

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Аветисяна Арама Арутюновича «Методы и программные средства для выявления и анализа патологий по электрокардиограммам»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

А.А. Аветисян работает в ИСП РАН с 2017 года, в 2021 году окончил ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, а аспирантуру ИСП РАН в 2025 году. Темой разработки программных средств для задач цифровой медицины начал заниматься с 2020 года.

Над темой диссертационного исследования А.А. Аветисян работал в рамках проекта ИСП РАН по созданию программных средств автоматического анализа цифровых ЭКГ. Цель диссертационной работы состоит в разработке и реализации методов и программных средств автоматического анализа медицинских временных рядов на примере обнаружения заболеваний сердечно-сосудистой системы по цифровым ЭКГ.

Тема диссертационной работы актуальна, поскольку рост числа регистрируемых цифровых ЭКГ повышает потребность в автоматизации их интерпретации. Однако разработка методов автоматического анализа ЭКГ сдерживается рядом проблем: ограниченным объемом экспертно размеченных данных, высокой трудоемкостью разметки границ морфологических элементов сигнала, снижением информативности при уменьшении числа отведений в портативных и носимых устройствах, а также невозможностью прямого объединения обучающих наборов данных различных медицинских организаций из-за требований к защите персональной информации. Решение этих проблем требует методов обучения, позволяющих эффективно использовать неразмеченные и распределенные данные.

Наиболее значимыми результатами работы А.А. Аветисяна являются разработанные им методы обучения нейросетевых моделей в условиях ограниченной экспертной разметки. Предложенная модель сегментации

ЭКГ в сочетании со схемой self-training позволяет использовать автоматически сформированную псевдоразметку и повышает точность определения границ основных морфологических элементов сигнала. Разработанные методы контрастного предобучения основаны на применении дополнительной информации – метаданные пациентов и зависимости между различными отведениями одной ЭКГ-записи, – что позволяет повысить качество классификации патологий, в том числе при переходе от 12-канальных ЭКГ к одноканальным сигналам носимых устройств. Предложенный алгоритм федеративного обучения, основанный на оценивании полезности клиентских обновлений на доверенной серверной выборке, снижает влияние систематических ошибок локальной разметки клиентов на качество глобальной модели.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности применения разработанных методов и нейросетевых моделей в системах автоматического анализа цифровых ЭКГ и поддержки принятия врачебных решений. Предложенные методы положены в основу программных средств, на которые получены два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также используемых в системе федеративного обучения, работоспособность которой подтверждена экспериментально. Разработанное программное обеспечение для нейросетевой классификации электрокардиограмм, используется в медицинском изделии «Диагностическое ПО для нейросетевой классификации ЭКГ ИСП РАН». На указанное медицинское изделие Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения выдано регистрационное удостоверение от 28 декабря 2024 года № РЗН 2024/24366.

Работа диссертанта в проекте по созданию программных средств анализа ЭКГ сопровождалась формированием научного мировоззрения, позволяющего самостоятельно ставить и решать задачи в ряде предметных областей машинного обучения и анализа медицинских данных. Диссертационная работа А.А. Аветисяна является законченным научным исследованием, содержащим оригинальные результаты.

Во время работы над диссертацией А.А. Аветисян руководил группой исследователей: формулировал постановки задач, планировал эксперименты и руководил подготовкой совместных публикаций. Он проявил себя как инициативный и ответственный исследователь.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 2.3.5, а ее автор, Арам Арутюнович Аветисян, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Научный руководитель, научный сотрудник ИСП РАН,
кандидат технических наук

Ю.В. Маркин

5 октября 2026 г.

подпись Ю. В. Маркина завершено
генеральный секретарь ИСП РАН
Самовров ОМ