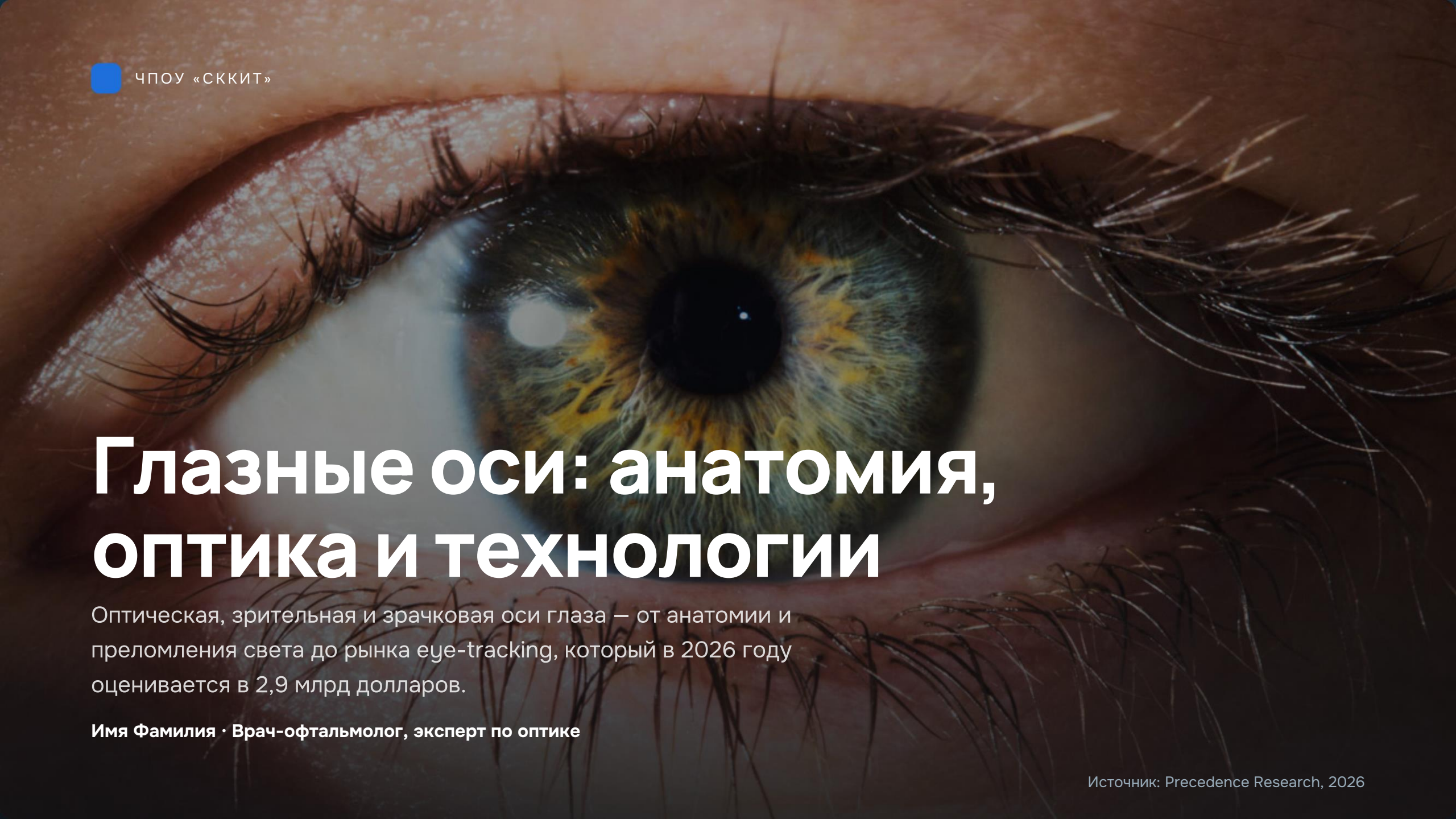
ЧПОУ «СККИТ»



Глазные оси: анатомия, оптика и технологии

Оптическая, зрительная и зрачковая оси глаза — от анатомии и преломления света до рынка eye-tracking, который в 2026 году оценивается в 2,9 млрд долларов.

Имя Фамилия · Врач-офтальмолог, эксперт по оптике

Источник: Precedence Research, 2026

ГЛОССАРИЙ

Что такое глазная ось: три ключевых понятия

01

Оптическая ось

Прямая через центры кривизны роговицы и хрусталика. Это ось симметрии оптической системы глаза: при вращении вокруг неё её свойства сохраняются.

02

Зрительная ось

Линия от точки фиксации через узловую точку к центральной ямке жёлтого пятна. Вдоль неё изображение попадает в зону наилучшего зрения.

03

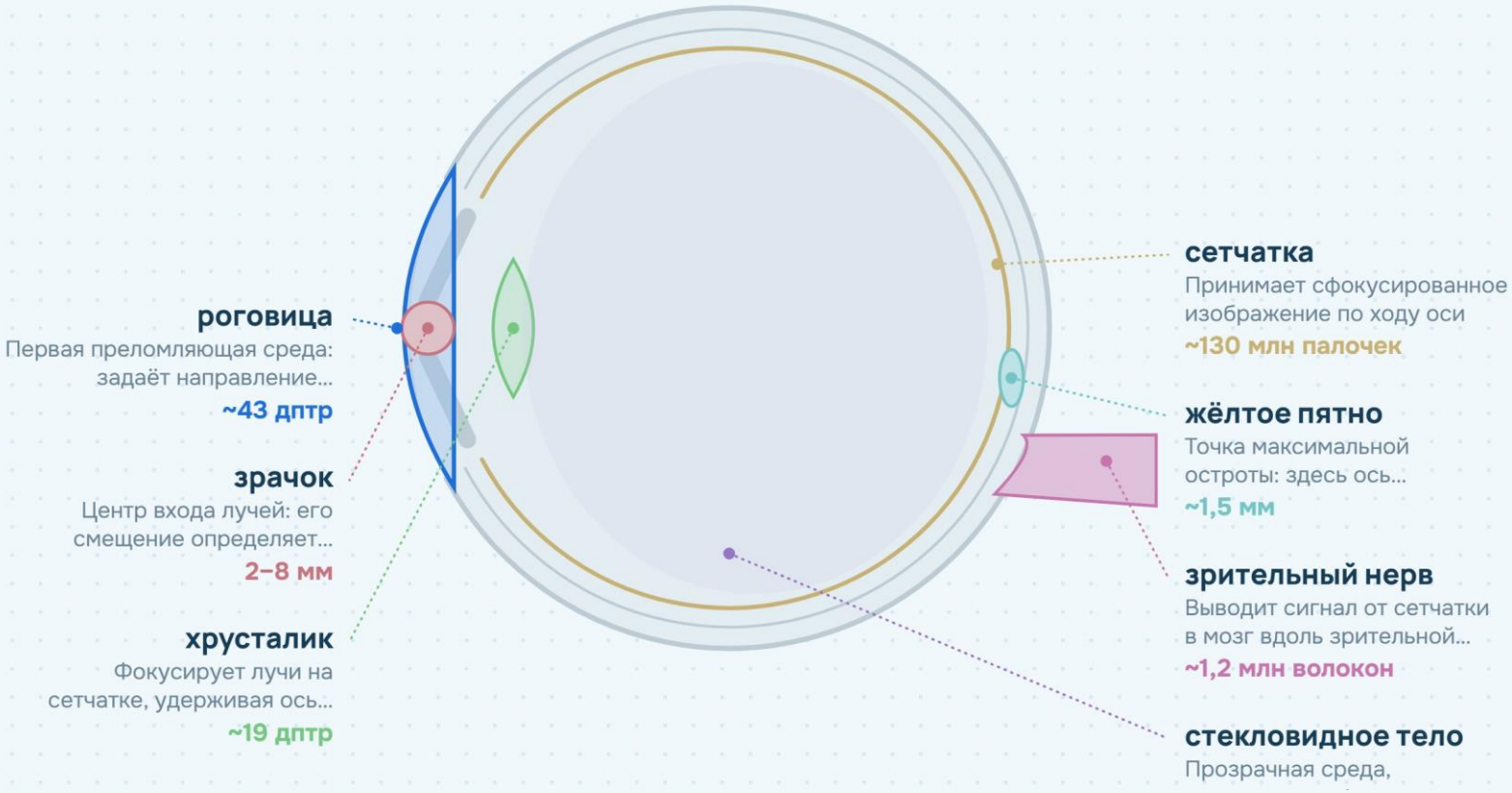
Зрачковая ось

Линия через центр зрачка перпендикулярно роговице. С оптической и зрительной осями она не совпадает — угол в норме около 5 градусов.

В норме оптическая, зрительная и зрачковая оси не совпадают: угол между ними — около 5°

АНАТОМИЯ · ОПТИЧЕСКИЕ ОСИ

Анатомия глаза: структуры, задающие оси



Оптическая ось — через центры роговицы и хрусталика; зрительная ось — от жёлтого пятна через зрачок.

Данные по оптической силе и анатомии глаза — офтальмологические справочники, 2025

ОПТИЧЕСКАЯ ОСЬ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ

Формула тонкой линзы: расчёт хода лучей вдоль оптической оси

Формула связывает фокусное расстояние с положениями предмета и изображения на оптической оси. Применима для тонких линз и параксиальных лучей.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

f	Фокусное расстояние линзы	м
d_o	Расстояние от линзы до предмета	м
d_i	Расстояние от линзы до изображения	м
$D = \frac{1}{f}$	Оптическая сила линзы (и глаза)	дптр

Допущение: тонкая линза, параксиальные лучи; знаки величин – по правилу знаков (действительное изображение d_i > 0).

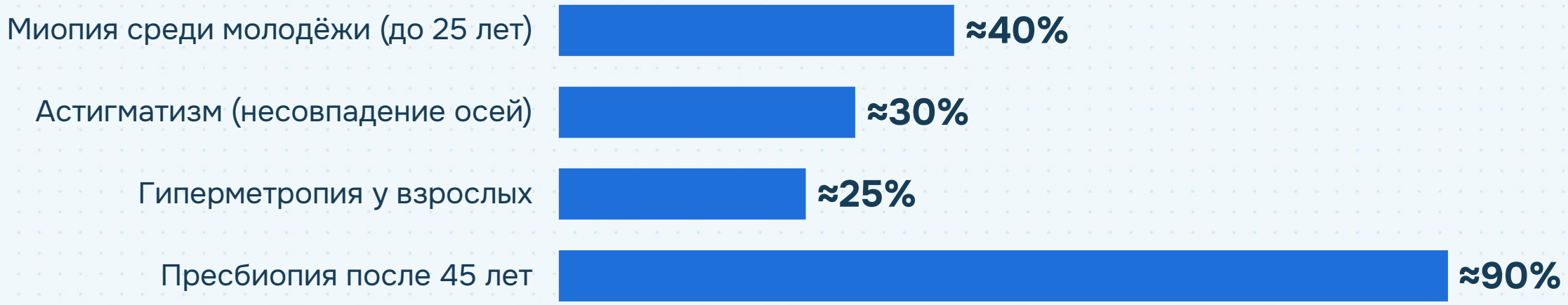
ОПТИКА ГЛАЗА

Как строится изображение вдоль оптической оси



Фокус перед сетчаткой — миопия, за сетчаткой — гиперметропия; ровно на сетчатке — норма.

Миопия, астигматизм и возрастные изменения: ключевые цифры



Астигматизм напрямую связан с несовпадением оптических осей глаза; пресбиопия — возрастное изменение аккомодации.

Источник: обзорные данные ВОЗ и офтальмологических исследований, 2024–2026

ДИАГНОСТИКА

Диагностика осей: этапы обследования

1

Авторефрактометрия

Сфера, цилиндр и положение оси астигматизма — базовый ориентир для всей коррекции.

2

Кератометрия: оси роговицы

Радиусы кривизны и направление главных меридианов роговицы — они задают цилиндрический компонент.

3

Биометрия осевой длины

Передне-задняя ось глаза: контроль прогрессирующей миопии и расчёт ИОЛ перед операцией.

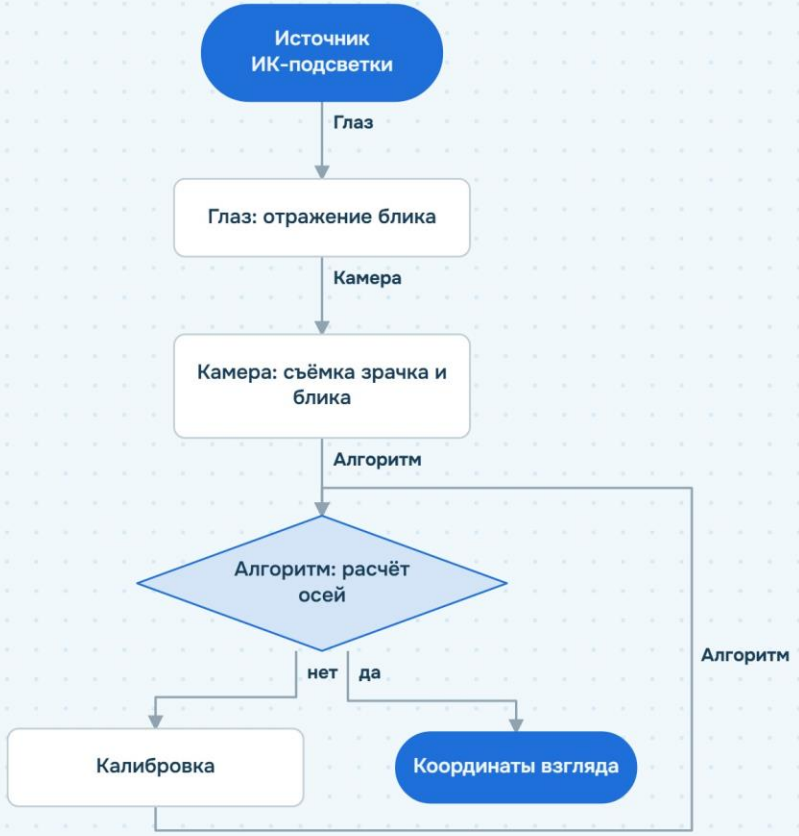
4

Проверка зрения и коррекция

Визометрия показывает, как оси работают в реальном зрении; по итогам подбираются очки, линзы или имплант.

ТЕХНОЛОГИЯ

Eye-tracking: как оси глаза стали технологией



Оптическая ось — через центры роговицы и зрачка;
зрачковая ось — через центр зрачка и точку фиксации.

РЫНОК EYE-TRACKING, 2026

Рынок eye-tracking 2026: объём и рост

Показатель	Precedence Research	SNS Insider	DataMintelligence	Business Research Insights
Объём рынка в 2026	2,90 млрд $	1,93 млрд $ (2025)	1,34 млрд $	0,96 млрд $
Прогноз к 2035	26,89 млрд $	22,46 млрд $	9,97 млрд $	5,08 млрд $
CAGR	28,1%	27,8%	25,0%	20,3%

Все прогнозы сходятся в одном: рынок растёт на 20–28% в год и к 2035 году увеличится в 5–10 раз.

Источник: Business Research Insights, Precedence Research, SNS Insider, DataMintelligence, 2026

РЫНОК EYE-TRACKING 2026

Кто делает технологию: игроки рынка

Tobii AB	Smart Eye AB	SR Research	EyeTech Digital Systems
Seeing Machines	Gazepoint	Eyegaze	**2,9 млрд $** объём мирового рынка eye-tracking в 2026 году

Precedence Research, 2026

ПРИМЕНЕНИЕ

От медицины до интерфейсов: где работают глазные оси

Ассистивная коммуникация

Более 500 000 человек с тяжёлыми нейромышечными заболеваниями общаются взглядом; при ALS — в среднем 5,2 часа в день.

Нейромаркетинг

Айтрекинг показывает, куда реально смотрит покупатель: внимание к полке, упаковке и рекламе измеряется в миллисекундах.

UX-исследования

Тесты интерфейсов по точкам фиксации выявляют, где пользователь теряется, а где решение находится мгновенно.

Обучение

Анализ траектории взгляда ученика показывает, какие материалы удерживают внимание, а какие проходят мимо.

Автомобильная безопасность

Системы мониторинга взгляда водителя распознают усталость и отвлечение до того, как случится ДТП.

Клиническая диагностика

65% оптометрических клиник уже применяют айтрекинг для скрининга глаукомы и оценки полей зрения.

Источник: VoxBooster, Eye-Tracking Assistive Communication Statistics, 2026; WorldMetrics, 2026

ФИНАЛ

Спасибо!

Три оси определяют и зрение, и технологии. Рынок eye-tracking растёт на ~28% в год, а тренды 2026 соединяют точную оптику с дизайном.

Источник: Precedence Research, 2026; обзор трендов оптики, 2026