

**Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса России на 2014 –
2020 годы»**

**Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного
контракта:** 14.576.21.0083

Название проекта: Разработка мобильной медицинской системы для индивидуальной электрофизиологической диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, основанной на использовании современных алгоритмов цифровой обработки сигналов и распознавания образов.

Основное приоритетное направление: Информационно-телекоммуникационные системы

Исполнитель: Общество с ограниченной ответственностью «Нордавинд-Дубна»

Руководитель проекта: Свиринов Илья Сергеевич

Должность: Директор по науке

E-mail: head@nordavind.ru

Ключевые слова: холтер, аппаратно-программный комплекс диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, беспроводные технологии, автоматический анализ электрокардиограммы, выявление нарушений ритма, диагностирование патологий, алгоритмы распознавания образов для анализа электрокардиограммы, цифровая фильтрация, переменность сердечного ритма, снижение уровня смертности от сердечно-сосудистых заболеваний.

Цель проекта

Цель проекта в целом: Создание недорогого мобильного устройства для индивидуальной оценки состояния сердечно-сосудистой системы и диагностики заболеваний на ранней стадии в домашних условиях. Научная цель проекта состоит в разработке, исследовании и программной реализации алгоритмов выявления патологий сердечно-сосудистой системы, связанных с различными нарушениями сердечного ритма, основанных на использовании современных алгоритмов цифровой обработки сигналов и распознавания образов. Отдельную область исследований представляет собой изучение переменности

сердечного ритма, разработка ее математической модели с целью прогнозирования появления и развития патологий.

Технологическая цель проекта состоит в обеспечении максимального использования существующих и доступных массовому потребителю технологий, в т. ч. технологий мобильных вычислений и беспроводных технологий передачи данных.

Социальная цель проекта заключается в повышении эффективности лечения и снижения уровня смертности от сердечно-сосудистых заболеваний за счет обеспечения доврачебной индивидуальной диагностики заболеваний на ранней стадии, в т. ч. среди людей со средним и низким достатком.

Основные планируемые результаты проекта

В результате выполнения ПНИ будет разработан экспериментальный образец мобильного программного обеспечения для беспроводного аппаратно-программного комплекса для индивидуальной электрофизиологической инструментальной диагностики ССЗ, который на основе анализа ЭКГ будет

давать оценку состояния сердечно-сосудистой системы, выявлять отклонения от нормы, формировать заключение о степени критичности состояния сердечно-сосудистой системы и рекомендации о необходимости посетить врача. Практически все существующее программное обеспечение мобильных устройства для измерения ЭКГ осуществляет только функцию снятия и отправки результатов измерения врачу (AfibAlert, AliveCor, Dimetek Micro, Ecgcheck, HeartCheck Pen), не анализируя измерения, это связано с низкой точностью современных методов автоматической интерпретации. Решаемые в ходе ПНИ задачи направлены на разработку новых методов автоматической интерпретации результатов ЭКГ, основанных на распознавании образов. Это позволит повысить достоверности программного обеспечения автоматического анализа ЭКГ и откроет новые перспективные пути для развития дистанционного медицинского обслуживания в России в области кардиологии.

В ходе выполнения проекта предполагается получить следующие научно-технические результаты:

- математическую модель, описывающую пространство электрокардиографических сигналов, отражающую общеизвестные патологии сердечно-сосудистой системы и нарушения сердечного ритма, такие как различные виды аритмий, экстрасистолий, блокад и др. Реализация математической модели будет осуществляться на языке Matlab, а также в виде программного обеспечения для мобильных платформ Android, iOS и персонального компьютера;
- экспериментальный образец мобильной медицинской системы для индивидуальной электрофизиологической диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, основанной на использовании современных алгоритмов цифровой обработки сигналов и распознавания образов.
- программная документация на программный продукт
- патенты и свидетельства РФ, полученные по результатам исследований и разработок;
- свидетельства о регистрации программ для ЭВМ;
- проект технического задания на проведение опытно-конструкторской работы по созданию устройств для индивидуальной электрофизиологической инструментальной диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, основанной на использовании современных алгоритмов цифровой обработки сигналов и распознавания образов, а именно:
 - мобильного устройства медицинской техники для оперативной диагностики состояния сердечно-сосудистой системы пациентов скорой помощи с симптомами кардиологических заболеваний;
 - системы беспроводного мониторинга состояния пациентов кардиологических больниц и санаториев с выводом информации на центральный пульт дежурного врача;
 - автономного устройства мониторинга состояния и прогнозирования его развития для людей критически важных профессий (операторов атомных

электростанций, летчиков, машинистов электропоездов и др.);
– устройства расчета курса приема лекарств кардиологическими больными в зависимости от текущего состояния сердечно-сосудистой системы;
– мобильного устройства мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов с автоматическим расчетом режима нагрузки.
Инновационная составляющая заключается в нестандартном использовании алгоритмов распознавания образов, заимствованных из области компьютерного зрения, применительно к решению задачи автоматического анализа сигналов электрокардиограмм

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

ЭО ПО должно функционировать на персональном компьютере под управлением ОС Linux (CentOS 6.3 и выше) и Windows 7/8, а также мобильных платформ iOS 8.1 (и выше) и Android 4.4 (и выше).

ЭО ПО должно состоять из следующих программных модулей:

- 1) Программный модуль получения измерительных данных ЭКГ из последовательного порта;
- 2) Программный модуль хранения полученных измерительных данных ЭКГ;
- 3) Программный модуль автоматического анализа ЭКГ;
- 4) Программный модуль 2D-визуализации измерительных данных ЭКГ.

ЭО ПО должно обеспечивать получение измерительных данных ЭКГ, представляющих собой последовательность 16-битных отсчетов, оцифрованных с частотой не менее 500Гц, через последовательный порт, предоставляемый используемой операционной системой, или из встроенной памяти, визуализацию, а также реализацию обработки разработанными алгоритмами.

Математическая модель патологий сердечно-сосудистой системы и нарушений сердечного ритма должны описывать: гипертрофию миокарда; нарушения ритма.

Алгоритм автоматического анализа ЭКГ, основанный на математическом аппарате распознавания образов, должен обеспечивать:

- детектирование зубцов P, Q, R, S, T, U на ЭКГ;
- детектирование интервалов на ЭКГ;
- анализ сегмента S – T;
- анализ комплекса QRS;
- оценку регулярности сердечного ритма;
- расчет частоты сердечного сокращения (ЧСС);
- выявление патологий сердечно-сосудистой системы и нарушений сердечного ритма на основе разработанной математической модели.

ЭО ПО должно реализовывать разработанный алгоритм автоматического анализа ЭКГ.

Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта

Ожидаемые результаты ПНИ планируется использовать для создания программного обеспечения систем персонального мониторинга, а именно: мобильного устройства медицинской техники для оперативной диагностики состояния сердечно-сосудистой системы пациентов скорой помощи с симптомами кардиологических заболеваний;

системы беспроводного мониторинга состояния пациентов кардиологических больниц и санаториев с выводом информации на центральный пульт дежурного врача;

автономного устройства мониторинга состояния и прогнозирования его развития для людей критически важных профессий (операторов атомных электростанций, летчиков, машинистов электропоездов и др.);

устройства расчета курса приема лекарств кардиологическими больными в зависимости от текущего состояния сердечно-сосудистой системы;

мобильного устройства мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов с автоматическим расчетом режима нагрузки.

Использование результатов ПНИ в производстве позволит выпускать продукцию, которая будет обладать следующими конкурентными преимуществами:

1. Автономностью анализа. Результаты ПНИ будут направлены на создание системы, которая сможет проводить автономный анализ, т. е. сразу после измерений данные будут передаваться на смартфон или сервер и обрабатываться системой в режиме реального времени, с выдачей информации о состоянии пациента.
2. Доступностью. В качестве вычислительного ядра систем персонального мониторинга будет использоваться смартфон, что позволит снизить стоимость комплекса в целом.

Группы потребителей систем персонального мониторинга:

Пользователи – пациенты, следящие за состоянием своего здоровья. В группу также входят амбулаторные пациенты, спортсмены, одинокие люди, а также родственники пациентов, находящихся на стационарном лечении.

Врачи – с целью повышения эффективности и качества лечебного процесса.

За счет оптимального взаимодействия с пациентом система информационного обеспечения персонального мониторинга здоровья позволит врачу получить более объективную и всеобъемлющую картину состояния сердечно-сосудистой системы, а также назначать курс лечения (приема препаратов и их дозировку) в зависимости от фактического состояния здоровья пациента. Для обеспечения социально-экономического эффекта от использования продукции, созданной на основе результатов ПНИ, необходима организация производства устройств для дистанционной беспроводной диагностики. Для изготовления таких объемов продукции будут задействованы несколько компаний, специализирующихся на производстве электронного оборудования, а именно для производства

плат, монтажа компонентов. Итоговую сборку и тестирование планируется осуществлять на территории особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Дубна».

Текущие результаты проекта

Разработаны новые методы автоматического анализа ЭКГ, основанные на методах и подходах распознавания образов в системах компьютерного зрения.

Разработана математическая модель патологий сердечно-сосудистой системы и нарушений сердечного ритма.

Разработан алгоритм автоматического анализа измерительных сигналов ЭКГ на предмет выявления патологий сердечно-сосудистой системы и нарушений сердечного ритма с использованием математического аппарата распознавания образов.

Разработана программная документация, реализующей технические решения в ЭО ПО.

Разработан ЭО ПО.

Разработана электрическая принципиальная схема экспериментального стенда

Разработано программное обеспечение эмулятора экспериментального стенда

Разработано программное обеспечение прошивки для экспериментального стенда

Подготовлена заявка в ФИПС на программу ЭВМ «Модуль автоматического анализа измерительных сигналов ЭКГ»