

Eye Park — Eye-tracking: прогресс и научная часть

Обновлено: 25.01.2026

1. Цель и контекст

Eye Park — исследовательская система анализа видео лица для выявления признаков неврологических расстройств по движениям глаз, морганию и мимике вокруг глаз. Результаты используются для научной оценки риска и не являются медицинским диагнозом.

2. Текущий pipeline (end-to-end)

- Загрузка видео (web/Telegram) и извлечение метаданных (fps, длительность, разрешение).
- MediaPipe FaceMesh: ключевые точки лица по кадрам.
- Предобработка (опционально): стабилизация лица, шумоподавление, фильтрация выбросов.
- Извлечение признаков: движение глаз, моргание, мимика.
- Симптом-скоринг (0–3), оценка риска (Low/Medium/High).
- Расчет EMSI и формирование отчета.
- Сохранение raw-данных и визуализация.

3. Научная часть: признаки

3.1 Движение глаз

- Частота и амплитуда саккад
- Соотношение плавного слежения
- Стабильность и длительность фиксаций
- Диапазоны горизонтальных/вертикальных движений

3.2 Моргание

- Частота моргания (морганий/мин)
- Длительность моргания (мс)
- Амплитуда закрытия
- Интервал между морганиями
- Доля неполных морганий

3.3 Мимика вокруг глаз

- Опущение века (птоз)
- Асимметрия глаз
- Активность окологлазных мышц
- Диапазон движения бровей
- Частота прищуривания

4. EMSI (Eye Movement Severity Index)

Формула: $EMSI = 0.15 \times Saccade_Freq + 0.20 \times Blink_Rate - 0.10 \times Fixation_Stability - 0.25 \times Asymmetry + 10.0$

- +2...+5: Нормальные движения глаз
- 0...+2: Легкие нарушения
- -2...0: Умеренные нарушения (PD 1–2)
- <-2: Тяжелые нарушения (PD 3–5)

5. Симптом-скоринг и риск

Симптомы оцениваются по шкале 0–3. Риск рассчитывается как комбинация суммарных баллов симптомов (60%) и числа превышенных порогов (40%).

Ключевые пороги (используются в текущей версии)

Признак	Порог
Saccade frequency	< 2.0 саккад/сек
Saccade amplitude	< 5.0 градусов
Smooth pursuit ratio	< 0.3
Fixation stability	> 2.0 градуса
Blink rate	< 10 или > 30 морганий/мин
Blink duration	> 400 мс
Incomplete blinks	> 20%
Eyelid droop	> 2.0 пикселя
Asymmetry	> 15%
Periorbital activity	< 0.5

6. Прогресс реализации

- Рабочий анализ видео с извлечением ключевых метрик.
- Веб-интерфейс с детализацией и визуализацией.
- Telegram-бот с загрузкой видео и историей пользователя.
- Хранение raw-данных для повторных экспериментов.
- Экспорт результатов (CSV/JSON/HTML).

7. Наблюдения по данным

Система формирует полный набор метрик (EMSI, риск, признаки). Этого достаточно для обсуждения динамики между сессиями и сравнений между пользователями. Для научной валидации требуется набор размеченных данных.

8. Ограничения и открытые вопросы

- Нет размеченного датасета для оценки точности (ROC/AUC, чувствительность).
- Упрощенная модель перевода пикселей в градусы.
- Чувствительность к качеству видео и освещению.

9. Предложения к обсуждению

- Определить датасет/протокол для количественной валидации.
- Согласовать метрики качества и критерии приемки.
- Выделить ключевые признаки для дальнейших исследований.
- Проработать дизайн клинического эксперимента (если планируется).

10. Источники

Ниже — расширенные пояснения по четырем ключевым публикациям и их вкладу в формирование метрик и индекса EMSI в рамках проекта.

Leigh & Zee (2015)

Книга "The Neurology of Eye Movements" (5-е издание) синтезирует анатомию, физиологию и фармакологию движений глаз, включая рефлекторный и волевой контроль взгляда на основе исследований на макаках и людях с неврологическими расстройствами. В отчете это базовая основа для интерпретации саккад, фиксаций и плавного слежения.

Antoniades et al. (2013)

Статья "Eye movement abnormalities in Parkinson's disease" описывает дефициты окломоторных функций при PD, связывая их с нейрофизиологическими механизмами. Показаны нарушения саккад и нистагма, характерные для паркинсонизма, включая MSA. Это подтверждает использование трекинга глаз для диагностики и мониторинга прогрессии.

Bologna et al. (2013)

Работа "Blink rate and blink timing in Parkinson's disease" изучает снижение частоты моргания и изменения его тайминга как маркеры PD. Показано снижение blink rate и увеличение длительности моргания, с корреляцией с моторными симптомами и дофаминовой дефицитацией.

Fasano et al. (2012)

Публикация "Facial hypomimia in Parkinson's disease" описывает гипомимию (маскировку лица) как ранний симптом и снижение лицевых движений. Современные данные показывают дефицит в action units (AU), таких как AU12 (zygomaticus major), коррелирующий с PD. В проекте это отражается в асимметрии и периорбитальной активности.

Сводка: связь публикаций и EMSI

Публикация	Ключевой фокус	Связь с PD	Релевантность для EMSI
Leigh & Zee 2015	Неврология движений глаз	Аномалии фиксаций/саккад	Базовая основа (SaccadeFreq, FixationStability)
Antoniades 2013	Окомоторные дефициты	Саккады, нистагм	Частота/амплитуда саккад
Bologna 2013	Частота/тайминг моргания	Снижение blink rate	BlinkRate (вес 0.10)
Fasano 2012	Гипомимия лица	Снижение AU активности	Asymmetry, eyelid droop

Важно: система предназначена для исследовательских целей и не заменяет медицинскую диагностику.