей, состоящих из разных картин.** Это позволяет сопоставить статистические результаты фиксации взгляда на разных картинах, входящих в коллаж и выявить предпочтения зрителя по жанру, художнику и конкретным картинам. Примеры представления результатов и статистических отчетов по фиксации взгляда в разных зонах интереса представлены на стр. 36-38 данного документа.

1.2. **Изучение эмоциональных реакций в процессе просмотра различных произведений искусства.** Для этого используются такие показатели, как «Индекс вовлеченности» и «Эмоциональная валентность» по ЭЭГ, тоническая и фазическая компоненты кожной проводимости (КПр), ЧСС по ЭКГ, перфузионный индекс по ФПГ, диаметр зрачков. Это позволяет оценить, какие картины вызывают наибольшее эмоциональное воздействие, и какие факторы влияют на это.

1.3. **Изучение когнитивной нагрузки в процессе просмотра различных произведений искусства и исследование воздействия на когнитивные процессы.** Для этого используются такие показатели, как «Индекс умственной нагрузки» и «Индекс утомления» по ЭЭГ, диаметр зрачка и пр. Использование нейрофизиологических методов также позволяет изучить воздействие произведений искусства на когнитивные процессы зрителей, такие как внимание, память и воображение. Это помогает понять, как искусство влияет на мышление и восприятие людей.

1.4. **Повышение качества музейного опыта:** Результаты исследований могут быть использованы для улучшения организации выставок, разработки аудиогидов и интерактивных программ, а также для создания персонализированных музейных экскурсий. Это помогает сделать посещение музеев более интересным и запоминающимся для зрителей.

1.5. **Повышение качества образования в учебных учреждениях, связанных с изобразительным искусством, скульптурой, архитектурой.** Это может касаться таких специальностей, как художник, скульптор, учитель изобразительного искусства, графический дизайнер, дизайнер интерьера, архитектор.

2. **Необходимым условием повышения информативности и достоверности результатов указанных исследований является использование специализированного оборудования, обеспечивающего регистрацию различных мультимодальных данных из следующего перечня:**

2.1. **Видеоконтент, отражающий все то, что видит зритель** при посещении залов музея/галереи и просмотра картин. Этот видеоконтент фиксируется «камерой сцены», встроенной в сенсорные очки, и расположенной в районе переносицы. Объем видеопотока зависит от технических характеристик камеры, в частности, от «области просмотра» (угловые характеристики области, фиксируемой камерой сцены), разрешающей способности камеры (количество пикселей по горизонтали и вертикали) и частоты кадров.

2.2. **Видеопотоки обоих глаз зрителя**, на основе анализа которых автоматически определяются параметры зрачков, пространственные характеристики центра зрачка и «роговичных бликов», и рассчитываются координаты взгляда зрителя.

2.3. **Аудиопоток, фиксирующий все то, что слышит зритель** при посещении залов музея/галереи и просмотре картин (в частности, рассказ экскурсовода, возможные комментарии других зрителей). Этот аудиопоток записывается с помощью микрофона, также встроенного в сенсорные очки.

2.4. **Глазодвигательная активность, описывающая динамику координат направления взгляда зрителя** (координаты привязаны к пикселям «камеры сцены», фиксирующей область просмотра, зависящую от положения зрителя в зале и от угла поворотов его головы). На основе анализа данных глазодвигательной активности детектируются глазодвигательные события - фиксации, саккады, моргания. По этим событиям рассчитываются дополнительные параметры, характеризующие интерес зрителя и распределение его зрительного внимания в процессе просмотра картин (длительность фиксации взгляда на картине и на определенных ее элементах, частота моргания и пр.), диаметр зрачка, отражающий эмоциональные реакции и когнитивную нагрузку. Более подробно информация по показателям глазодвигательной активности отражена на страницах 17-19 данного документа, информация по визуализационным методам анализа и формам представления распределения зрительного внимания отражена на страницах 20-22 данного документа.

2.5. **Физиологические сигналы, характеризующие состояние вегетативной нервной системы (ВНС):** электрокардиограмма (ЭКГ), кожная проводимость (КПр), фотоплетизмограмма (ФПГ), рекурсия дыхания (РД) и пр. На основе этих сигналов рассчитываются такие показатели, как частота сердечных сокращений (ЧСС), тоническая и фазическая компоненты кожной проводимости (КПр), показатели периферического кровотока по ФПГ (перфузионный индекс и амплитуда систолической волны), частота и глубина дыхания и пр. Более подробно информация по соматовегетативным показателям отражена на странице 34-35 данного документа.

2.6. **Нейрофизиологические сигналы и метрики, базирующиеся на электроэнцефалограмме (ЭЭГ)** и характеризующие такие показатели, как активация, вовлеченность, эмоциональная валентность, умственная нагрузка, утомление и пр. Более подробно информация по нейрофизиологическим показателям отражена на страницах 30-33 данного документа.

3. **Конфигурация оборудования, используемого для исследования восприятия произведений искусства, зависит от целей и задач проводимых исследований и может включать в себя различные сочетания вариантов мультимодальных данных, представленных в п. 2.**

3.1. **Вариант комплекта, использующий в качестве устройства регистрации сочетание очков-айтрекера АТВ-2 и блока регистрации АБП-2 с комбинированным датчиком** позволяет проводить анализ по глазодвигательной активности и по соматовегетативным показателям.) На основе глазодвигательной активности оценивается распределение зрительного внимания к разным картинам и их выделенным фрагментам (заданным «зон интереса»). Может быть количественно оценено время просмотра каждой картины (длительность нахождения взгляда зрителя внутри рамки картины), длительность фиксации взгляда на некоторых ключевых деталях картины, заданных как «зоны интереса», количество повторных фиксаций взгляда на этих элементах, сопоставление параметров фиксации на разных картинах и разных фрагментах картин. Данные глазодвигательной активности сохраняются на карте памяти регистратора очков-айтрекера и могут передаваться по WiFi на компьютер или планшет, находящийся в зоне радиодоступа. Расчет и анализ соматовегетативных показателей на основе физиологических сигналов кожной проводимости (КПр), фотоплетизмограммы (ФПГ), электрокардиограммы (ЭКГ), рекурсии дыхания (РД) обеспечивает возможность учета физиологических данных. Наличие данных о динамике частоты сердечных сокращений (ЧСС), активации ВНС и эмоциональных реакций на основе кожной проводимости (КПр) и перфузионного индекса периферического кровотока на основе ФПГ повышает информативность проведенных исследований.

3.2. **Вариант комплекта, использующий в качестве устройства регистрации сочетание очков-айтрекера АТВ-2, блока регистрации АБП-2 с комбинированным датчиком, блока регистрации ЭЭГ** (например, АБП-24) расширяет возможности 2-го варианта (по п. 3.1). Блок регистрации ЭЭГ обеспечивает получение дополнительных данных и расчет нейрофизиологических метрик, таких как активация, вовлеченность, эмоциональная валентность, когнитивная нагрузка, утомление и пр.

3.3. **Вариант комплекта, использующий в качестве устройства регистрации сочетание стационарного айтрекера (АТВ-1-К или АТВ-1-С), блока регистрации АБП-2 с комбинированным датчиком, блока регистрации ЭЭГ** (например, АБП-24) обеспечивает широкие возможности для исследования с различными сценариями, предъявляющими изображения картин или их коллажей на экране монитора. Достоинства этого варианта комплекта представлены в п. 1.1.2 данного раздела с выводами.



МЕДИКОМ МТД

medicom-mtd.com

Юридический адрес: 347900, Россия, г. Таганрог, ул. Петровская, 99
Почтовый адрес (адрес производства):

347900, Россия, г. Таганрог, ул. Фрунзе, 68

+7 (8634) 62-62-42 (доб. 1);
+7 (989) 508-25-92 (моб. / WhatsApp);
office@medicom-mtd.com