

## Двухэтапная структура глубокого обучения с прогрессивным слиянием признаков и механизмами внимания для многоклассовой классификации заболеваний сетчатки

**Источник:** Frontiers in AI — Medicine

**Оригинал:** <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1925302>

ОКТ

глубокое обучение

диагностика

интерпретируемость ИИ

офтальмология

Точный и эффективный автоматический анализ изображений оптической когерентной томографии (ОКТ) имеет решающее значение для скрининга заболеваний сетчатки в больших масштабах. Однако современные модели глубокого обучения часто не способны одновременно обеспечить высокую точность классификации, практическую вычислительную осуществимость и интерпретируемость. Для решения этих проблем в данной статье представлен фреймворк глубокого обучения на базе YOLOv11 для классификации заболеваний сетчатки по восьми классам, оптимизированный с использованием двухэтапной стратегии оптимизации. Предложенная архитектура включает модуль прогрессивного пространственного слияния (Progressive Spatial Fusion, PSF) для иерархического объединения многомасштабных представлений признаков, за которым следует механизм уточнения на основе двойного внимания (dual-attention), основанный на блоке Squeeze-and-Excitation (SE), который уточняет признаки, дифференцирующие заболевания, перед классификацией. При оценке на наборе данных OCT-C8 предложенная модель достигает точности (accuracy), прецизионности (precision), полноты (recall) и показателя F1 на уровне 98,00%, а также специфичности (specificity) 99,70%, демонстрируя при этом идеальную классификационную производительность для классов возрастной

макулярной дегенерации (AMD), центрального серозного хориоретинопатии (CSR), диабетической ретинопатии (DR) и макулярного отверстия (MH). Визуализации Grad-CAM обеспечивают качественную оценку областей изображения, влияющих на предсказания модели, и показывают соответствие структурным паттернам, связанным с заболеваниями, описанным в литературе по ОКТ. Эти результаты демонстрируют, что предложенный фреймворк обеспечивает хороший компромисс между производительностью классификации, вычислительными требованиями и интерпретируемостью, а также демонстрирует потенциал для поддержки автоматизированного скрининга заболеваний сетчатки на основе ОКТ.

---

---

Перевод выполнен: 25.09.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.