

**Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича**

**Дипломная работа на тему :
«Модели и методы сбора, обработки и
прогнозирования данных от носимой электроники
для медицинских приложений»**

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

**д.т.н., доцент,
Киричек Р.В.**

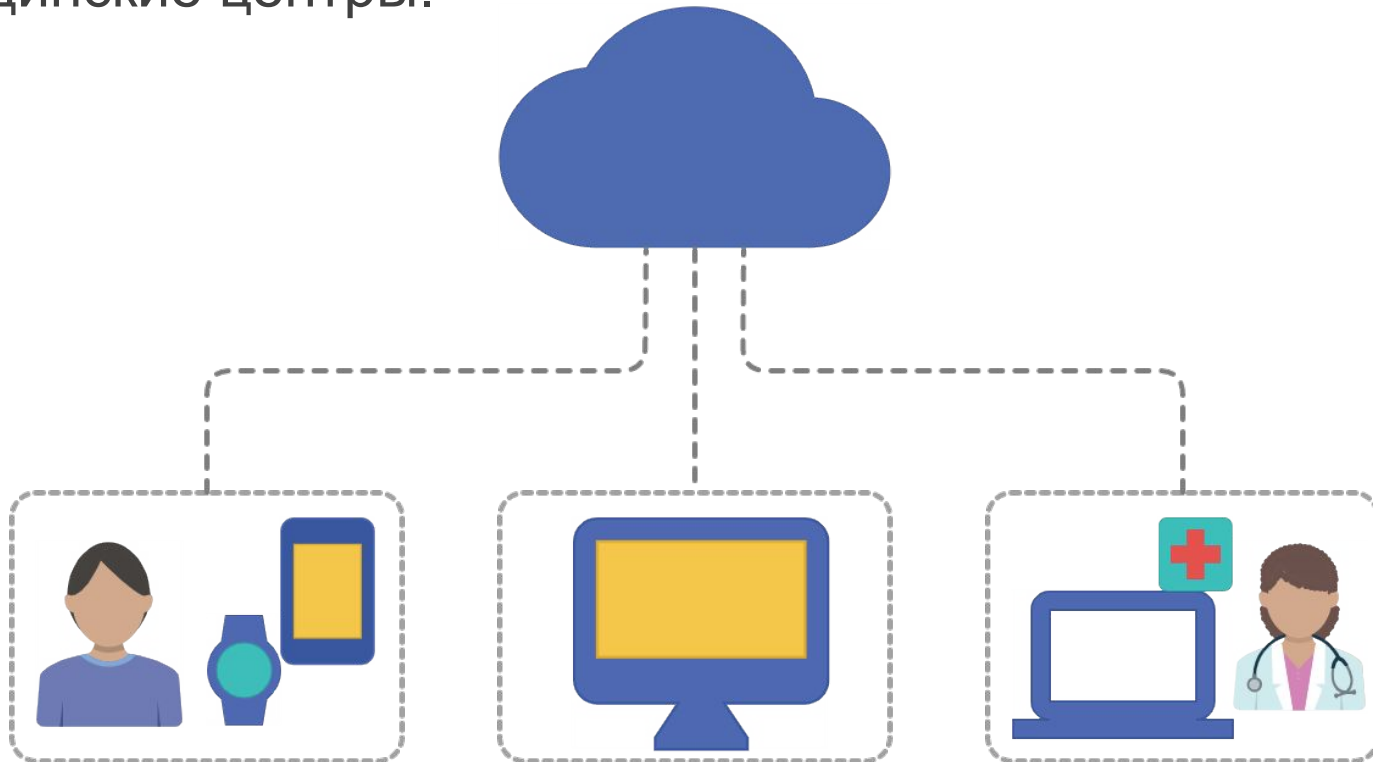
ВЫПОЛНИЛА:

**Студентка группы ИКТИ-95М
ПАРФЕНОВА АННА**

СПб ГУТ)))

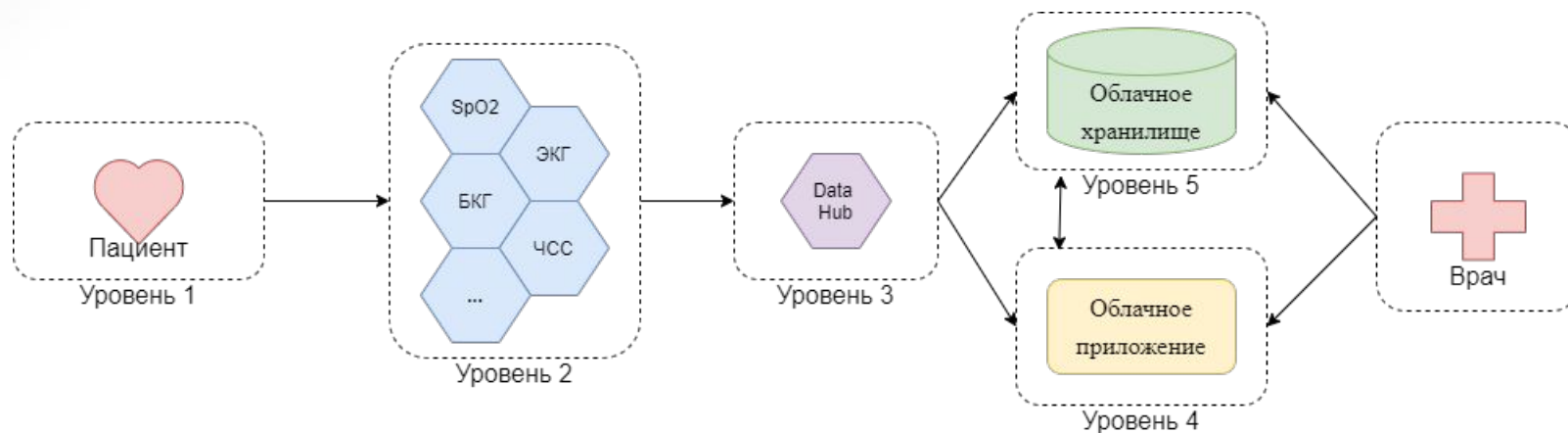
Актуальность

Новые технологии открывают новую эру в здравоохранении. Использование датчиков и сенсоров позволяет считывать и обрабатывать различные параметры, передавать их в медицинские центры.



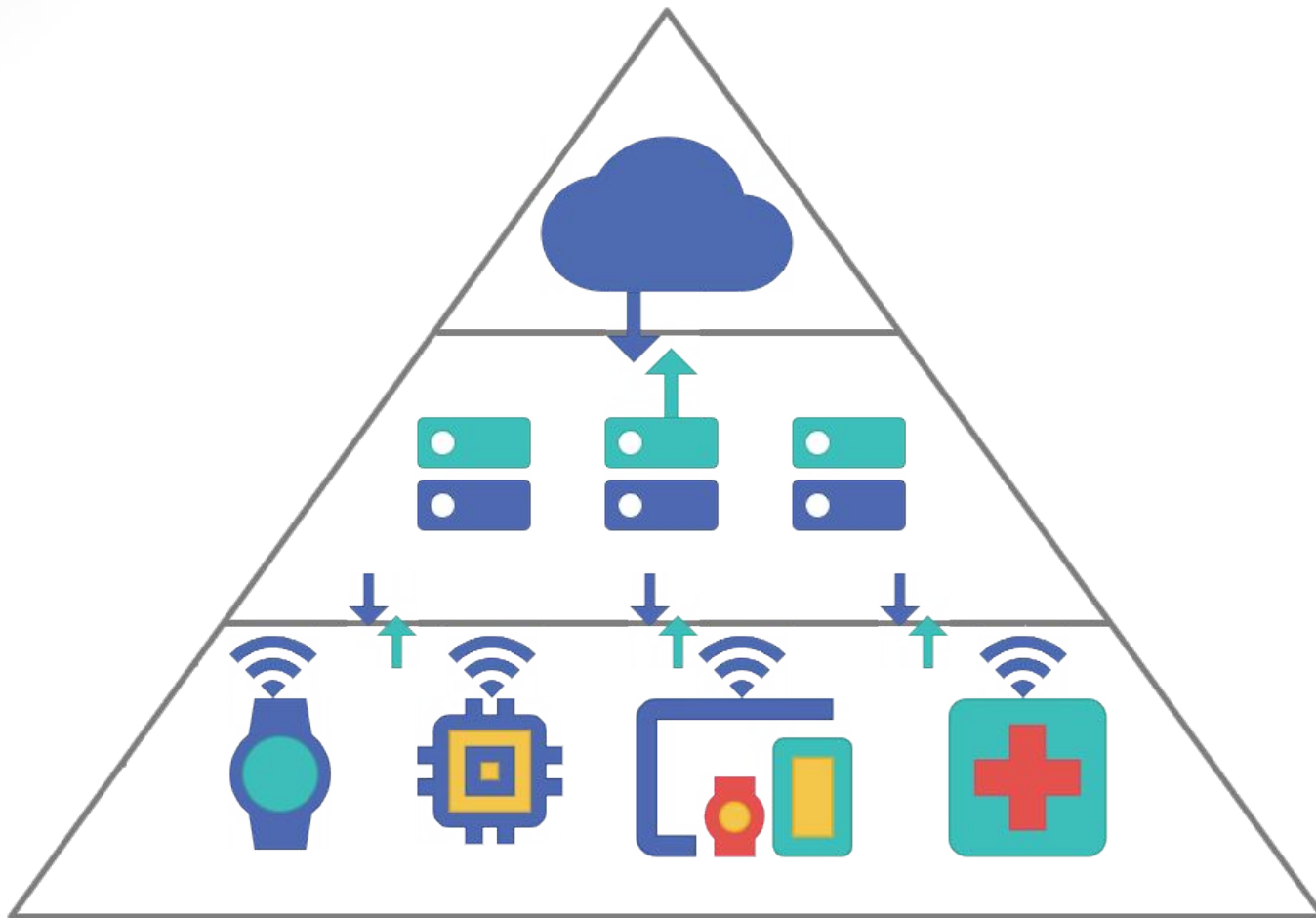
Internet of Medical Things (IoMT)

Логические уровни IoMT-системы:



- **Уровень 1** - Биологическая мишень (человек)
- **Уровень 2** - Датчики / сенсоры
- **Уровень 3** - Протокол передачи
- **Уровень 4** - Облачное приложение
- **Уровень 5** - Облачное хранилище

Технологии обработки данных



Методы и модели сбора и передачи данных

Сеть WSN	Сеть WBAN
Охватывает окружающую среду	Охватывает тело человека
Больше количество узлов	Несколько сенсоров-узлов
Несколько специализированных датчиков	Одиночные многозадачные сенсоры
Низкая точность	Надежная и точная
Устойчивость к шуму	Предсказуемая среда
Обратимость при отказе/неисправности	Необратимость при отказе/неисправности
Устойчивая структура	Переменная структура
Низкий уровень безопасности	Высокий уровень защиты
Доступные источники питания	Высокий уровень защиты
Высокое энергопотребление	Недоступный источник энергии
Солнечная, ветровая энергия	Тепловая, пьезоэлектрическая энергия
Сменный / одноразовый	Биоразлагаемый
Биосовместимость не требуется	Биосовместимость
Доступные беспроводные решения	Беспроводная связь с низким энергопотреблением
Потери данных не является проблемой	Чувствителен к потерям данных

Стандарты передачи данных

На данный момент наиболее перспективными стандартами передачи данных в сфере IoT являются:

- Wi-Fi
- Bluetooth Low Energy
- ZigBee
- NFC

	Bluetooth Low Energy	ZigBee	NFC	Wi-Fi
Диапазон частот	2,4 ГГц	868/915 МГц, 2,4 ГГц	13,56 МГц	2,4 ГГц, 5 МГц
Каналов	3	16	1	3
Радиус действия	10м	10-100м	10см	100м
Максимальное количество узлов	7	>65000	2	2007
Скорость передачи данных	3 Мбит / с	250 Кбит / с	424 Кбит / с	54 Мбит / с
Тип модуляции	GFSK	BPSK (+ ASK), O-QPSK	ASK	BPSK, QPSK, COFDM, CCK, M-QAM
Метод шифрования	E0 stream cipher	AES block cipher	AES	RC4 stream cipher (WEP), AES block cipher
Защита данных	16-bit CRC	32-bit CRC	32-bit CRC	16-bit CRC

Прогнозирование

Название алгоритма	Плюсы	Минусы
Метод k ближайших соседей (KNN)	<p>Непараметрический подход.</p> <p>Интуитивно понятен.</p> <p>Легко реализуемый.</p> <p>Не требует явного обучения.</p> <p>Может быть легко адаптирован к изменениям, путем обновления набора помеченных наблюдений.</p>	<p>Требует много времени, для вычисления сходство между наборами данных.</p> <p>Производительность снижается при несбалансированных наборах данных.</p> <p>Производительность зависит от выбора гиперпараметра (значение K).</p> <p>Информация может быть потеряна, поэтому необходимо использование однородных функции.</p>
Наивный байесовский классификатор	<p>Сканирование данных путем индивидуального просмотра каждой функции.</p> <p>Сбор простой статистики по классам каждой функции повышает точность предположений.</p>	<p>Требуется лишь небольшой объем обучающих данных.</p> <p>Определяет только дисперсии переменных для каждого класса.</p>
Дерево решений	<p>Легко реализуемый.</p> <p>Может обрабатывать категориальные и непрерывные атрибуты.</p> <p>Практически не требует предварительной обработки данных.</p>	<p>Чувствительность к несбалансированному набору данных и шуму в наборе обучающих данных. Дорогой и требует больше памяти.</p> <p>Необходимо тщательно выбирать глубину узла, чтобы избежать отклонений и смещения.</p>
Random Forest	<p>Более низкие корреляции между деревьями решений.</p> <p>Повышает производительность дерева решений.</p>	<p>Не работает с многомерными и неоднородными данными.</p>
Техника градиентного бустинга дерева решений	<p>Итеративно повышает производительность прогнозирования.</p>	<p>Требуется тщательная настройка параметров.</p> <p>Длительное время для обучения</p> <p>Не работает с многомерными и неоднородными данными..</p>
Метод опорных векторов (SVM)	<p>Более эффективен в многомерном пространстве.</p> <p>Использование функции ядра – повышает производительность.</p>	<p>Сложно выбрать лучшую гиперплоскость и использование функции ядра.</p>

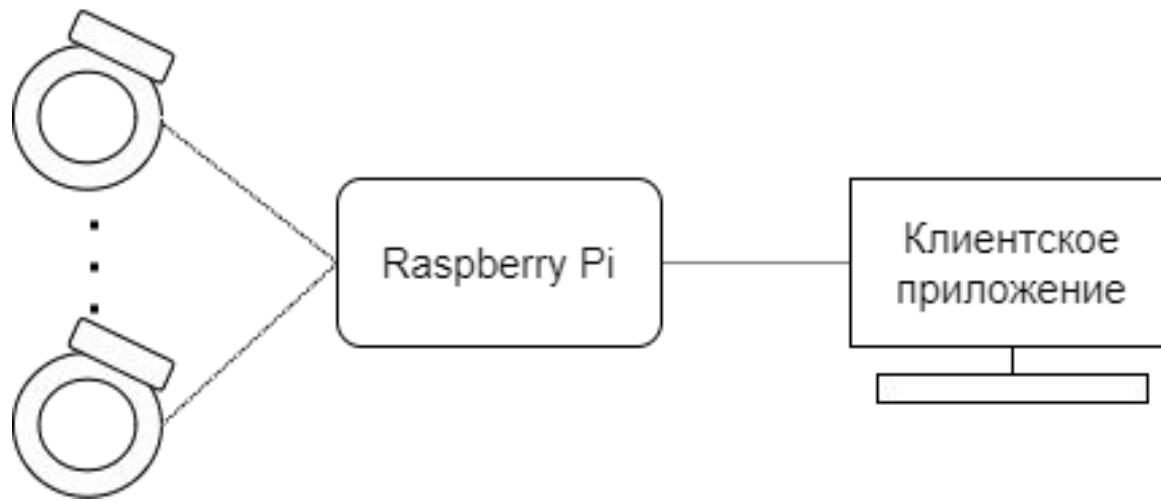
Прогнозирование

Название болезни	Алгоритм, с наибольшей точностью	
	Первый	Второй
Болезнь сердца	Наивный байесовский классификатор, SVM	KNN, ANN, Дерево решений
Сахарный диабет	SVM	Random forest
Рак молочной железы	ANN	SVM, Дерево решений, Random forest
Болезнь Паркинсона	SVM	KNN

Система

Модель системы состоит из:

- 5 браслетов Xiaomi Mi Band 3;
- Микрокомпьютера Raspberry Pi 3 B+;
- Клиентского приложения.



Интерфейс

The screenshot displays a web browser window with the URL `http://127.0.0.1:8000/PatientData/`. The interface features a top navigation bar with the following elements:

- IoT WEB Monitoring** (Logo)
- Смена Superadmin** (User/Role)
- Данные дежурств** (On-duty data)
- Зарегистрировать пациента** (Register patient)
- Закончить смену** (End shift)

A left sidebar contains navigation buttons for rooms: **Палата 1**, **Палата 2**, **Палата 3**, and **Палата 4**. The main content area is titled **Палата 1** and displays patient data in a grid of tables:

ФИО	Иван Иванович
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пульс	99
Прогноз	Стабилен

ФИО	Денис Денисович
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пульс	73
Прогноз	Стабилен

ФИО	Олег Олегович
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пульс	76
Прогноз	Стабилен

ФИО	Максим Максимович
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пульс	75
Прогноз	Стабилен

ФИО	Игорь Игоревич
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пульс	105
Прогноз	Стабилен

The bottom-right cell of the grid contains the text **Данных нет** (No data).

The footer of the interface reads **Мониторинг пациентов** (Patient monitoring).

Интерфейс

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://127.0.0.1:8000/PatientData/`. The page title is "IoT WEB Monitoring". The user is logged in as "Смена Superadmin". The main navigation bar includes "Данные дежурств", "Зарегистрировать пациента", and "Закончить смену". A sidebar on the left lists "Палата 1", "Палата 2", "Палата 3", and "Палата 4". The main content area is titled "Палата 1" and displays patient data for two patients. Each patient's data is presented in a table with fields for "ФИО", "Время", "Пuls", and "Прогноз". Alerts are shown in yellow boxes with a "Внимание!" header and a close button. The first patient's pulse is 125, and the second's is 75. The second patient's pulse is noted as being below 50. A third box indicates "Данных нет".

IoT WEB Monitoring Смена Superadmin Данные дежурств Зарегистрировать пациента Закончить смену

Палата 1

Палата 2

Палата 3

Палата 4

Палата 1

ФИО	Денис Денисович
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пuls	73
Прогноз	Стабилен

Внимание!
Пациент находится в нестабильном состоянии!
Пuls выше 125 ударов.
Необходима немедленная медпомощь.

ФИО	Максим Максимович
Время	May 27, 2021, 5:57 p.m.
Пuls	75
Прогноз	Стабилен

Внимание!
Пациент находится в нестабильном состоянии!
Пuls ниже 50 ударов.
Необходима немедленная медпомощь.

Данных нет

Мониторинг пациентов

Итоги

- В ходе обзора был исследован ряд технологий, методов и моделей, применяемых в рамках концепции Интернета Вещей, в медицинских приложениях с использованием носимой электроники. В ходе анализа были выявлены ключевые различия и важные особенности. Так же были определены наиболее оптимальные области применения технологий. Определен круг задач, систем и приложений медицинского характера, в которых эти методы и технологии будут максимально эффективны.
- В результате проведенных исследований была разработана система мониторинга состояния пациентов в палате с помощью фитнес-браслета. После проведения тестовых испытаний, система показала свою пригодность для использования в задаче удаленного отслеживания физических показателей.

Итоги

- 1) Проведен анализ существующих методов дистанционного мониторинга на базе носимой электроники для различных приложений;
- 2) Разработаны методы дистанционного мониторинга пациентов типового отделения «красной зоны» пациентов с Covid19. Предлагаемые методы позволят улучшить процесс наблюдения за пациентами с Covid19, оказывая своевременную помощь на основе данных, собираемых в реальном времени и тем самым сократить смертность в медучреждениях;
- 3) Предлагаемый метод апробирован на базе лабораторного стенда;
- 4) Собрана и проанализирована статистика, полученная с типовых устройств носимой электроники;
- 5) Сделать выводы о возможности применения предлагаемых методов в стационарах города Санкт-Петербурга;
- 6) Проводятся подготовительные действия для апробацию предлагаемого программно-аппаратного комплекса для тестирования на базе отделения Пульмонологии ВМА им. С.М. Кирова.

Участие в конференциях и конкурсах по теме ВКР

- Участие в конференции «ПКМ 2020», выступление с докладом, публикация статьи в материалы конференции.
- Участие в конференции «АПИНО 2021», выступление с докладом, публикация статьи в сборник трудов конференции.
- Гран-при в конкурсе «Студенты и пандемия: коммуникации в борьбе с COVID-19» (Приказ № 325 от 24.05.2021 «Об итогах конкурса студенческих научных работ СПбГУТ 2021)

Спасибо за внимание!

Перспективы

В случае необходимости увеличения количества наблюдаемых пациентов можно изменить предлагаемую далее модель системы.

Преимуществами бесконтактного распознавания личности является :

- минимизация человеческого фактора,
- удобство использования, поскольку кроме лица нет необходимости в других вещах

