

# Моделирование пространственных состояний на основе Mamba с оконным вниманием для объяснимой многоклассовой диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта на эндоскопических изображениях

**Источник:** Frontiers in AI — Medicine

**Оригинал:** <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1952159>

state-space models

диагностика

объяснимый ИИ

онкология

сверточные сети

эндоскопия

## Введение

В данной статье представлена новая гибридная архитектура глубокого обучения под названием GINet, предназначенная для точной и эффективной классификации заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) на основе эндоскопических изображений. Автоматизированная диагностика является сложной задачей из-за визуального сходства между различными состояниями ЖКТ и дисбаланса классов.

## Методы

Для преодоления этих вызовов предложенная модель основана на EfficientNetV2 для мощного извлечения признаков, поддерживаемого оконным механизмом внимания для захвата мелкозернистых локальных пространственных зависимостей. Кроме того, добавлен модуль пространственного состояния на основе Mamba для моделирования дальнодействующих глобальных контекстуальных связей с линейной вычислительной сложностью. Представлен полный конвейер

предварительной обработки данных, включая фильтрацию классов, управление дисбалансом посредством аугментации и разделение на обучающую и тестовую выборки без утечки данных. Набор данных состоит из девяти клинически значимых классов заболеваний ЖКТ с равным распределением для обучения. Извлеченные признаки дополнительно уточняются слоем проекции каналов, а комбинированные модули оконного внимания и Mamba позволяют модели обучаться локальным и глобальным представлениям.

## Результаты

Масштабные эксперименты показывают, что предложенная GINet достигает точности 99,41% на валидационной выборке после тонкой настройки классификатора и точности 93% на отложенной тестовой выборке, а также высоких показателей точности (precision), полноты (recall) и F1-меры для всех классов. Статистический анализ показывает, что прирост производительности является значимым по сравнению с базовыми моделями. Кроме того, объяснимый искусственный интеллект, продемонстрированный с помощью Grad-CAM, показывает, что модель обращает внимание на клинически значимые области, способствуя прозрачности и доверию.

## Обсуждение

Предложенное решение предлагает вычислительно эффективное, точное и интерпретируемое решение для компьютерной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта и представляет собой шаг в направлении компьютерной диагностики заболеваний ЖКТ, при условии дальнейшей валидации на внешних многоцентровых данных.