

**ЛОКАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУР ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА СНИМКАХ УЗИ
ПРИ ИХ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ**

Стерхова Е.П. (НИЯУ МИФИ), Ложкин И.А. (НИЯУ МИФИ)

**Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Зайцев К.С.
(НИЯУ МИФИ)**

Введение. Ультразвуковое исследование (УЗИ) является основным неинвазивным методом диагностики заболеваний щитовидной железы. В клинической практике анализ УЗИ-изображений во многом зависит от опыта врача и подвержен субъективности, что особенно критично при массовых скрининговых исследованиях. В связи с этим актуальной является задача разработки автоматизированной интеллектуальной системы анализа ультразвуковых изображений щитовидной железы, способной повысить воспроизводимость и точность диагностики. В последние годы активно развиваются интеллектуальные системы поддержки принятия врачебных решений, основанные на методах машинного и глубокого обучения. Современные исследования показывают, что такие системы способны достигать качества диагностики, сопоставимого с уровнем работы врача, при условии корректной предварительной обработки изображений и локализации области интереса [1–3]. Поэтому одним из важных этапов автоматизированного анализа является корректная локализация анатомических структур щитовидной железы на УЗИ-снимках. Выделение долей и перешейка позволяет стандартизировать анализ, повысить качество локализации узловых образований, улучшить работу моделей классификации, рассчитывать количественные характеристики, связанные с щитовидной железой, и формировать заключения. Таким образом, задача локализации структур щитовидной железы является фундаментальным этапом построения интеллектуальной системы поддержки принятия врачебных решений.

Основная часть. В настоящей работе рассматривается задача локализации основных анатомических структур щитовидной железы на ультразвуковых изображениях с использованием методов глубокого обучения. Исходные данные представлены набором кинопетель и отдельных изображений УЗИ щитовидной железы в поперечной и продольной проекциях. Для подготовки обучающей и тестовой выборок была выполнена разметка изображений с использованием специализированного инструмента CVAT. Для ускорения процесса аннотации и повышения согласованности разметки применялась полуавтоматическая сегментация с использованием модели SAM. Разметчик указывал ключевые точки или ограничивающие рамки на изображении, после чего SAM генерировала предварительные границы областей интереса, которые затем корректировались вручную. Корректность разметки была проверена экспертом, в случае несоответствия истине в разметку вносились изменения. На поперечных снимках были выделены левая и правая доли щитовидной железы, а также перешеек. На продольных снимках выделялась доля щитовидной железы. Разметка проводилась с учетом анатомических

ориентиров и с указанием точных границ объектов, что позволяет использовать данные для задач сегментации, которая необходима для расчета точных количественных характеристик щитовидной железы. Подобный подход к аннотированию соответствует практике современных исследований, где качество сегментации напрямую определяется точностью разметки анатомических структур [3]. На основе сформированного размеченного датасета планируется проведение серии экспериментов по обучению сверточных нейронных сетей для задачи семантической сегментации структур щитовидной железы. В качестве базовой архитектуры рассматриваются современные модели сегментации медицинских изображений, такие как U-Net и ее модификации, а также более сложные современные архитектуры, демонстрирующие высокую эффективность при анализе УЗИ щитовидной железы. Целью экспериментов является получение модели, способной автоматически локализовать анатомические структуры щитовидной железы на УЗИ-изображениях с приемлемой точностью. Результаты автоматической локализации предполагается использовать для расчета количественных характеристик щитовидной железы и формирования заключения, содержащего выводы сегментации и классификации узловых образований щитовидной железы. На текущем этапе выполнено обучение первой версии модели и первичная оценка качества локализации с использованием стандартных метрик сегментации (Dice, IoU).

Выводы. Выстроен алгоритм эффективной разметки данных, выполнена разметка УЗИ-датасета с выделением основных анатомических структур щитовидной железы, что создает основу для обучения моделей глубокого обучения. Ожидается, что использование автоматической локализации позволит повысить точность и устойчивость других этапов интеллектуального анализа и может быть применено в системах поддержки принятия врачебных решений при диагностике заболеваний щитовидной железы.

Список использованных источников:

1. Mahmoud El Hussieni. Doppler-Enhanced Deep Learning: Improving Thyroid Nodule Segmentation with YOLOv5 Instance Segmentation // arXiv. - 2025. - arXiv:2512.00639.
2. Jingxi Weng, Benjamin Wildman-Tobriner, et al. Deep Learning for Classification of Thyroid Nodules on Ultrasound: Validation on an Independent Dataset // arXiv. - 2023. - arXiv:2207.13765.
3. Omar Abdelrazik, Mohamed Elsayed, et al. A Deep Learning Framework for Thyroid Nodule Segmentation and Malignancy Classification from Ultrasound Images // arXiv. - 2025. - arXiv:2511.11937.