

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-2-14-18>

«CORINTEL.TECH»: искусственный интеллект для аннотации электрокардиограммы

Оригинальное исследование

А.А. Антипова, С.А. Долматова, Д.А. Волкова, Р.Т. Хациев, А.В. Ярошенко, Д.А. Андриков

ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет),
Цифровая кафедра; Москва, Россия

Контакт: Антипова Анна Андреевна, Zantantal2020@mail.ru

Аннотация:

Проект «CORINTEL.TECH» представляет собой программное обеспечение на основе искусственного интеллекта (ИИ) для анализа и аннотации электрокардиограмм (ЭКГ) в 12 отведениях.

Цель проекта – повысить скорость и точность диагностики, оптимизировать ресурсы здравоохранения и предоставить образовательный инструмент для медицинских специалистов.

Разработка направлена на решение приоритетной задачи «Борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями» в рамках Национального проекта «Здравоохранение».

Система использует гибридный подход, сочетающий сверточную нейронную сеть (CNN) с механизмом внимания для извлечения диагностических признаков и большую языковую модель (LLM) для генерации развернутого текстового заключения.

Ключевые слова: искусственный интеллект; электрокардиограмма; аннотация ЭКГ; сверточная нейронная сеть; большая языковая модель; автоматическая интерпретация; кардиология; цифровое здравоохранение; диагностика сердечно-сосудистых заболеваний.

Для цитирования: Антипова А.А., Долматова С.А., Волкова Д.А., Хациев Р.Т., Ярошенко А.В., Андриков Д.А. «CORINTEL.TECH»: искусственный интеллект для аннотации электрокардиограммы. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(2):14-18; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-2-14-18>

«CORINTEL.TECH»: artificial intelligence for electrocardiogram annotation

Original research

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-2-14-18>

A.A. Antipova, S.A. Dolmatova, D.A. Volkova, R.T. Khatsiev, A.V. Yaroshenko, D.A. Andrikov
Digital Department of Sechenov University, Moscow, Russia

Contact: Anna A. Antipova, Zantantal2020@mail.ru

Summary:

The «CORINTEL.TECH» project represents an artificial intelligence (AI)-based software solution for the analysis and annotation of 12-lead electrocardiograms (ECGs).

The primary objective of the project is to enhance diagnostic speed and accuracy, optimize healthcare resource utilization, and provide an educational tool for medical professionals.

The development is aimed at addressing the national healthcare priority «Combating cardiovascular diseases» within the framework of the Russian national project «Healthcare».

The system employs a hybrid architecture that combines a convolutional neural network (CNN) with an attention mechanism for diagnostic feature extraction and a large language model (LLM) for generating a comprehensive textual interpretation.

Key words: artificial intelligence; electrocardiogram; ECG annotation; convolutional neural network; large language model; automated interpretation; cardiology; digital health; cardiovascular disease diagnostics.

For citation: Antipova A.A., Dolmatova S.A., Volkova D.A., Khatsiev R.T., Yaroshenko A.V., Andrikov D.A. «CORINTEL.TECH»: artificial intelligence for electrocardiogram annotation. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(2):14-18; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-2-14-18>

■ ВВЕДЕНИЕ

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются ведущей причиной смертности во всем мире, что обуславливает высокую актуальность разработки новых методов их диагностики и профилактики. В Российской Федерации борьба с ССЗ является приоритетным направлением национального проекта «Здравоохранение». Электрокардиография (ЭКГ) – фундаментальный, доступный и неинвазивный метод диагностики в кардиологии, однако его интерпретация требует времени и высокой квалификации специалиста.

В последние годы внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в медицину демонстрирует значительный потенциал. Глобальный рынок ИИ в кардиологии показывает взрывной рост, составляющий 39,4% в годовом исчислении, с прогнозируемым объемом в 40,5 млрд долларов США к 2033 году [1]. Это свидетельствует о высоком спросе на подобные технологии и позволяет прогнозировать аналогичную траекторию развития для российского рынка.

Современные исследования подтверждают, что модели глубокого обучения способны не только классифицировать аритмии с высокой точностью, но и выявлять скрытые признаки, недоступные человеку, например, предсказывать фибрилляцию предсердий по ЭКГ синусового ритма [2, 3]. Модели, обученные на больших массивах данных 12-канальной ЭКГ, демонстрируют эффективность, сопоставимую с уровнем кардиологов, в диагностике широкого спектра патологий [2, 3].

В этом контексте целью проекта «CORINTEL.TECH» является разработка автоматизиро-

ванного инструмента (веб-приложения) на основе машинного обучения, способного анализировать временные ряды ЭКГ и составлять по ним текстовую аннотацию.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Архитектура системы

Разработанное решение «CORINTEL.TECH» представляет собой программное обеспечение в виде веб-приложения, реализующее полный цикл обработки ЭКГ: от загрузки данных до генерации аннотации.

Обработка данных

Система предназначена для анализа электрокардиограмм в 12 отведениях. В качестве входных данных используются файлы в стандартных форматах хранения кардиологических данных HEADAT и EDF с 12-ю отведениями.

Модель машинного обучения

Ядром алгоритма является сверточная нейронная сеть (CNN). CNN-архитектуры хорошо зарекомендовали себя в анализе временных рядов, включая ЭКГ, благодаря их способности выявлять локальные паттерны и иерархические признаки.

Для повышения точности в архитектуру интегрирован механизм внимания (attention mechanism), который позволяет модели фокусироваться на наиболее диагностически значимых участках сигнала. Извлечение признаков из временного ряда кардиограммы осуществляется ►►

с помощью встроенного вейвлет-преобразования. Разработанная архитектура CNN способна точно определять переходные границы на картах (Фурье/вейвлет-преобразования).

Генерация аннотаций: Отличительной особенностью системы является использование открытой большой языковой модели (LLM). Эта модель принимает на вход набор диагностических признаков, выделенных сверточной нейронной сетью, и генерирует на их основе развернутую текстовую аннотацию.

Технологический стек: Программный код написан на языке Python с использованием фреймворка PyTorch для реализации нейронной сети.

База разработки: Проект реализован на базе «Цифровой кафедры» Сеченовского университета.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате работы создан интеллектуальный ассистент «CORINTEL.TECH», позволяющий быстро и качественно оценить ЭКГ пациента.

Функциональные возможности:

- Стандартизированное заключение: Система формирует подробное заключение по стандартизированному шаблону.
- Выявление патологий: Алгоритм анализирует ЭКГ на предмет возможных патологий.
- Определение ЭОС: Реализована функция определения электрической оси сердца (ЭОС).

Решенные задачи и преимущества:

1. Повышение скорости и точности диагностики: Сервис помогает врачам быстрее анализировать ЭКГ, что способствует более ранней диагностике и началу лечения.
2. Экономия ресурсов: Автоматизация рутинного анализа ЭКГ освобождает время высококвалифицированных специалистов для непосредственной работы с пациентами.
3. Обучение и развитие: Сервис может использоваться как образовательный инструмент для студентов-медиков и ординаторов.

4. Масштабируемость: Разработанная нейросетевая архитектура потенциально может быть адаптирована для анализа любых других временных рядов.

Целевая аудитория

Основными пользователями системы являются врачи скорой медицинской помощи и фельдшеры, реаниматологи и анестезиологи отделений неотложной помощи, а также студенты и ординаторы медицинских вузов.

Текущий статус

На момент презентации проект находится на этапе дообучения нейросети. Создана архитектура, и идет процесс формирования базы данных аннотированных ЭКГ. Для проекта приобретено доменное имя «CORINTEL.TECH» и зарегистрирована интеллектуальная собственность.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Рынок ИИ-решений для кардиологии является высококонкурентным, что подтверждается как глобальными тенденциями, так и анализом существующих игроков, представленным в ходе исследования [3-6]. Мировые аналоги можно условно разделить на несколько категорий, в контексте которых «CORINTEL.TECH» занимает свою нишу.

1. Персональные (B2C) устройства мониторинга

Ярким представителем этой группы является KardiaMobile 6L от компании AliveCor. Это портативное устройство, сертифицированное FDA, позволяет пациентам самостоятельно регистрировать ЭКГ в 6 отведениях и получать ИИ-анализ на предмет аритмий (прежде всего, фибрилляции предсердий).

В отличие от KardiaMobile, «CORINTEL.TECH» изначально ориентирован на клиническое применение (B2B и B2G) и работает с полным, диагностически более информативным 12-канальным стандартом ЭКГ.

2. Платформы для координации и принятия решений

Такие компании, как Viz.ai (представленные в анализе как Viz Echo Viewer и Viz HCM), фокусируются на использовании ИИ для сканирования медицинских изображений (КТ, ЭхоКГ, ЭКГ) на предмет наличия жизнеугрожающих состояний (например, инсульта или гипертрофической кардиомиопатии). Их основная функция – не генерация отчета, а немедленное оповещение профильных специалистов, что ускоряет оказание помощи.

3. Комплексные диагностические системы

Решения, такие как CorVista System, используют ИИ и вычислительное моделирование для неинвазивной оценки функциональных показателей, например, для выявления ишемической болезни сердца, что является более узкой, хотя и важной задачей.

Другие платформы, например, PMcardio, также предлагают интерпретацию 12-канальной ЭКГ, однако уникальность «CORINTEL.TECH» заключается в гибридном подходе.

Конкурентное преимущество «CORINTEL.TECH»

Ключевым отличием и преимуществом проекта является двухэтапная архитектура:

1. Использование CNN с вейвлет-преобразованием и механизмом внимания для точного извлечения диагностических признаков.

2. Применение большой языковой модели (LLM) для трансляции этих признаков в развернутую, связную текстовую аннотацию.

В то время как большинство существующих ИИ-систем предоставляют классификацию (например, «Нормальный синусовый ритм», «Фибрилляция предсердий») или флаги тре-

воги, «CORINTEL.TECH» нацелен на генерацию полноценного текстового заключения, имитирующего отчет врача-кардиолога. Это не только повышает клиническую ценность для опытных врачей, но и обладает высокой образовательной ценностью для студентов и ординаторов.

Ограничения и будущие направления

Основным ограничением на текущем этапе является необходимость формирования обширной базы данных аннотированных ЭКГ для завершения дообучения нейросети. Дальнейшие шаги должны включать не только техническую верификацию, но и полномасштабную клиническую валидацию для подтверждения точности и безопасности алгоритма в сравнении с заключениями квалифицированных кардиологов.

■ ВЫВОДЫ

Проект «CORINTEL.TECH» демонстрирует успешное применение гибридной модели ИИ, сочетающей сверточные нейронные сети и большие языковые модели, для решения сложной клинической задачи – аннотирования 12-канальной ЭКГ. Разработанное программное обеспечение имеет значительный потенциал для улучшения скорости и точности диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, оптимизации рабочих процессов в медицинских учреждениях и повышения качества медицинского образования.

Дальнейшие шаги включают завершение этапа дообучения модели на репрезентативной базе данных и проведение клинической валидации, что является обязательным этапом перед внедрением подобных технологий в широкую практику. ▀

ЛИТЕРАТУРА

1. Global AI in Cardiology Market – By Component (Hardware, Software, Services), By Applications (Stroke, Cardiac Arrhythmias, Ischemic heart disease/CAD, Others), By Region and Companies – Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends, and Forecast 2024-2033, https://market.us/report/ai-in-cardiology-market/#utm_source=chatgpt.com

2. Ribeiro AH, Ribeiro MH, Paixão GMM, Oliveira DM, Gomes PR, Canazart JA, et al. Automatic diagnosis of the 12-lead ECG using a deep neural network. *Nat Commun* 2020;11(1):1760.

3. Attia ZI, Noseworthy PA, Lopez-Jimenez F, Asirvatham SJ, Wiste HJ, Lerman A, et al. An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus

ЛИТЕРАТУРА

rhythm: a retrospective analysis of prospectively collected data. *The Lancet* 2019;394(10201):861-867.

4. Hannun AY, Rajpurkar P, Haghpanahi M, Tison GH, Bourn C, Turakhia MP, et al. Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory ECGs using a deep neural network. *Nat Med* 2019;25(1):65-69.

5. Strodthoff N, Strodthoff C. Detecting and interpreting myocardial infarction using fully convolutional neural networks. *Physiol Meas* 2019;40(1):015001.

6. Weng SF, Reps J, Kai J, Garibaldi JM, Qureshi N. Can machine-learning improve cardiovascular risk prediction using routine clinical data? *PloS one* 2017;12(4):e0174944.

Сведения об авторах:

Антипова А.А. – студентка 5 курса факультета Медицинская биохимия, студентка Цифровой кафедры 2024-2025, руководитель проекта CORINTEL.TECH ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия

Долматова С.А. – студентка факультета Лечебное дело, студентка Цифровой кафедры 2024-2025, ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России; Донецк, ДНР

Волкова Д.А. – слушатель факультета гражданских медицинских (фармацевтических) специалистов, студентка Цифровой кафедры 2024-2025, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»; Санкт-Петербург, Россия

Хациев Р.Т. – студент направления «Прикладная математика и информатика», факультет Инженерной академии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы; Москва, Россия

Ярошенко А.В. – аспирант инженерной академии РУДН, бакалавриат и магистратура МФТИ, Сотрудник ООО «КАРДИОТЕХ»; Москва, Россия

Андриков Д.А. – к.т.н., инженер, научный руководитель проекта CORINTEL.TECH, доцент кафедры информационных технологий и обработки медицинских данных ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия

Вклад авторов:

Антипова А.А. – руководство проектом, написание текста, 40%
Долматова С.А. – литературный обзор, 10%
Волкова Д.А. – поиск научной информации, написание текста, 10%
Хациев Р.Т. – литературный обзор, 10%
Ярошенко А.В. – литературный обзор, 10%
Андриков Д.А. – определение научного интереса, дизайн проекта, 20%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 01.04.25

Рецензирование: 12.05.25

Принята к публикации: 26.05.25

Information about authors:

Antipova A.A. – 5th-year student of the Faculty of Medical Biochemistry, student of the Digital Department 2024-2025, Project Leader of CORINTEL.TECH, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Moscow, Russia

Dolmatova S.A. – student of the Faculty of General Medicine, student of the Digital Department 2024-2025, Donetsk National Medical University; Donetsk, DPR

Volkova D.A. – student of the Faculty of Civilian Medical (Pharmaceutical) Specialists, student of the Digital Department 2024-2025, S.M. Kirov Military Medical Academy; Saint Petersburg, Russia

Khatsiev R.T. – student of the «Applied Mathematics and Informatics» program, Faculty of the Academy of Engineering of RUDN University; Moscow, Russia

Yaroshenko A.V. – postgraduate student, Academy of Engineering of RUDN University; Bachelor's and Master's degrees from the MIPT; Employee of CARDIOTECH LLC; Moscow, Russia

Andrikov D.A. – PhD (Eng.), engineer, scientific supervisor of the CORINTEL.TECH project, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Medical Data Processing, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Moscow, Russia

Authors Contribution:

Antipova A.A. – project management, text writing, 40%
Dolmatova S.A. – literature review, 10%
Volkova D.A. – scientific information search, text writing, 10%
Khatsiev R.T. – literature review, 10%
Yaroshenko A.V. – literature review, 10%
Andrikov D.A. – defining the scientific interest, project design, 20%

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 01.04.25

Reviewing: 12.05.25

Accepted for publication: 26.05.25