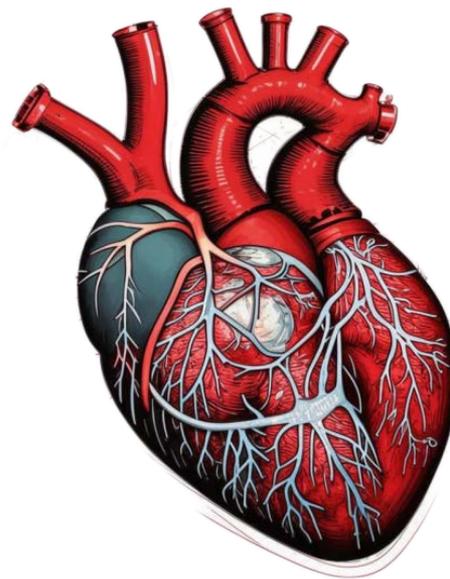


Цифровые помощники кардиолога



Докладчик: Копылов Филипп Юрьевич

д.м.н, профессор, директор Института персонализированной кардиологии Сеченовского Университета



Москва, 1 декабря 2025

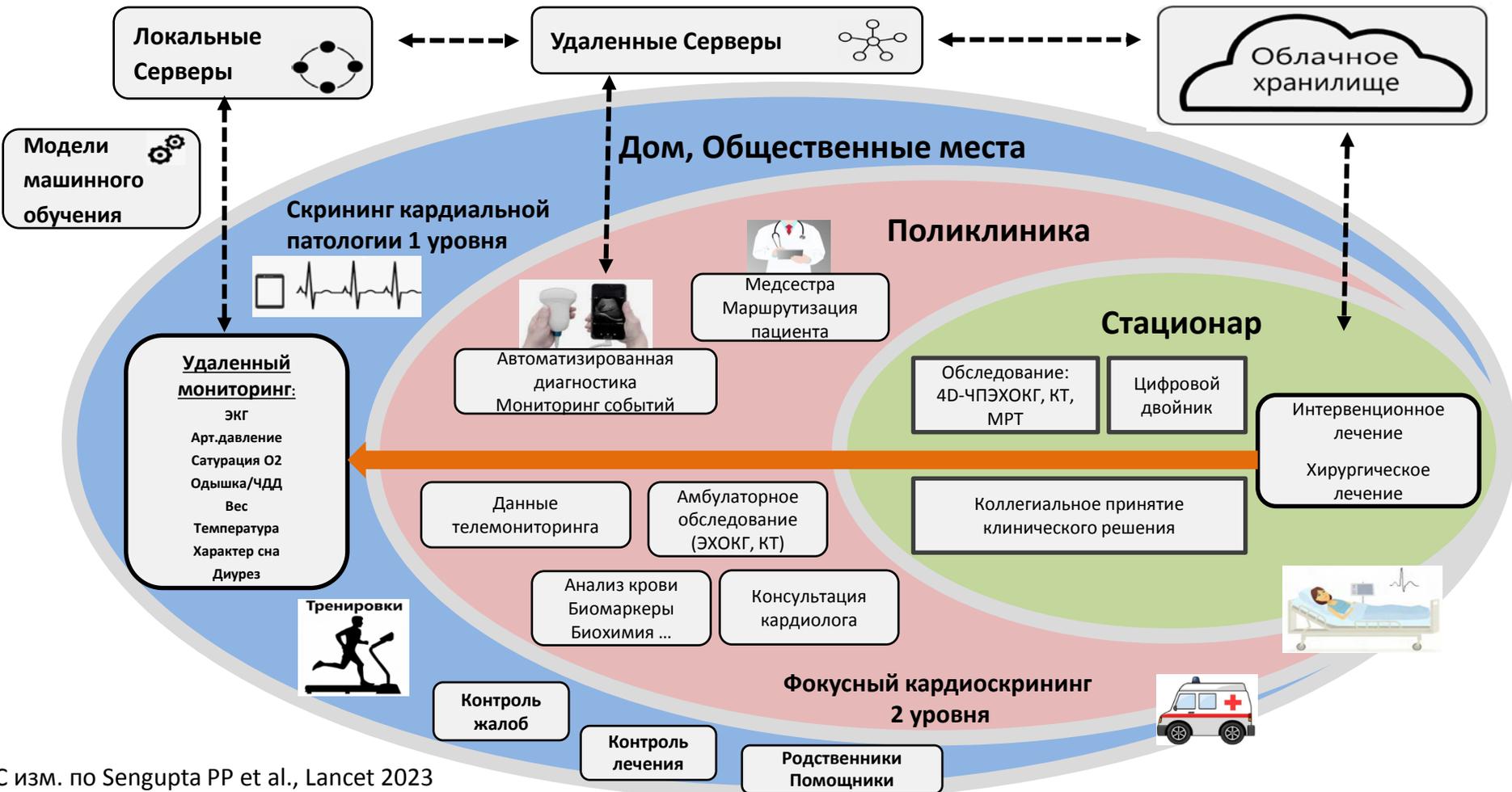
Медицинские устройства с искусственным ИНТЕЛЛЕКТОМ



Количество в 2025?

1247!

Автоматизированное раннее выявление кардиальной патологии с помощью ИИ



Традиционное носимое устройство

Носимое устройство с Искусственным интеллектом

Сбор данных

Отслеживание базовых показателей (шаги, ЧСС)

Понимание контекста, адаптация под условия и потребности

Функциональные возможности

Реактивная функция (ручное внесение тренировки после ее завершения)

Предиктивная функция (прогнозирует вариабельность сердечного ритма на основе предыдущих показателей)

Приложения

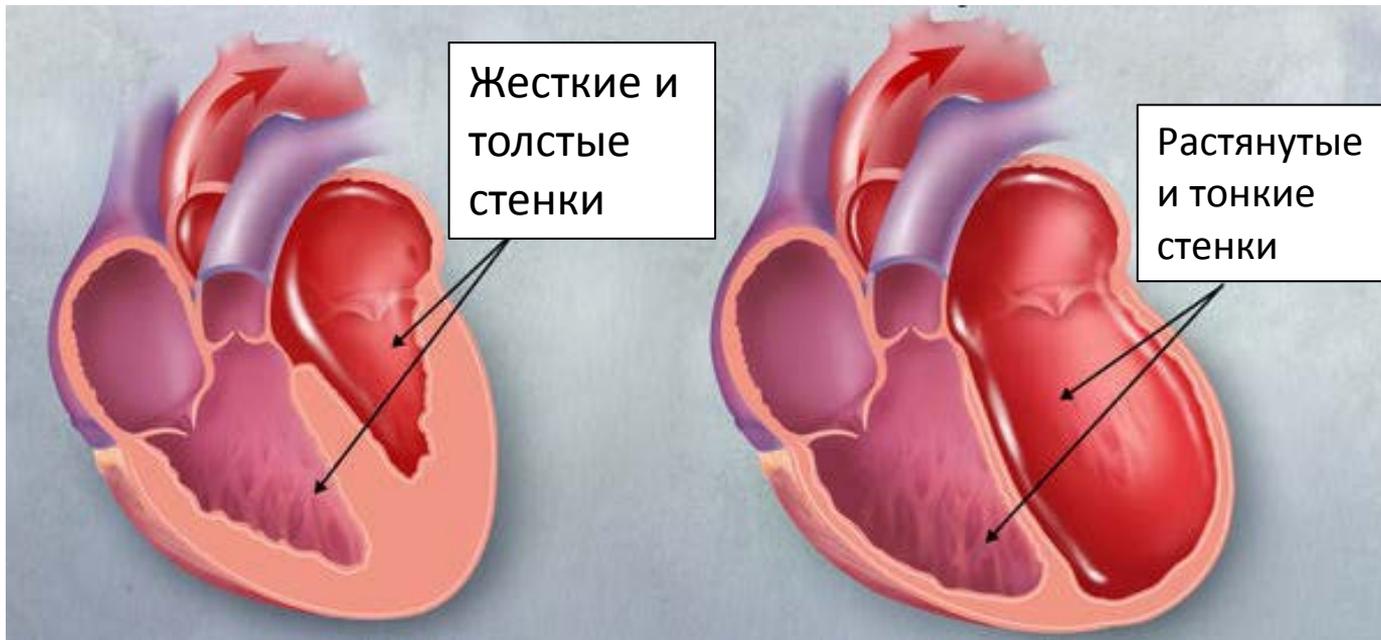
Отслеживание активности

Прогнозирование состояния здоровья и превентивные медицинские модели

Диастолическая vs. систолическая



дисфункция



Сердце плохо наполняется

Сердце плохо качает

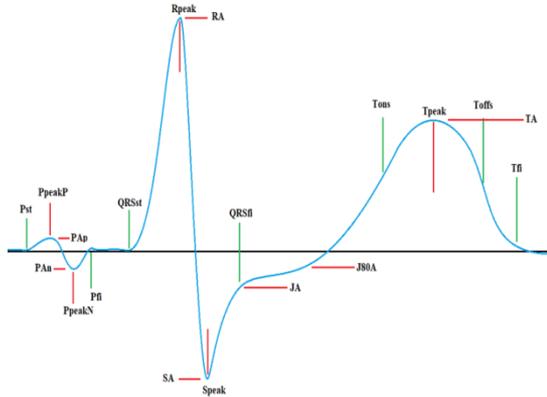
Удаленный анализ одноканальной ЭКГ и пульсовой волны

Полоса пропускания 0,5–25 Гц
Цикл ЭКГ - усредненный за 3 минуты
усредненного RR

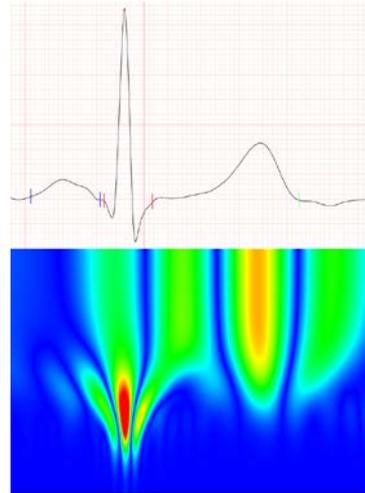
Частотой дискретизации 200 Гц
Интервалы от виртуальной точки - 2/3 от усредненного RR

Комплексный анализ ЭКГ и ПВ
более 1000 параметров

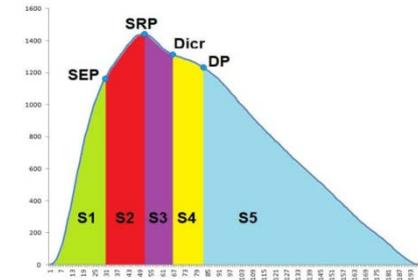
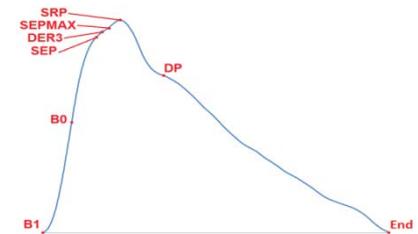
Временной, амплитудный и морфологический анализ одного канала ЭКГ



Частотное Wavelet преобразование Фурье



Временной, амплитудный и морфологический анализ пульсовой волны



Диагностическая точность алгоритмов удаленной оценки функции миокарда

| | | | |
|--|------|----------------------|----------------|
| Всего пациентов включено в исследование: | 1556 | Набор пациентов | 2019-2022 г.г. |
| Обучающая выборка: | 956 | Разработка алгоритма | 2022 г. |
| Тестовая выборка | 300 | Апробация алгоритма | 2022-23 г.г. |
| Выборка для клинической апробации | 300 | | |

| Показатель | Диастолическая дисфункция | Систолическая дисфункция |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Чувствительность (Recall) | 80,0 % | 79,5 % |
| Precision | 76,2 % | 77,5 % |
| F1 score | 78,05% | 78,5 % |
| Специфичность | 96,15 % | 96,5 % |
| Accuracy | 93,9 % | 94,3 % |

Масштабный ИИ-скрининг ХСН в России



- ГАУЗ «ГКБ №7 им.М.Н.Садыкова» г.Казань
- ГАУЗ «Апастовская ЦРБ»
- ГАУЗ «Буинская ЦРБ»
- ГАУЗ «Верхнеуслонская ЦРБ»
- ГАУЗ «Высокогорская ЦРБ»
- ГАУЗ «Дрожжановская ЦРБ»
- ГАУЗ «Зеленодольская ЦРБ»
- ГАУЗ «Кайбицкая ЦРБ»
- ГАУЗ «Камскоустыинская ЦРБ»
- ГАУЗ «Пестречинская ЦРБ»
- ГАУЗ «Тетюшская ЦРБ»
- 60 ФАП



CARDIO  PDF, JSON →  Единый Кардиолог

ID прибора
Антропометрические
данные
ЭКГ

Направление

PDF

КардиоКарта



Регистрация ЭКГ



Пациент

ЭКГ
ID прибора

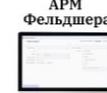
Планшет*



Ввод
антропометрических
данных пациента



Фельдшер ФАП

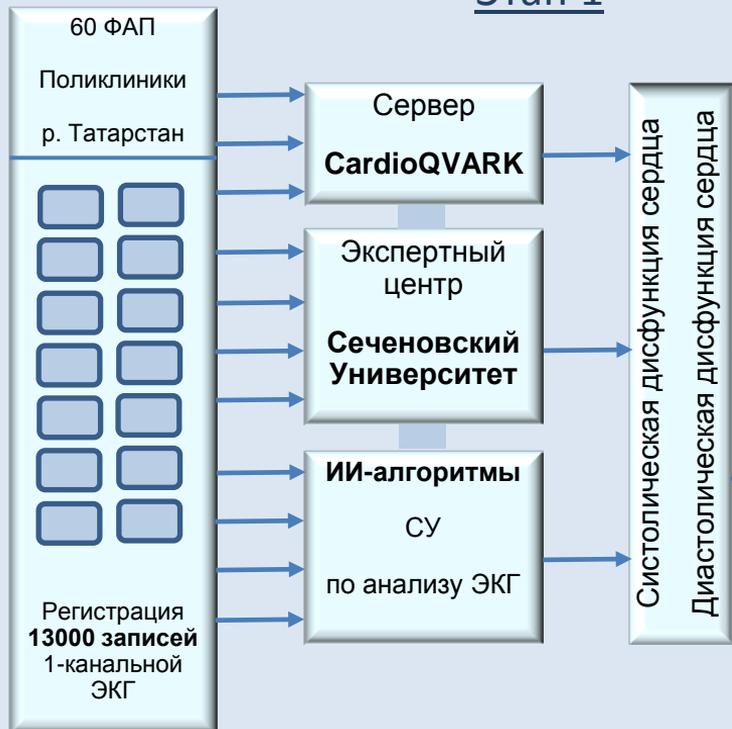


Формирование
направления на
кардиоскрининг

*Планшет из комплекта поставки
"Единый кардиолог"

Результаты. Этапы реализации проекта

Этап 1



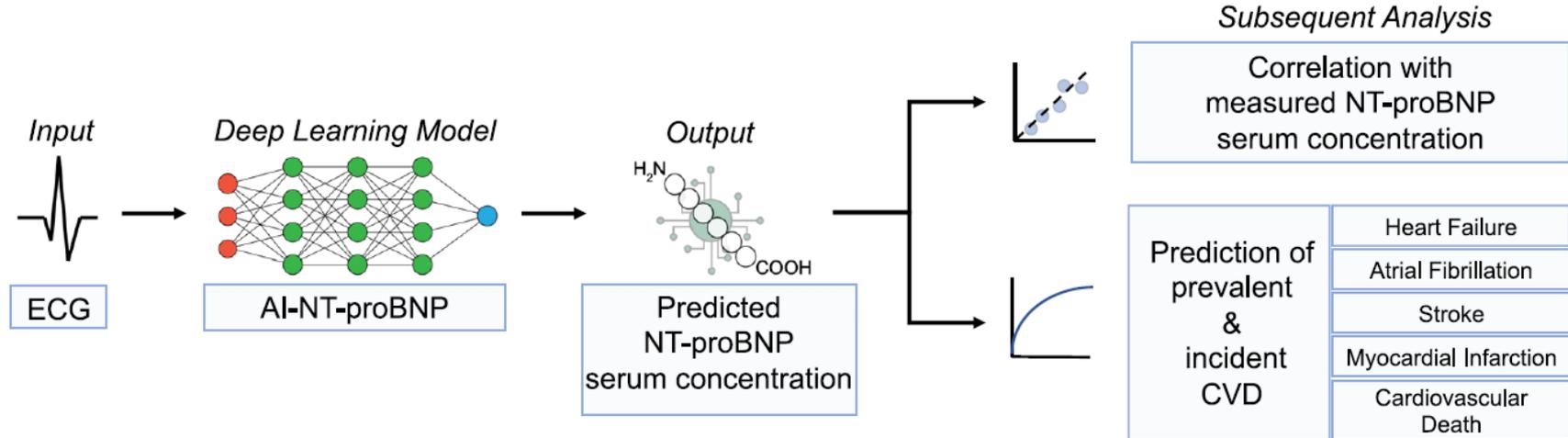
Этап 2



NT-proBNP из ЭКГ?

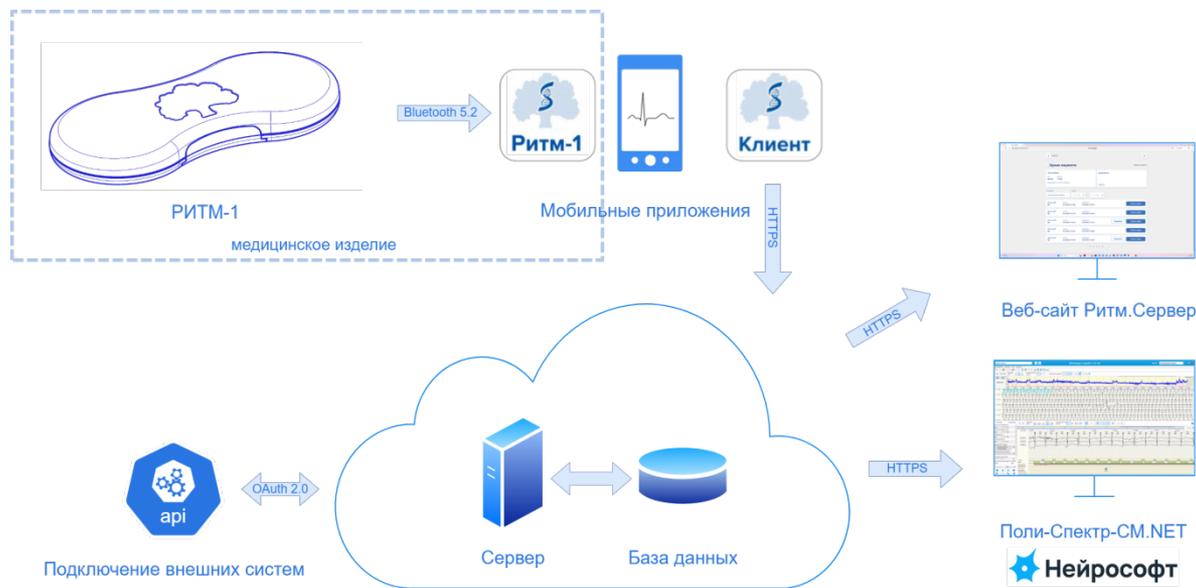
Meraj Neyazi, Jan P. Bremer, Marius S. Knorr, Stefan Gross, Jan Brederecke, Nils Schweingruber, Dora Csengeri, Benedikt Schrage, Martin Bahls, Nele Friedrich, Tanja Zeller, Stephan Felix, Stefan Blankenberg, Marcus Dörr, Marcus Vollmer and Renate B. Schnabel*

Deep learning-based NT-proBNP prediction from the ECG for risk assessment in the community



Устройство длительного мониторинга ЭКГ «Ритм-1»

<https://rhythm.sechenov.ru/>



Клиническое применение:

- **Скрининг** нарушений ритма у бессимптомных пациентов и лиц из групп риска (водители, спортсмены и т.д.);
- **Диагностика** причин жалоб: перебоев в работе сердца, головокружений, обмороков и слабости;
- **Контроль терапии:**
 - Оценка антиаритмического эффекта и проаритмического действия препаратов (не менее 7 дней от начала терапии или коррекции дозы);
 - Контроль побочных действий внесердечных препаратов с потенциальным влиянием на ритм сердца;
 - Оценка кардиотоксического проаритмического действия при лечении онкологических заболеваний;
- **Удаленный мониторинг** при невозможности использования стандартных методов.

Регистрационное удостоверение № РЗН 2025/26090 получено 26.08.2025

Краткосрочное ПРОГНОЗИРОВАНИЕ устойчивых желудочковых аритмий с применением искусственного интеллекта по данным амбулаторной электрокардиограмме в одном отведении

247,254 амбулаторных записей ЭКГ, продолжительность мониторинга - 14 дней

- Клинические данные
- График плотности сердечного ритма (HRDP - heart rate density plot)
- Параметры волн ЭКГ

Модель на основе глубокого обучения анализировала запись ЭКГ за первые 24 часа и прогнозировала риск возникновения устойчивой ЖТ в последующие 13 дней.

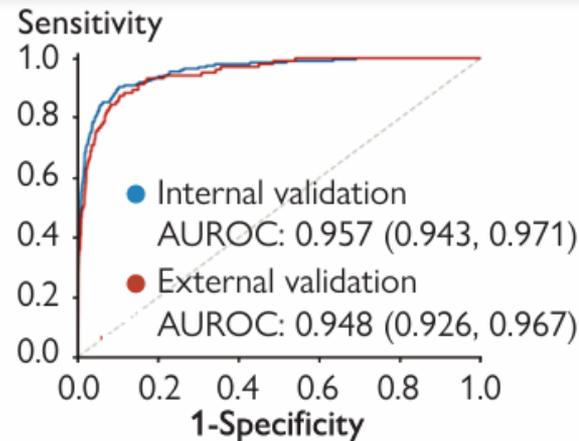
Near-term prediction of sustained ventricular arrhythmias applying artificial intelligence to single-lead ambulatory electrocardiogram

Laurent Fiorina ^{1,2,†}, Tanner Carbonati ^{3,†}, Kumar Narayanan ^{2,4}, Jia Li ³, Christine Henry ³, Jagmeet P. Singh ⁵, and Eloi Marijon ^{2,6,*}

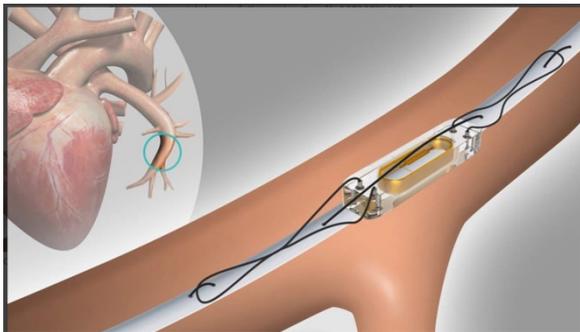
¹Ramsay Santé, Institut Cardiovasculaire Paris Sud, Hôpital privé Jacques Cartier, Massy 91300, France; ²Université Paris Cité, PARCC, INSERM U970, 56 Rue Leblanc, Paris 75015, France; ³Cardiologs, 136 rue Saint Denis, Paris 75002, France; ⁴Department of Cardiology, Medcover Hospitals, Hyderabad, India; ⁵Massachusetts General Hospital, 55 Fruit Street, Boston, MA 02114, USA; and ⁶Division of Cardiology, European Georges Pompidou Hospital, 20-40 Rue Leblanc, Paris 75008, France

Received 3 June 2024; revised 11 October 2024; accepted 29 January 2025; online publish-ahead-of-print 30 March 2025

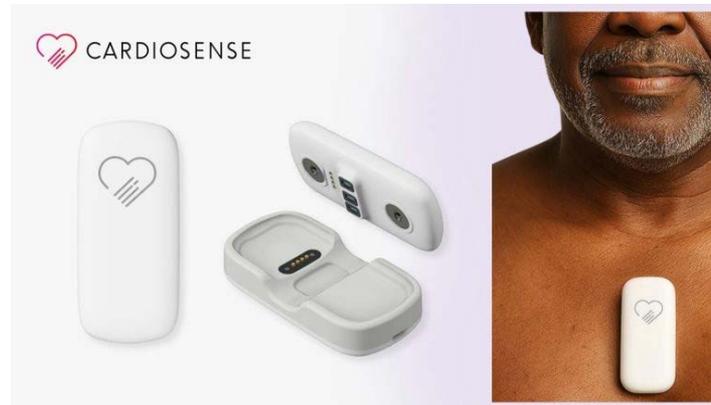
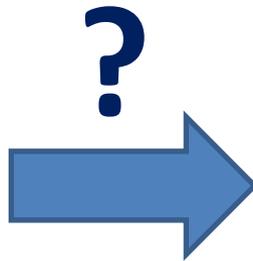
Internal and external validation



CardioTag



CHAMPION: CardioMEMS Heart Sensor Allows Monitoring of Pressure to Improve Outcomes in NYHA Class III HF Patients

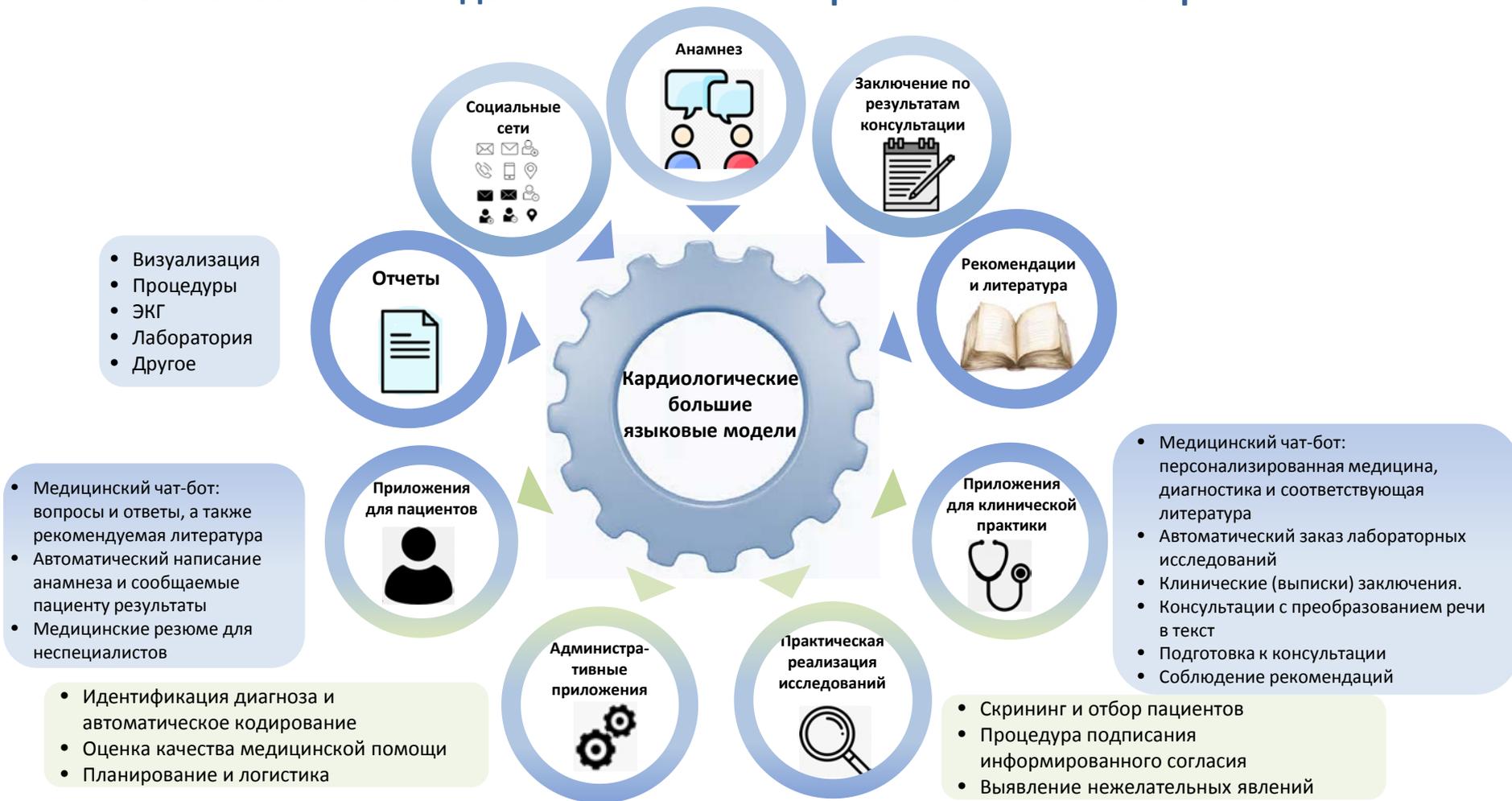


- электрокардиограмма (ЭКГ)
- фотоплетизмограмма (ФПГ)
- сейсмокардиограмма (СКГ)

Один из ИИ-алгоритмов предназначен для расчета давления заклинивания в легочных капиллярах.

Большие языковые модели

Большие языковые модели в клинической практике: ключевое применение



Первая в мире больница с искусственным интеллектом — «Agent Hospital», Университет Цинхуа

- виртуальные услуги пациентам и врачам, работающим на основе больших языковых моделей (LLM)
- Реальные клинические случаи используются для моделирования не только клинической, но административной части работы госпиталя



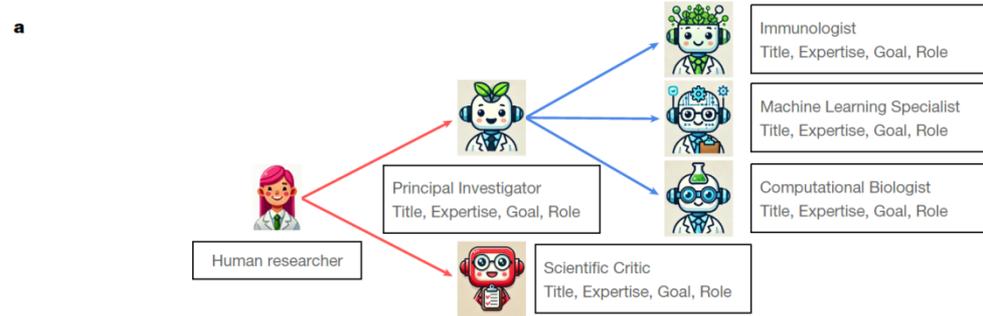
Лаборатории ИИ-агентов???

Article

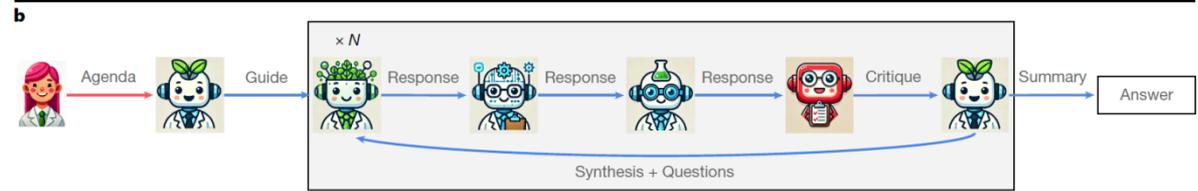
The Virtual Lab of AI agents designs new SARS-CoV-2 nanobodies

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09442-9> Kyle Swanson¹, Wesley Wu², Nash L. Bulaong², John E. Pak^{2,3} & James Zou^{1,2,3}

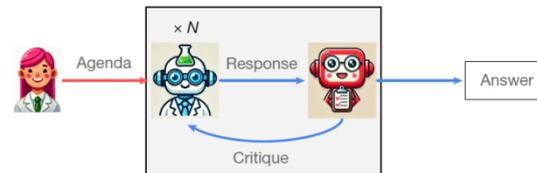
Роли в команде



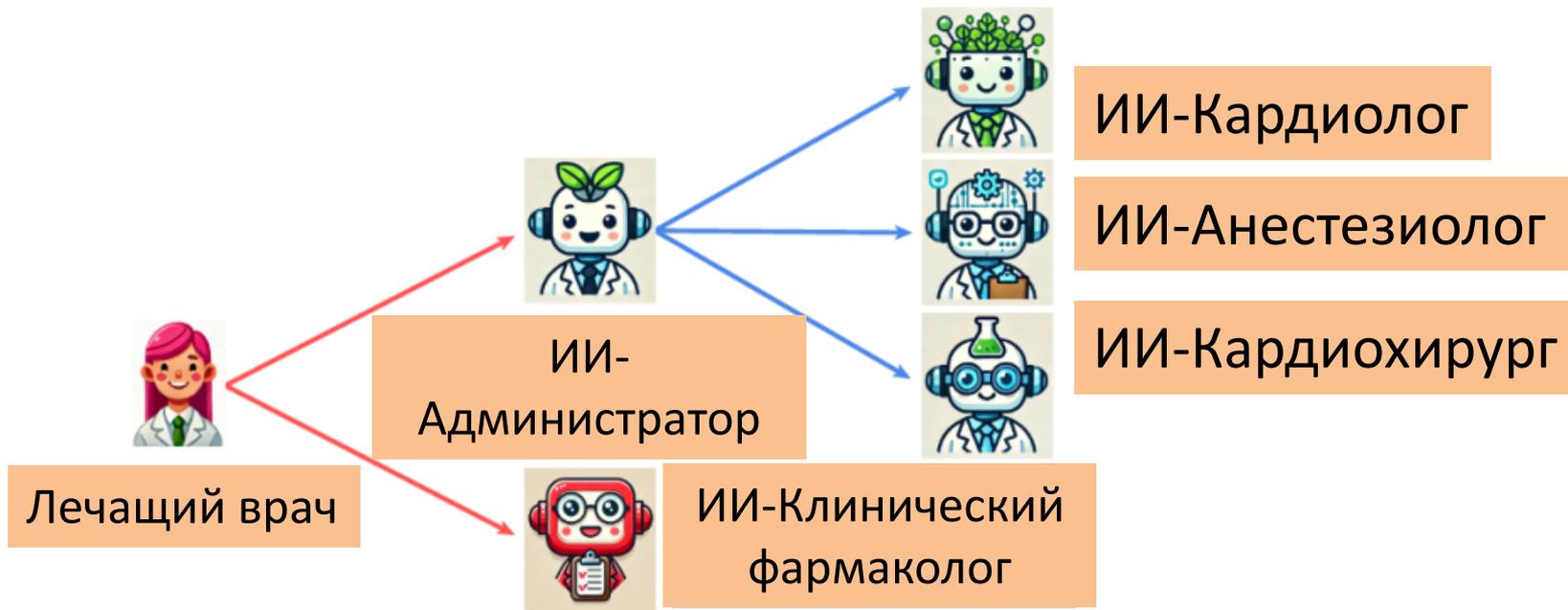
Процесс решения задачи



Обсуждение, критика, рецензия



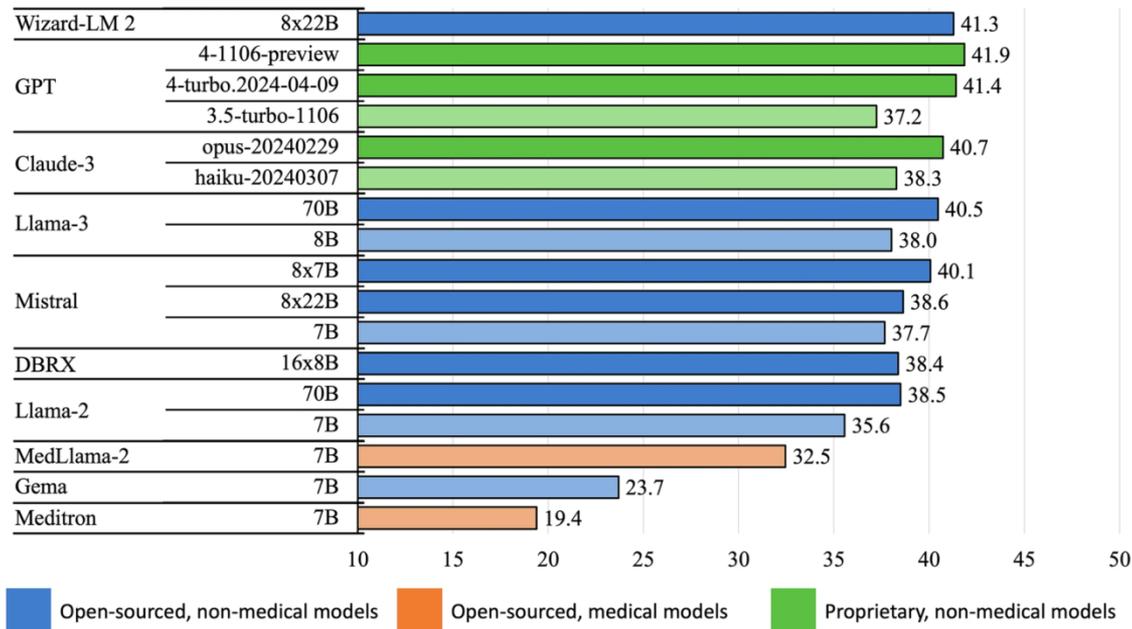
Кардиоконсилиум ИИ-агентов



Общие и специализированные большие языковые модели

| | Общие большие языковые модели | Специализированные большие языковые модели |
|---------------------|---|--|
| Преимущества | Обширные знания, гибкость, широкая доступность, глубокое общее понимание | Повышенная точность, меньшее количество искажений, лучшая релевантность результатов |
| Недостатки | Ограниченные знания в области медицины, повышенный риск неточных или предвзятых ответов | Дорогостоящая разработка, риск переобучения, необходимы большие объемы специализированных данных, ограниченная способность к обобщению, «катастрофическое» забывание |

Медицинские vs. немедицинские LLM



Autonomous medical evaluation for guideline adherence of large language models



Dennis Fast^{1,6}, Lisa C. Adams^{2,6}, Felix Busch², Conor Fallon¹, Marc Huppertz², Robert Siepmann¹, Philipp Prucker², Nadine Bayerl¹, Daniel Truhn³, Marcus Makowski², Alexander Löser^{1,7} & Keno K. Bressen^{2,7}

Автономная медицинская оценка соответствия рекомендациям (AMEGA) — это комплексный бенчмарк, предназначенный для оценки соответствия больших языковых моделей медицинским рекомендациям по 20 диагностическим сценариям, охватывающим 13 специальностей.

135 вопросов и 1337 взвешенных элементов оценки

Новый подход в поиске информации – чат-бот на основе LLM

Протестировать чат-бот



РОССИЙСКИЕ ИСТОЧНИКИ

Клинические
рекомендации Минздрава

Клинические рекомендации
русских профильных
организаций

РКО

Медицинские справочники

ГРЛС

МЕЖДУНАРОДНЫЕ
БАЗЫ ЗНАНИЙ

PubMed
ESC, АНА
UpToDate

КАК УСТРОЕН ДАТА-СЕТ?

>50Гб

(~ 10 млн страниц) текстовых
материалов

>3 000

новых статей, книг и рекомендаций

Каждый материал

из датасета рецензируется
экспертами Сеченовского ун-та

● Добавление
новых материалов

↓
● Тестирование
бота

↓
● Если качество ответа
не устраивает, формируем
эталонную версию

↓
● Повторное тестирование

С первой!!! попытки пройден аккредитационный экзамен по специальностям кардиология и онкология!

ВЕДОМОСТЬ РЕПЕТИЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА

| | |
|--------------------------------|---|
| Номер аудиторного тестирования | 23-008-436 |
| Образовательная организация | Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации |
| Специальность | Лечебное дело |
| Дата проведения | 05.02.2025 |
| Начало | 15:00 |
| Банк тестовых заданий | Лечебное дело 1 |

| № п/п | Обучающийся | Результат | Доля правильных ответов, % | Оценка |
|-------|----------------------|-----------|----------------------------|--------|
| 1 | ████████████████████ | 20/24 | 83 | Сдано |

ВЕДОМОСТЬ РЕПЕТИЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА

| | |
|--------------------------------|---|
| Номер аудиторного тестирования | 23-008-453 |
| Образовательная организация | Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации |
| Специальность | Онкология |
| Дата проведения | 05.02.2025 |
| Начало | 15:00 |
| Банк тестовых заданий | Онкология, 2024 |

| № п/п | Обучающийся | Результат | Доля правильных ответов, % | Оценка |
|-------|----------------------|-----------|----------------------------|--------|
| 1 | ████████████████████ | 19/24 | 79 | Сдано |

Апробация в практике кардиологов: пилотные проекты

ГКБ №1 им. Н. И. Пирогова совместно с
Агентством Инноваций Москвы



- **Цель пилота:** официальное подтверждение соответствия клиническим рекомендациям Минздрава РФ, оценка полноты и корректности информации, выявление характеристик, требующих доработки инновационного решения,
- **Методология:** ретроспективный анализ 100 медицинских заключений, извлечение анамнестических данных, обработка их ИИ-решением, экспертная оценка кардиологами, фиксация времени доступности системы.
- **Ожидаемый результат пилота:** определение целесообразности внедрения в ЛПУ на территории г. Москвы
- **Срок официальной публикации результатов пилота:** до 14 апреля 2025 года

ГУ РСНПМЦ Кардиологии Минздрава
Республики Узбекистан



- **Цель пилота:** Оценка точности работы, анализ его прикладной ценности для врачей первичного звена, определение требований к доработке перед масштабным внедрением в Республике Узбекистан
- **Методология:** ежедневное использование чат-бота кардиологами, оценка ответов по 5-балльной шкале, оценка времени поиска необходимой информации, экспертные комментарии, сбор предложений по доработке системы
- **Ожидаемый результат пилота:** внедрение чат-бота в кардиологические диспансеры и ЛПУ первичного звена здравоохранения Узбекистана
- **Срок официальной публикации результатов пилота:** май 2025

Апробация в Узбекистане

**SHHT MAMLAKATLARINING II XALQARO TIBBIYOT KONGRESSI
VA O'ZBEKISTON KARDIOLOGLARINING**

Программа искусственного интеллекта Neuromed.Ai успешно протестирована кардиологами

0 программе:

- Представляет собой чат-бот на базе нейросети LLM (языковая модель) обученных на 50 000 медицинских документов, в т.ч. рекомендаций УЗУ
- Адаптирована и работает на узбекском языке - принимает вопросы и выдает ответы, в т.ч. в виде документов
- успешно протестирована для применения в Республике Узбекистан

Возможности:

- Помощь в принятии врачебных решений - отвечает на любые медицинские вопросы
- Агрегация информации по работе с документацией - помогает составить выписку, прописать лечение, справку и др.
- Адаптация электронных медицинских карт на соответствующие стандарты

Следующие шаги:

- интеграция с ИИС Катедра для персонализированной помощи в Республиканском Кардиологическом центре
- локализация инфраструктуры Neuromed.Ai в Республике Узбекистан в соответствии с требованиями кибербезопасности
- принятие решения о масштабировании на всебюджетные учреждения Республики Узбекистан

на 94%
дан эквивалентно кардиологам Республики Узбекистан

более 90%
рекомендаций полностью соответствует ECG факторам (по результатам анализа 100 историй болезни)

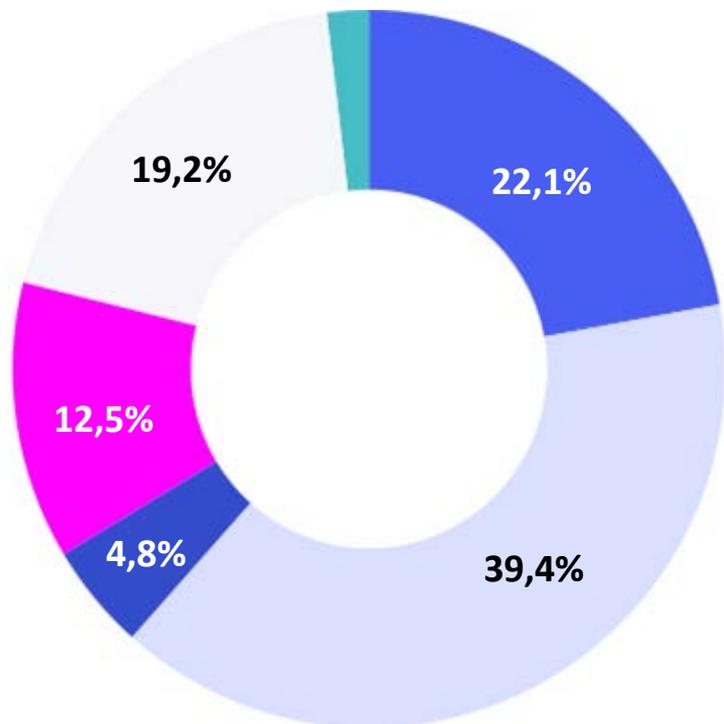
91%
врачей отметили сокращение времени на принятие решений и работу с документацией по итогам тестирования Neuromed.Ai в РОНЦ Кардиологии Минздрава Республики Узбекистан

**ФОЗИЛОВ ХУРШИД
ГАЙРАТОВИЧ
ТАШКЕНТ, УЗБЕКИСТАН**

BOSH HOMIYSI: KRKA

2-3 MA
SHHT MAM
II XALQARO T
VA O'ZBEKIST
ANANAVIY
"ZAMONAVIY KA
YUQORI"

Для чего врачи используют систему: анализ запросов



- О заболевании
- Схема лечения
- Побочные эффекты
- Клинические случаи
- Документы
- Расчеты

Примеры вопросов аудитории:

- О заболевании:** Группы риска кардиотоксичности по шкале риска HFA-ICOS и назначение соответствующей кардиопротекторной терапии
- Схема лечения:**
 - Тактика лечения кардиолога ЧАДЛВ
 - Если ферретин 10 у беременной но железо в крови норме какой препарат лучше ?
- Побочные эффекты:** Могут ли хондропротекторы вызывать артериальную гипотензию?
- Клинический случай:**
 - Беременная 28 недель - Ревматоидный фактор повышен в 4 раза , что делать?
 - У пациентки 45 лет с диагнозом ревматизм недостаточность МК 1-1,5 ст на ХМ ЭКГ периоды брадикардии (45) сменяются тахикардией (150) .Тактика
- Документы:** Напиши протокол операции:АКШ с использованием аутовенозного или аутартериального трансплантата.
- Расчеты:** Шкала оценки ШОКС

[О проекте](#)

[Датасеты](#)

[Биоресурсные коллекции](#)

[Решения ИИ](#)

Проекты на базе искусственного интеллекта и машинного обучения

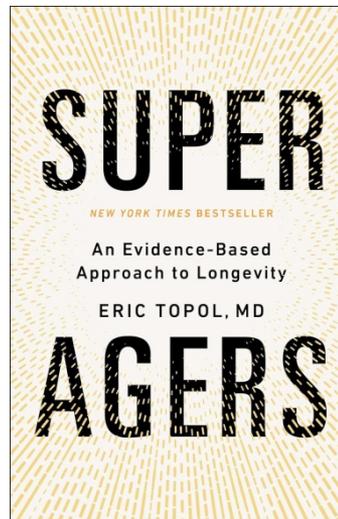
Более 50 перспективных проектов, которые позволят ускорить поиск решений от сложных заболеваний

[Узнать подробнее](#)

ИИ-мошенники



Известный британский семейный доктор Джемма Ньюман обнаружила себя на видео с технологией «deep fake», рекламирующей сомнительные БАДы...

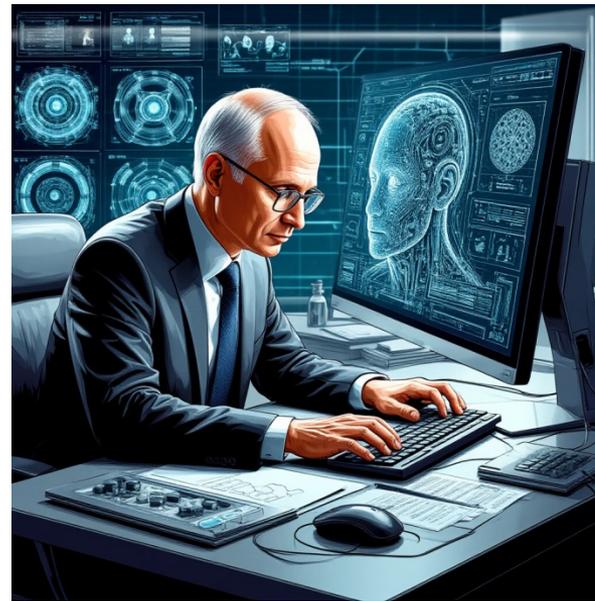


Эрику Тополу принесли его книгу, купленную в сети, которую полностью переписал ИИ...

Спасибо за внимание!



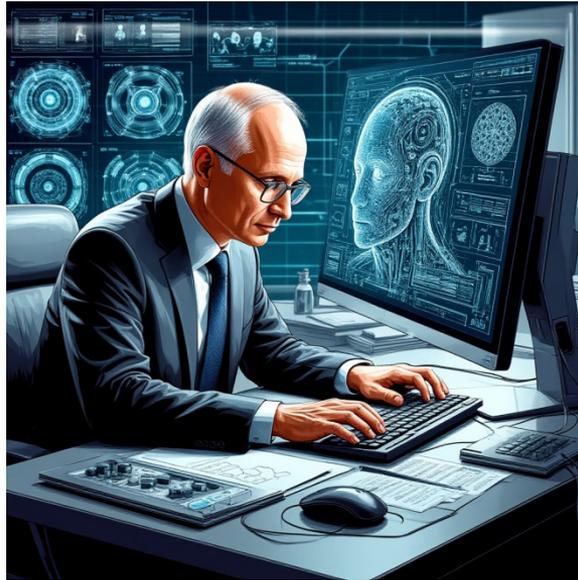
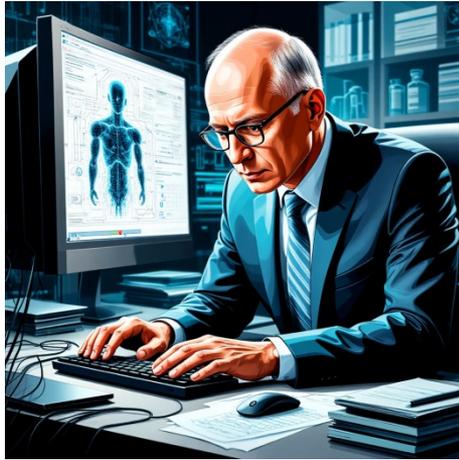
Попросил сделать
без очков!!!



Cardiologist Philipp Kopylov developing AI-algorithm

Created by Yandex GPT

Kopylov_f_yu@staff.sechenov.ru



Traditional Wearable

AI-Enhanced Wearable

Data Collection

Basic metric
(steps, heart rate)
and tracking



Contextual awareness,
adaptive to environment and
need

Functionality

Reactive (manually
track workout after
completion)



Predictive
(predicts heart rate variability
based on past metrics)

Applications

Activity tracking



Health prediction and
preventative health models

Пилотное применение в р. Татарстан

60 ФАП, срок НИР - один год, сетевая связанности и интеграция с больницами

ГКБ №7 Казань Высокогорская ЦРБ Зеленодольская ЦРБ Зеленодольская ЦРБ (П №1) Дрожжановская ЦРБ

**Обследовано 6551 человек с применением алгоритмов диагностики
миокардиальной дисфункции миокарда по 1-ЭКГ**

Средний возраст 55.2 ± 18.5 ; ГБ - 39.2%; ИБС - 21.5%; СД 12.5%.

В течение года выявлено и подтверждено:

ХСН с диастолической дисфункцией миокарда - 11.2% населения

ХСН с систолической дисфункцией миокарда - 2.9% населения

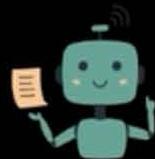
**Впервые начато многокомпонентное лечение ХСН у 72% из выявленных
пациентов**

- Foundation models bridging ECGs and electronic health records

What lies in the future? AI agents



AI models



AI agents

Requires human prompting

Autonomous

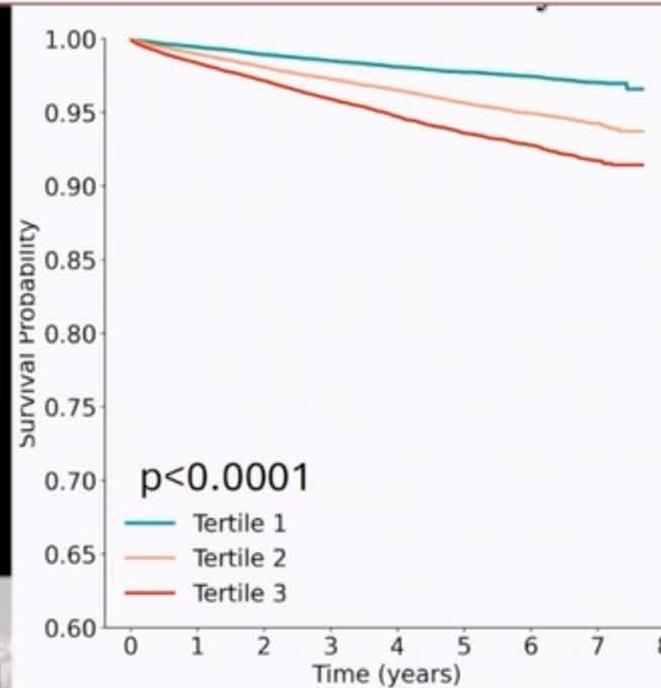
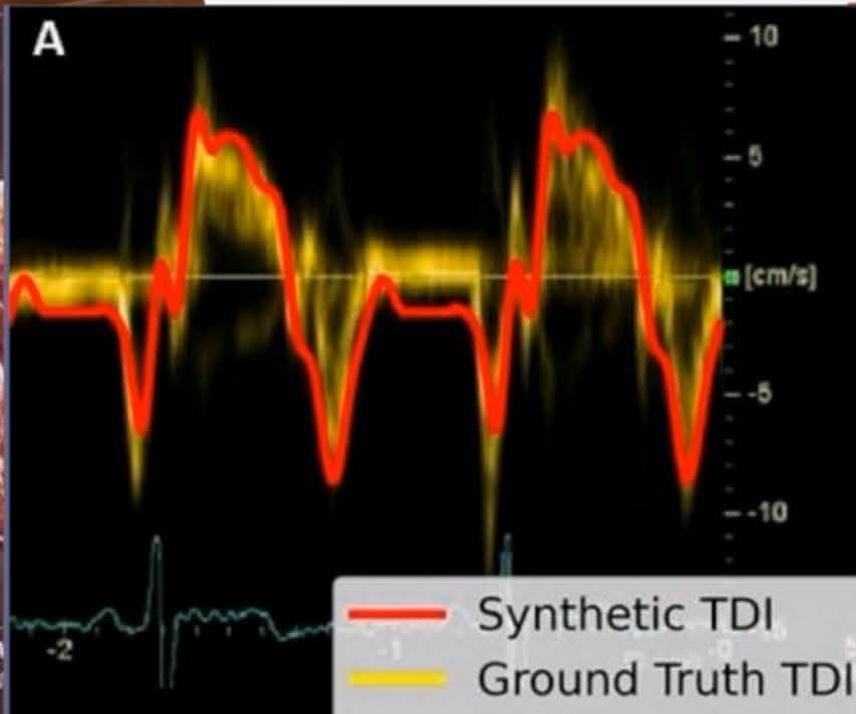
Provides predictions,
generates text etc.

Plans, stores outputs in
memory, and takes actions

Mostly linear processes

Can decide on next steps
and loop through reasoning

Synthetic Generation of Cardiac Tissue Motion from Surface ECG



Performance of Chat Generative Pre-trained Transformer-4o in the Adult Clinical Cardiology Self-Assessment Program

Abdulaziz Malik , Christopher Madias, and Benjamin S. Wessler

Cardiovascular Center, Tufts Medical Center, 800 Washington Street, Boston, MA 02111, USA

Received 11 June 2024; revised 9 August 2024; accepted 11 September 2024; online publication date 21 October 2024



ChatGPT-4o

Performance of ChatGPT-4o in the Adult Clinical Cardiology Self-Assessment Program Graphical Abstract

ChatGPT-4o correctly answered 69% (411/594) of all ACCSAP questions.

245 ECG only questions
(56.5%) correct

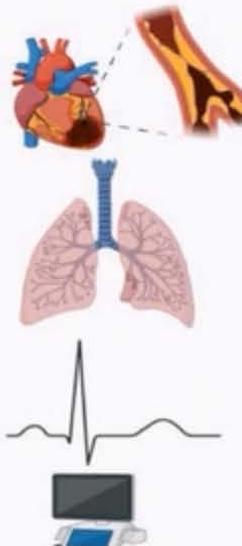
0 (0/3) echocardiography
images and 0 (0/2)
angiograms

75 questions (63.6%) correct in
Coronary Artery Disease

23 questions (82.1%) correct
in Pulmonary Circulatory
Disorders

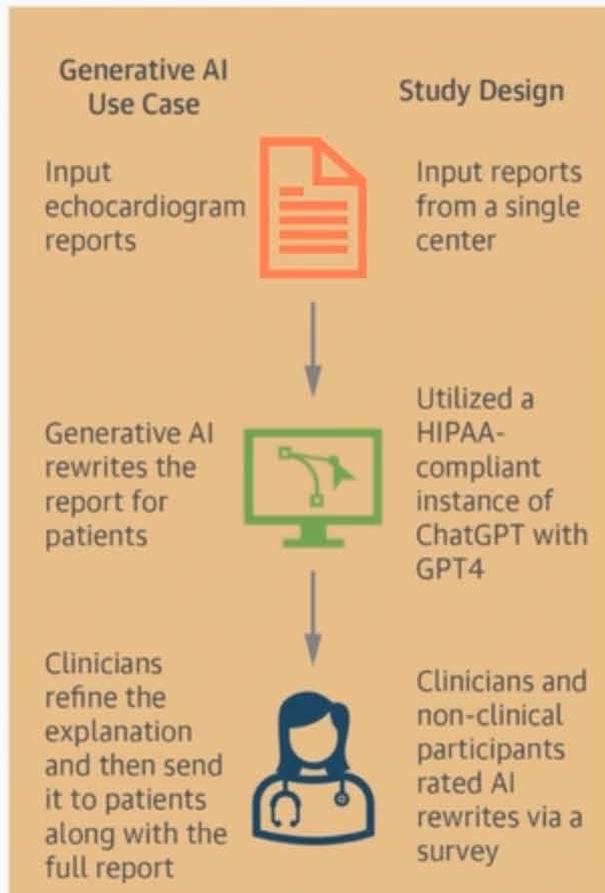
245 ECG only questions
(56.5%) correct

0 (0/3) echocardiography
images and 0 (0/2)



RESEARCH LETTER

Evaluating Patient-Oriented Echocardiogram Reports Augmented by Artificial Intelligence



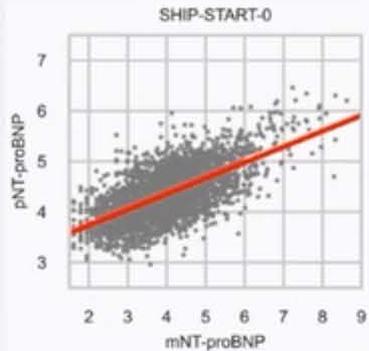
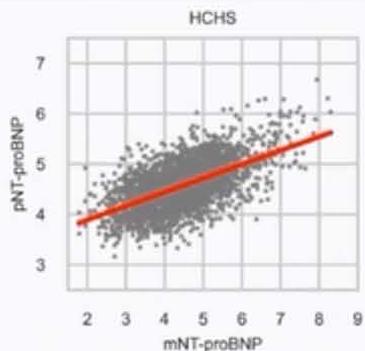
Findings Highlighting the Need for Clinician Oversight

% of Ratings:

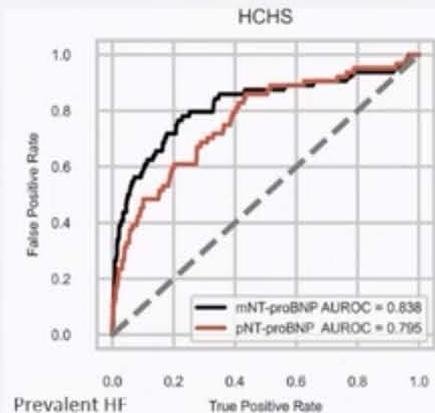
- X Incorrect statements rated "must be corrected but not dangerous" 8%
- X Missing information rated "must be corrected but not dangerous" 5%
- X Increased patient worry 35%

Predictive ability comparable for pNTproBNP and mNTproBNP

Correlation of pNT-proBNP and mNT-proBNP



Prediction of incident HF using pNT-proBNP



Simple non invasive screening for HF and AF based on fast, cheap and reliable ECS

Будущее за комплексным персонализированным подходом

