

Республиканская робототехническая олимпиада 2023

Республики Татарстан

MedboX

телемедицина в кармане

Творческая категория

средняя возрастная группа

Зайнеев Ильгиз Фаридович, 13 лет

МБОУ “Гимназия №90” г. Казани

Руководитель: Нуртдинова Лилиана Рамисовна

Содержание

Презентация команды.....	3
Краткая идея проекта.....	4
Этапы разработки проекта.....	6
Презентация роботизированного решения.....	8
Социальное взаимодействие и инновации.....	15

Презентация команды

Меня зовут Зайнеев Ильгиз. Я из города Казани. Учусь в 7 классе гимназии №90 Советского района г. Казани. Мой тренер руководитель кружка по робототехнике Нуртдинова Лилиана Рамисовна. Команда называется “MedboX”. Свой проект я реализовывал самостоятельно в течении трех лет, изучая существующие технологии и применяя их в своем проекте.

Краткая идея проекта

Основной из ценностей для человека является его здоровье. Все больше людей стараются следить за своим здоровьем, но есть большая категория людей, которая не хочет или не в состоянии делать это самостоятельно.

К сожалению, несколько лет назад мой отец во время купания в реке сломал позвоночник, после чего парализовало руки и ноги.

В связи с тем, что отец основное время находится дома и не может посещать больницы и поликлиники, возникла необходимость в дистанционном мониторинге состояния здоровья. Также это актуально для людей находящихся вдали от медицинских учреждений, при полете в космос и в дальних морских плаваниях.

Одна из основных причин смертей во всем мире являются заболевания сердечно-сосудистой системы. Ежегодно от этих болезней во всем мире умирает более 17 млн. человек, из них 1 млн. в России. Это почти половина смертей в Российской Федерации.

Наша цель: создать компактное бытовое устройство диагностики работы сердца, которое возможно будет использовано в домашних условиях без потребности в специализированном обучении, моментального получения результата обследования и систематизированного контроля за состоянием здоровья с возможностью удаленного мониторинга лечащим врачом.

В рамках реализации данного проекта мною был создан прототип устройства для снятия электрокардиограммы дома или на рабочем месте любым человеком.

Основные этапы работы устройства:

1. Включение
2. Подключение к Wi-Fi
3. Получение данных о местоположении и погоде, так как температура и атмосферное давление влияют на состояние человека

4. Выбор привязанного к устройству пользователя
5. Снятие показания ЭКГ
6. Передача данных в систему мониторинга
7. Анализ ЭКГ, составление ритмограммы и графика Пуанкаре
8. Получение результатов в телеграмм бот

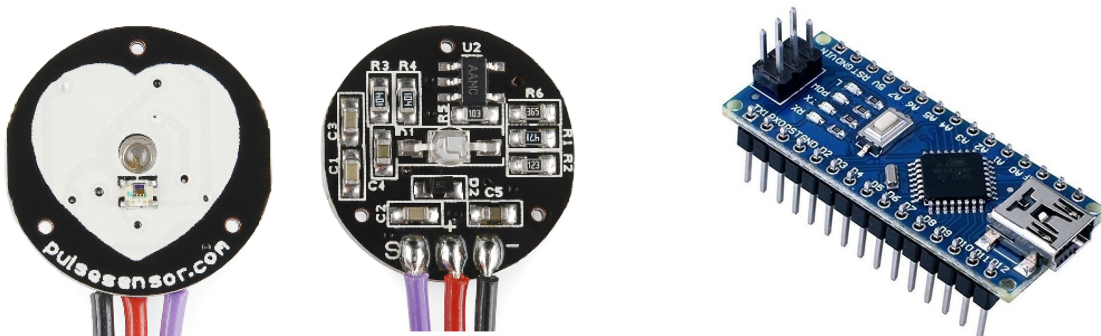
Для осуществления взаимодействия системы с пользователем разработан специальный Telegram Bot - @med_box_bot. С помощью данного бота пользователь регистрируется в системе, осуществляет привязку учетной записи к устройству и получает результаты обследования.

Данное решение позволит начать внедрение данных устройств в обиход и совместно с медицинским сообществом обратить внимание крупных производителей профессионального медицинского оборудования, наладить производство аналогичных устройств для увеличения количества людей охваченных дистанционным медицинским мониторингом здоровья. Это поможет выявлять заболевания на более ранней стадии и сократить смертность от заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Этапы разработки проекта

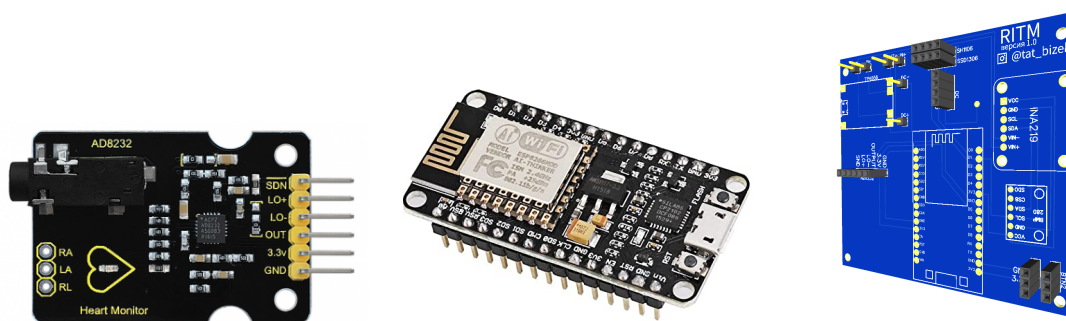
Работа над данным проектом ведется более трех лет.

Первоначально в **2020** году мониторинг работы сердца строился на оптическом датчике пульса (Pulse Sensor) и микропроцессоре на базе Arduino.

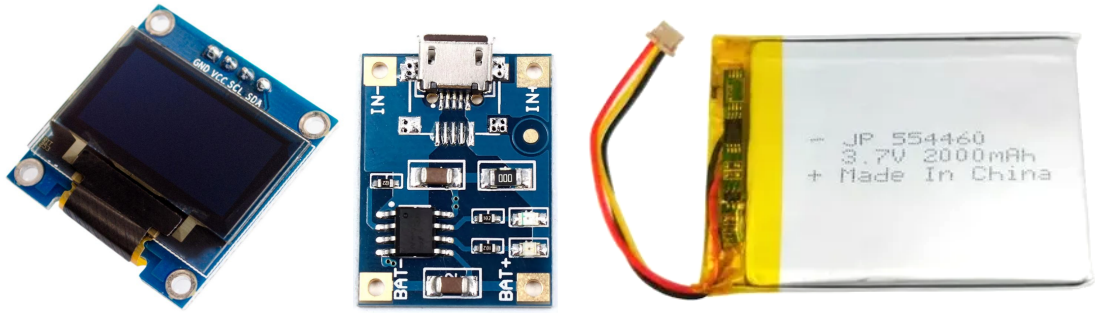


Однако в ходе работы над проектом и рекомендацией научного консультанта пришлось отказаться от данного решения, так как выявить проблемы со здоровьем сердечно-сосудистой системы позволяет только полноценная электрокардиограмма.

В **2021** году в качестве платы приемы данных ЭКГ было решено использовать датчик сердечного ритма Heart Monitor Sensor AD8232 и микропроцессор на базе NodeMCU ESP8266. Дополнительно для компоновки элементов и подготовки к мелкосерийному производству была спроектирована и изготовлена печатная плата.



В **2022** году основная работа велась в области разработки прошивки и внешнего графического интерфейса на базе дисплея OLED SH1106 и обеспечения автономной работы устройства.



В 2023 году было разработано API для взаимодействия устройства с сервером и Telegram Bot для взаимодействия сервера с пользователем.

Презентация роботизированного решения

Основной из ценностей для человека является его здоровье. Все больше людей стараются следить за своим здоровьем, но есть большая категория людей, которая не хочет или не в состоянии делать это самостоятельно.

К сожалению, несколько лет назад мой отец во время купания в реке сломал позвоночник, после чего парализовало руки и ноги. В связи с тем, что отец основное время находится дома и не может посещать больницы и поликлиники, возникла необходимость в дистанционном мониторинге состояния здоровья. Также это актуально для людей находящихся вдали от медицинских учреждений, при полете в космос и в дальних морских плаваниях.

Одна из основных причин смертей во всем мире являются заболевания сердечно-сосудистой системы. Ежегодно от этих болезней во всем мире умирает более 17 млн. человек, из них 1 млн. в России. Это почти половина смертей в Российской Федерации.

В состав сердечно-сосудистых заболеваний входят несколько болезней:

- ишемическая болезнь сердца
- болезнь сосудов головного мозга
- болезнь периферических артерий
- ревмокардит
- врожденный порок сердца
- тромбоз глубоких вен и эмболия легких
- инфаркт
- инсульт

В целях профилактики данных заболеваний необходимо регулярное обследование, особенно лицам находящимся в группе риска:

- лица старше 50 лет
- лежачие больные
- избыточный вес

- сахарный диабет
- высокое артериальное давление
- заболевания эндокринной и нервной систем
- вредные привычки (употребление спиртных и энергетических напитков, курение)

- люди с профессиональными рисками, для оценки профпригодности (пилоты, моряки, спортсмены, водители и т.д)

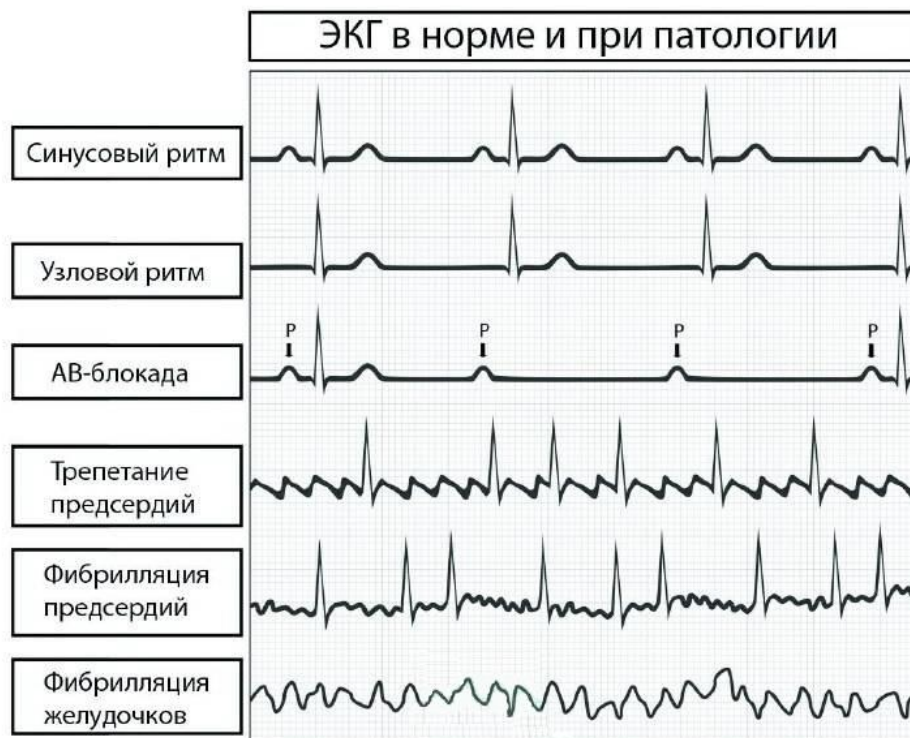
К сожалению, врачи также отмечают увеличение количества сердечно-сосудистых заболеваний у лиц молодого возраста, что в свою очередь требует уделять внимание своему здоровью с юных лет.

Обследование организма в целях выявления данного заболевания как правило проводится в медицинских учреждениях. Во время обследования производится диагностика сердца путем снятия электрокардиограммы.

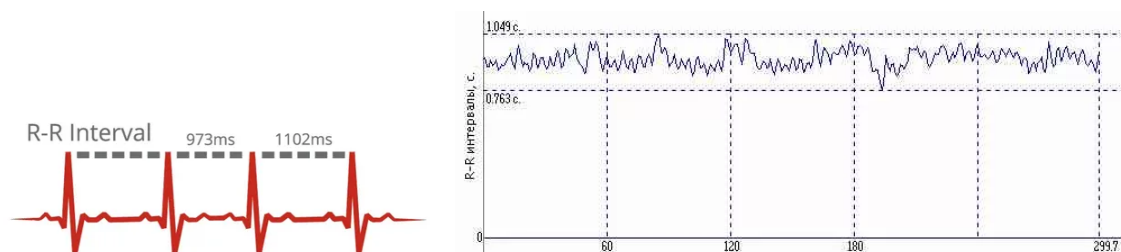
Электрокардиограмма - это периодически повторяющаяся кривая биопотенциалов сердца, отражающая протекание процесса возбуждения сердца во времени.

Устройство для снятия кардиограммы (электрокардиограф) - является сложным электротехническим медицинским изделием, предназначенное для работы в медицинском учреждении и требует высококвалифицированный обученный работе с устройством медицинский персонал.

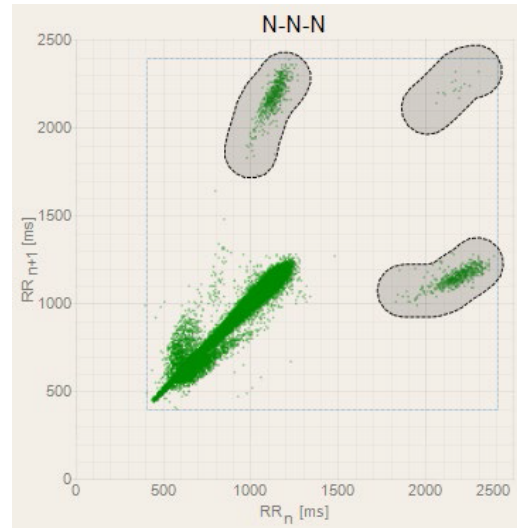
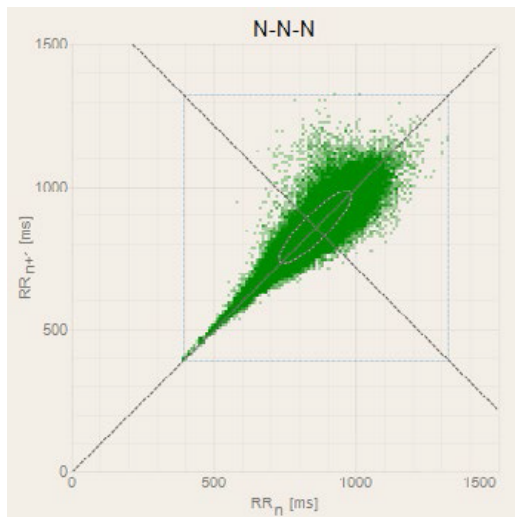
График электрокардиограммы позволяет выявить нарушения в работе сердца. Ниже примеры графиков ЭКГ в норме и при различных отклонениях.



На основе данных ЭКГ строится график ритмограммы. Значениями графика ритмограммы являются временные промежутки между ударами сердцебиения.



Дополнительно для графического анализа полученной электрокардиограммы строится график Пуанкаре, который позволяет одним взглядом выявить систематические нарушения ритма. На рисунке изображены графики Пуанкаре в норме и с очагами отклонений при аритмии.

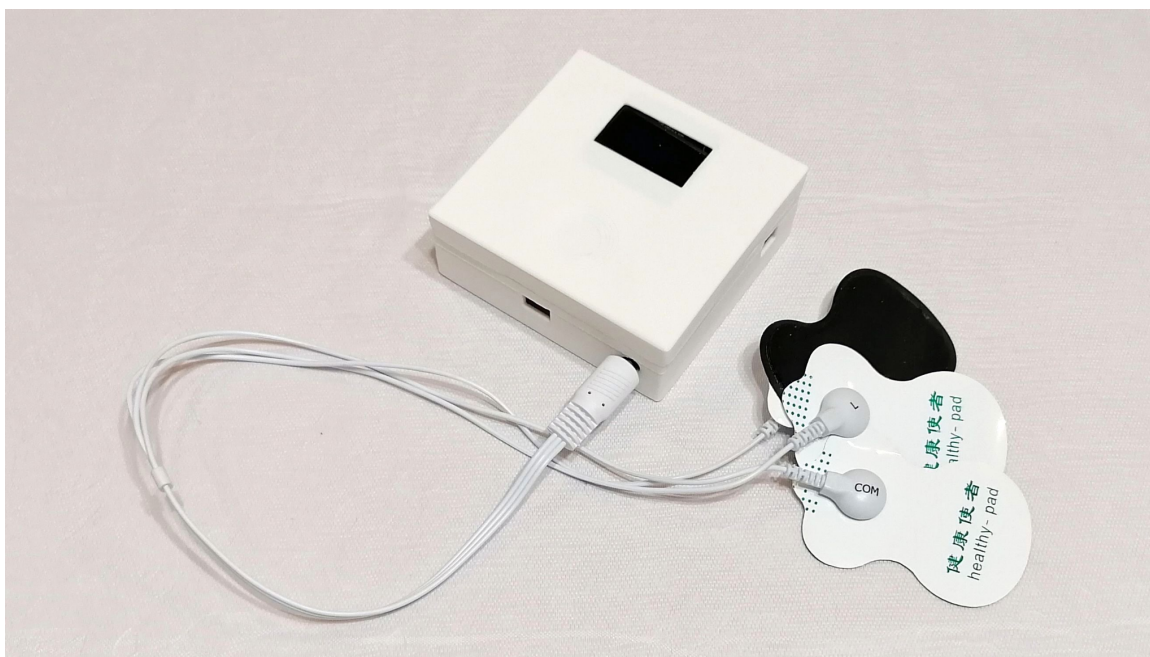


Наша цель: создать компактное бытовое устройство диагностики работы сердца, которое возможно будет использовано в домашних условиях без потребности в специализированном обучении, моментального получения результата обследования и систематизированного контроля за состоянием здоровья с возможностью удаленного мониторинга лечащим врачом.

В рамках реализации данного проекта мною были **решены следующие задачи:**

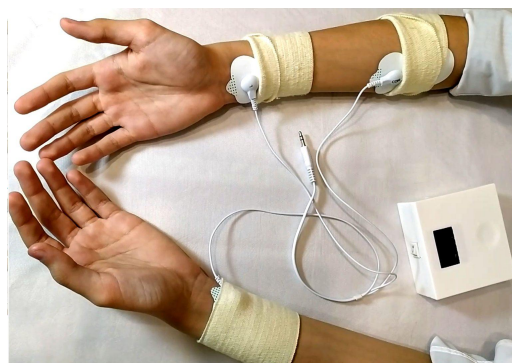
- изучение алгоритмов и методов диагностики работы сердца
- проектирование автономного устройства для считывания электрокардиограммы
- изготовление печатной платы для компактной расстановки элементов устройства и возможности мелкосерийного производства
- сборка устройства и апробация.

Одним из основных требований при разработке устройства являлось наличие возможности моментального получения результата обследования и передачи данных в дистанционную систему мониторинга за состоянием здоровья. В связи с этим в качестве микроконтроллера была выбрана плата ESP8266 со встроенным WiFi модулем.

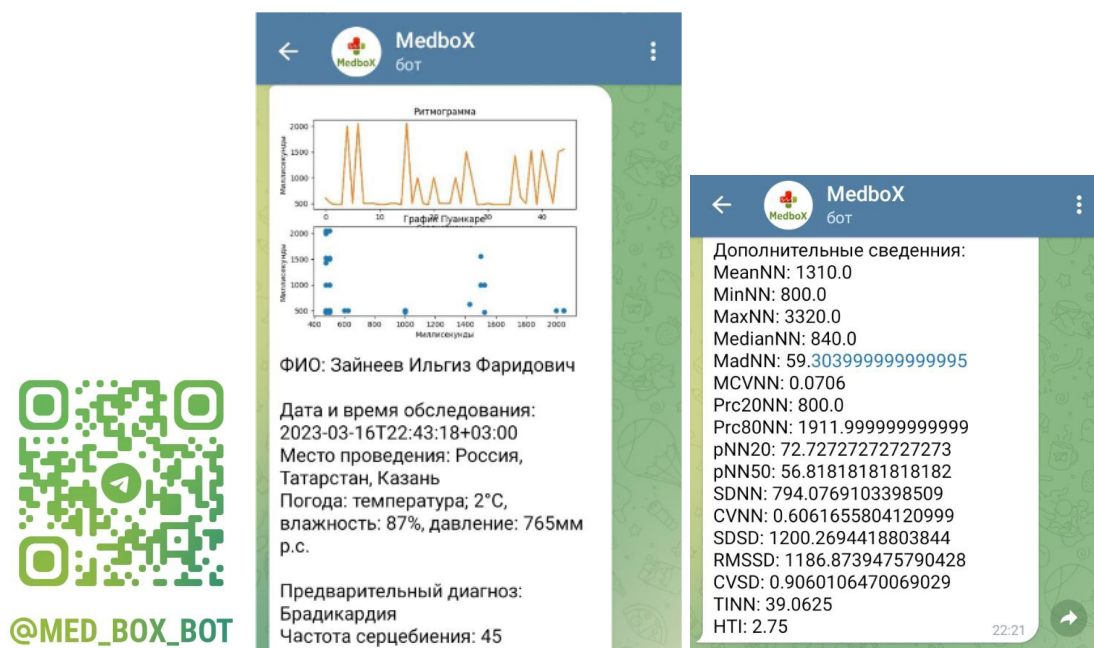


Основные этапы работы устройства:

1. Включение
2. Подключение к Wi-Fi
3. Получение данных о местоположении и погоде, так как температура и атмосферное давление влияют на состояние человека
4. Выбор привязанного к устройству пользователя
5. Снятие показания ЭКГ
6. Передача данных в систему мониторинга
7. Анализ ЭКГ, составление ритмограммы и графика Пуанкаре
8. Получение результатов в Telegram Bot



Для осуществления взаимодействия системы с устройством разработан специальный API написанный на языке Python. Для взаимодействия системы с пользователем разработан специальный Telegram Bot - @med_box_bot. С помощью данного бота пользователь регистрируется в системе, осуществляет привязку учетной записи к устройству и получает результаты обследования.



В качестве результатов обследования, после получения и анализа ЭКГ, подготавливаются и направляются следующие данные:

- ФИО пациента
- Дата и время обследования
- Место проведения обследования (населенный пункт)
- Текущая погода (температура, влажность, давление)
- Частота сердечных сокращений
- Предварительный диагноз
- Ритмограмма
- График Пуанкаре
- Дополнительные сведения:
 - MeanNN - среднее значение интервалов R-R между комплексами QRS;

- MinNN - минимальное значение интервалов R-R между комплексами QRS;
- MaxNN - максимальное значение интервалов R-R между комплексами QRS;
- MedianNN - медианное значение интервалов R-R между комплексами QRS;
- MadNN - медианное отклонение значений интервалов R-R между комплексами QRS;
- MCVNN - коэффициент вариации, основанный на медиане;
- pNN20 - доля последовательных пар R-R различие между которыми превышает 20мс.;
- pNN50 - доля последовательных пар R-R различие между которыми превышает 50мс.;
- SDNN - стандартное отклонение значений интервалов R-R между комплексами QRS;
- CVNN - коэффициент вариации;
- RMSSD - квадратный корень из среднего квадратов разности последовательных пар R-R;
- CVSD - коэффициент вариации последовательных разностей.

При работе над проектом мною были также рассмотрены аналогичные устройства, но они имеют те или иные недостатки:

- AliveCor - не способны обнаружить аритмию
- Фитнес-браслет - отсутствие возможности снятия ЭКГ
- Монитор Холтера - не способен моментально передавать данные и получать результат обследования
- Поли-Спектр-8G - высокая стоимость, наличие предварительно обученного сотрудника, расшифровка данных на специальном программном обеспечении, не является бытовым устройством.

Социальное взаимодействие и инновации

В России от сердечнососудистых заболеваний ежегодно умирают более 1 млн. человек. Показатели смертности от сердечнососудистых заболеваний в России в 2-4 раза выше, чем в западноевропейских странах. Статистические данные свидетельствуют о том, что в 90% случаев заболевание артериальной гипертензии развивается в результате ведения нездорового образа жизни, и лишь в 10 % - по другим причинам. Доля населения в возрасте старше 65 лет, страдающего артериальной гипертензией, составляет более 50% от общего населения данной возрастной категории. В таблице приведены распространенность заболевания артериальной гипертензией в зависимости от возраста населения.

Возрастные группы, лет	Процент заболеваемости
20-29	7,1%
30-39	16,3%
40-49	26,9%
50-59	34,4%

Как было упомянуто, только в России ежегодно умирает около 1 млн. человек. А ведь по словам медиков 80% данных смертей можно было бы предотвратить. И это не считая многомиллионных количества людей оставшихся инвалидами после перенесенных обострений заболеваний.

Предлагаемый проект совместно с врачебным сообществом способен увеличить профилактическую деятельность в области сердечнососудистых заболеваний и **сохранить жизнь и уберечь от инвалидности около 1 млн. человек в год** только в России.

В первую очередь в предлагаемом решении нуждаются:

- люди, живущие на большом расстоянии от медицинских учреждений (жители Тайги и крайнего севера)
- сотрудники нефте/газодобывающих компаний
- моряки танкеров и сухогрузов
- лица старше 50 лет
- лежачие больные
- спортсмены и др.