

DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-13

ГОЛОСОВОЙ ПОМОЩНИК ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВЕН НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПАЦИЕНТА

Н. Р. Урманцева^а, Р. А. Чирко^б

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация

^а ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9163-6132>, nel-u@yandex.ru

^б ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7581-918X>, chirko-99@mail.ru

Аннотация: в статье описан голосовой помощник для интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента, который представляет собой инновационное решение, позволяющее сократить время приема пациента и/или улучшить качество медицинского обслуживания. Chat Helper (CH) управляет системой с помощью речевых команд и делает процесс взаимодействия с ней более естественным и удобным для врачей и пациентов. Таким образом, время, необходимое на опрос и запись анамнеза пациента, сокращается с 15 до 7 минут. Использование CH экономит более 20% времени врача на выполнении рутинных операций, в т. ч. на заполнении медицинской документации.

Ключевые слова: интеллектуальная система, технологии распознавания речи, PyAudio, Speech Recognition, голосовой помощник, CEAP.

Для цитирования: Урманцева Н. Р., Чирко Р. А. Голосовой помощник для интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента. *Успехи кибернетики*. 2024;5(2):110–117. DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-13.

Поступила в редакцию: 22.04.2024.

В окончательном варианте: 29.04.2024.

VOICE ASSISTANT FOR INTELLIGENT COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF LOWER EXTREMITY VEIN HEALTH

N. R. Urmantseva^а, R. A. Chirko^б

Surgut State University, Surgut, Russian Federation

^а ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9163-6132>, nel-u@yandex.ru

^б ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7581-918X>, chirko-99@mail.ru

Abstract: this article presents a voice assistant designed for an intelligent system that provides a comprehensive assessment of lower extremity vein conditions. This innovative solution aims to reduce patient admission times and enhance the quality of medical care. The Chat Helper (CH) voice assistant operates the system through voice commands, making interactions more natural and convenient for both doctors and patients. As a result, the time needed to interview patients and document their medical history is reduced from 15 to 7 minutes. By utilizing CH, doctors can save over 20% of their time on routine tasks, including completing medical documentation.

Keywords: intelligent system, speech recognition technologies, PyAudio, Speech Recognition, voice assistant, CEAP.

Cite this article: Urmantseva N. R., Chirko R. A. Voice Assistant for Intelligent Comprehensive Assessment of Lower Extremity Vein Health. *Russian Journal of Cybernetics*. 2024;5(2):110–117. DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-13.

Original article submitted: 22.04.2024.

Revision submitted: 29.04.2024.

Введение

Современная медицина стремится к постоянному совершенствованию диагностики и лечения различных заболеваний, включая хронические заболевания вен нижних конечностей. Наряду с традиционными методами, такими как ультразвуковое исследование, МРТ-исследование, врачи все чаще используют системы искусственного интеллекта для более точной и комплексной оценки состояния пациента.

Одним из инновационных подходов в этой области является разработка голосового помощника Chat Helper (CH) для интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента. Преимущества использования голосового помощника при диагностике хронических заболеваний вен очевидны. Он обеспечивает более удобный и быстрый доступ к информации, позволяя врачам сосредоточиться на обследовании и лечении пациента и не тратить время на ввод команд и данных в компьютер, формулирование и написание стандартных рекомендаций для пациента.

По информации, опубликованной провайдером интеллектуальных решений для бизнеса АО «МТТ», 56% компаний среднего бизнеса в Российской Федерации заинтересованы в автоматизации взаимодействия с клиентом. Большая часть из них представляет собой медицинские центры [1].

В медицинских учреждениях голосовые помощники приходят на помощь врачам, администраторам, операторам. Задача технологии — разгрузить персонал, который осуществляет прием пациентов, обрабатывает входящие типовые запросы и сообщения. Это экономит рабочее время, снижает влияние человеческого фактора при ведении записей, помогает повысить качество обслуживания пациентов. Голосовой помощник способен выполнять до 90% рутинных операций [1].

По подсчетам Департамента здравоохранения Москвы, технологии распознавания речи экономят до 20% времени, необходимого на прием пациента. На данный момент врачи вынуждены тратить свои временные ресурсы на заполнение медицинской карты по итогам осмотра пациента, оформление протоколов по результатам обследований. Это приводит к тому, что время приема пациентов приходится сокращать ввиду заполнения различных документов [2].

Технологии распознавания речи позволяют автоматически заполнять необходимые документы с помощью голосовых команд. Программное обеспечение способно вносить данные в систему, анализируя и расшифровывая речь врача или пациента. После этого врачу остается только проверить корректность введенных данных. Таким образом, он сможет уделить значительно больше времени непосредственно осмотру пациентов, сократить время приема и принять больше посетителей в течение дня [3].

Описание голосового помощника для интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента

Голосовой помощник — это программа или устройство, которое может выполнять различные задачи, такие как ответы на вопросы, выполнение команд, поиск информации и т. д. Голосовые помощники могут быть использованы для автоматизации различных процессов, например, управления устройствами, напоминания о событиях и т. п.

Процесс распознавания голоса состоит из нескольких этапов и представлен на рисунке 1.

1. Запись голоса: микрофон записывает звук и преобразует его в электрический сигнал.
2. Обработка сигнала: сигнал обрабатывается для удаления шума и улучшения качества звука.
3. Анализ сигнала: алгоритм распознавания речи анализирует полученный сигнал, чтобы определить, какие слова были произнесены.
4. Распознавание слов: на основе анализа сигнала алгоритм определяет, какие слова были сказаны, и переводит их в текст.
5. Ответ пользователю: результаты распознавания передаются пользователю в виде текста или голоса.

Для создания CH был выбран язык программирования Python, который содержит все необходимые библиотеки для работы с аудиосигналами и аудиофайлами, а именно PyAudio и Speech Recognition.

PyAudio — это библиотека, которая позволяет программистам управлять аудиоустройствами и обрабатывать аудиосигналы. Она предоставляет интерфейс программирования приложений (API) для аудиоввода-вывода (I/O) и поддерживает различные аудиоформаты и частоты дискретизации. PyAudio может использоваться при создании приложений для распознавания речи, генерации звука, записи аудиофайлов и пр. [4].

Speech Recognition — это библиотека для распознавания речи на Python. Она позволяет конвертировать аудиофайлы в текст и выполнять другие задачи, связанные с обработкой речи [5].

В основные функции голосового помощника входят формирование протокола приема врача-флеболога, запись анамнеза пациента и рекомендаций по лечению в данный файл, выдача рекомендаций по лечению различных патологий вен СЕАР по запросу, поиск информации в интернете. Блок-схема голосового помощника представлена на рисунке 2.



Рис. 1. Блок-схема процедуры распознавания голоса

В дополнительные функции СИ входит администрирование рабочего ПК врача (выключение, перезагрузка, вывод информации о загруженности системы, диска, создание папок и файлов), включение музыки, ведение заметок.

Функциональная модель системы и ее декомпозиция

Функциональная модель интеллектуальной системы составлена с использованием методологии функционального моделирования IDEF0, которая предназначена для формализации и описания бизнес-процессов. Отличительной особенностью IDEF0 является акцент на соподчиненность объектов. В IDEF0 рассматриваются логические отношения между работами, а не их временная последовательность [6].

Функциональная модель интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента содержит два вида диаграмм:

- 1) контекстная (обобщенная) диаграмма представлена на рисунке 3;
- 2) диаграмма декомпозиции (детализированная) представлена на рисунке 4.

Далее будут описаны входные, управляющие, выходные данные и механизмы контекстной диаграммы.

Входные данные:

- 1) снимок формата DICOM;
- 2) фотография ног;
- 3) данные о пациенте;
- 4) анамнез;
- 5) данные о враче.

Управляющие данные:

- 1) федеральный закон «О защите персональных данных» от 27.07.2006 N 152 – ФЗ;
- 2) классификация CEAP.

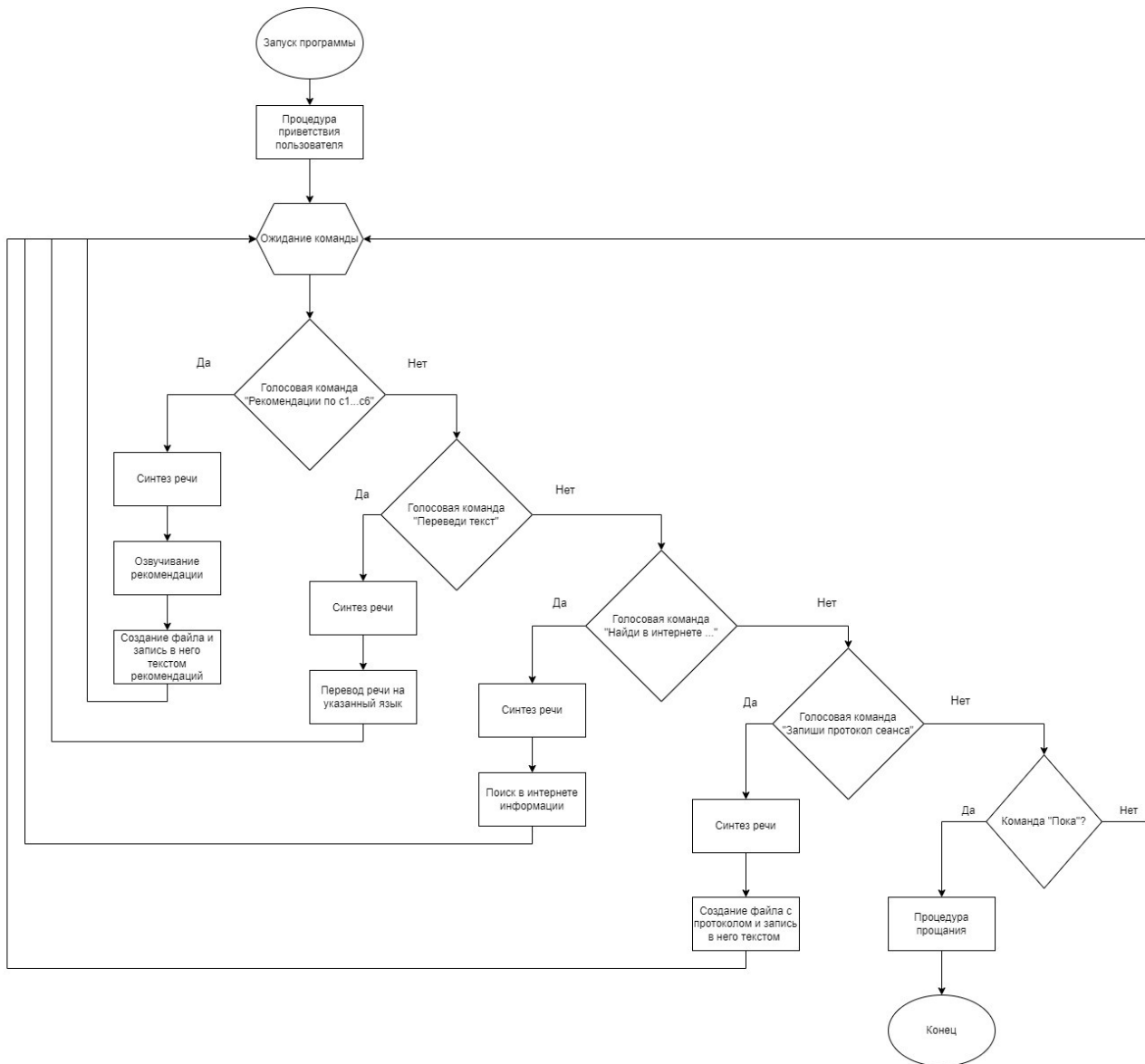


Рис. 2. Блок-схема голосового помощника Chat Helper

Механизм:

- 1) врач флеболог;
- 2) модель HC DICOM;
- 3) модель HC Photo_Legs;
- 4) модель HC Chat_Helper;
- 5) модель HC Silero;
- 6) ЭВМ.

Выходные данные — протокол осмотра врача-флеболога.

На рисунке 4 представлена детализированная диаграмма функциональной модели.

В ней выделено 6 блоков:

- 1) загрузка фотографии ног;
- 2) загрузка DICOM снимка;
- 3) обработка DICOM снимка;
- 4) обработка фотографии ног;
- 5) классификация загруженного материала;
- 6) формирование отчета.

Сначала врач загружает в систему DICOM-снимок или фотографию нижних конечностей пациента, далее загруженные данные обрабатываются по методу приведения изображения к черно-белому

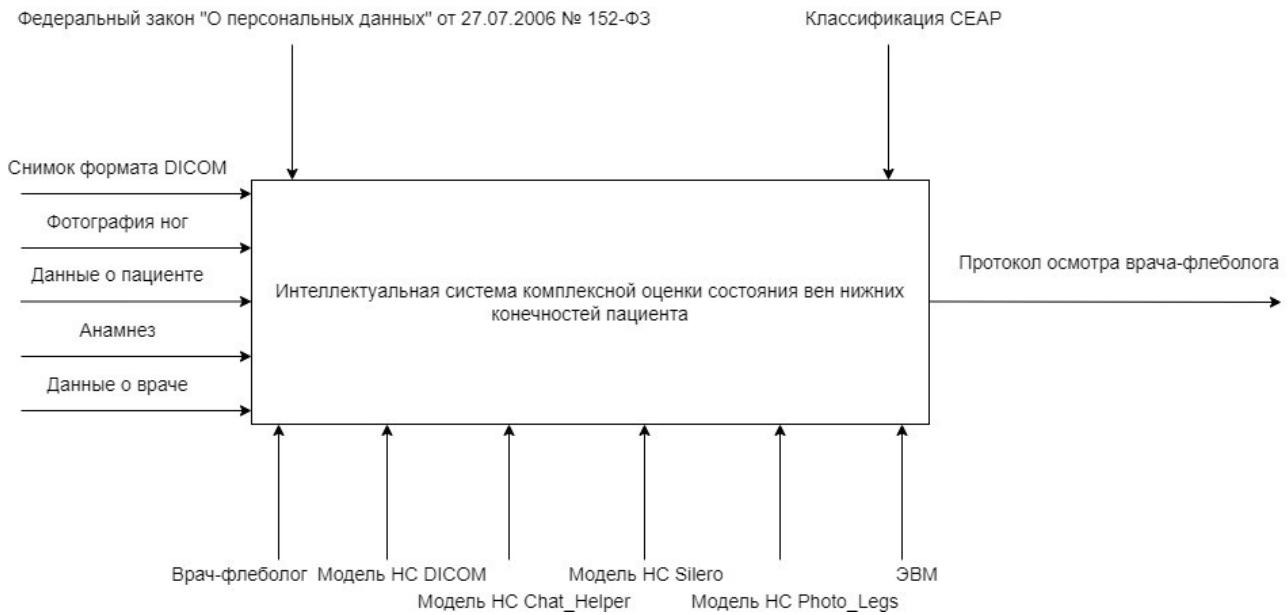


Рис. 3. Функциональная модель интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента в нотации IDEF0

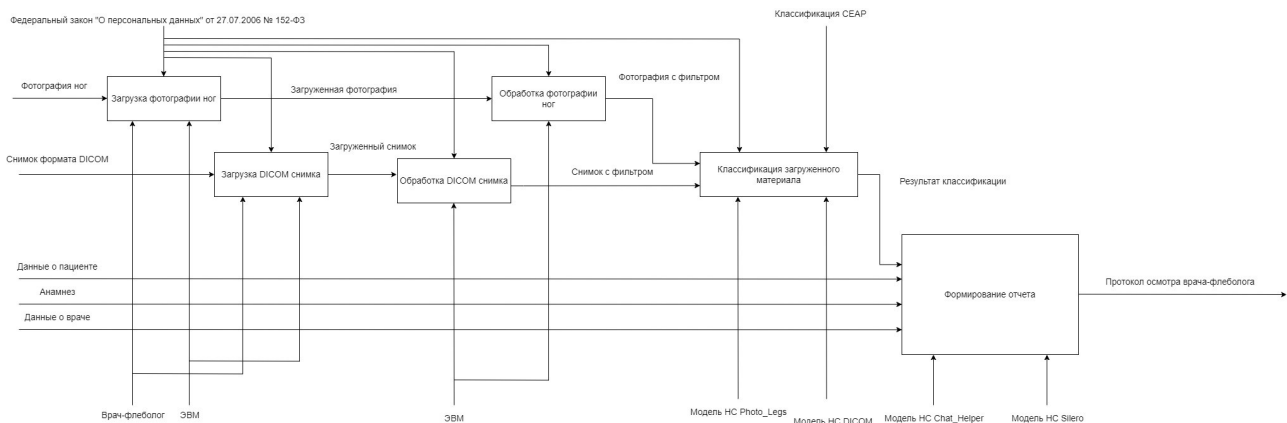


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции функциональной модели интеллектуальной системы

формату в случае с фотографиями ног, по методу изменения контрастности в случае с загрузкой DICOM-снимка для повышения точности распознавания изображений обученными нейронными сетями Photo_Legs и DICOM. Затем происходит классификация загруженного снимка или фотографии — отнесение его к одному из классов патологии C0 – C6 — и вывод результата классификации на экран. Формирование и загрузка анамнеза в систему, выдача рекомендаций пациенту происходят непосредственно при общении с системой с помощью голосового помощника СН. Перед выдачей готового протокола осмотра врача-флеболога блоком «Формирование отчета» записанный в файл текст проходит через модель HC Silero для расстановки прописных букв и знаков препинания.

Результаты

Голосовой помощник озвучивает и записывает рекомендации в файл в среднем в течение 1 минуты (рис. 5). На заполнение аналогичного файла с рекомендациями вручную без ошибок и их озвучивание требуется порядка 6 минут.

Все показания пациента СН записывает с помощью микрофона, затем с помощью библиотеки Speech Recognition распознает устную речь и передает ее в HC Silero. HC Silero необходима для расстановки прописных букв и знаков препинания, так как в библиотеке Speech Recognition не заложены данные функции. Speech Recognition содержит в себе предварительно подготовленные модели для распознавания и синтеза речи. На текущий момент это самая масштабная обученная модель, в том числе

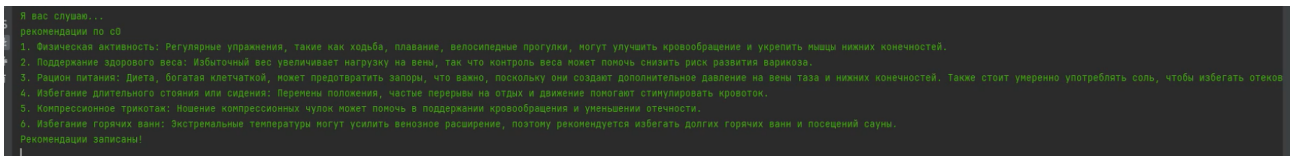


Рис. 5. Рекомендации, выданные голосовым помощником СН по классу патологии C0

на русском языке, предназначенная для озвучивания введенного текста разными голосами.

Таким образом, на выходе из интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента формируется протокол приема врача-флеболога, подготовленный для печати. На рисунке 6 изображен отрывок из протокола после опроса пациента с синтаксическими ошибками. На рисунке 7 изображен отформатированный отрывок из протокола после работы HC Silero.

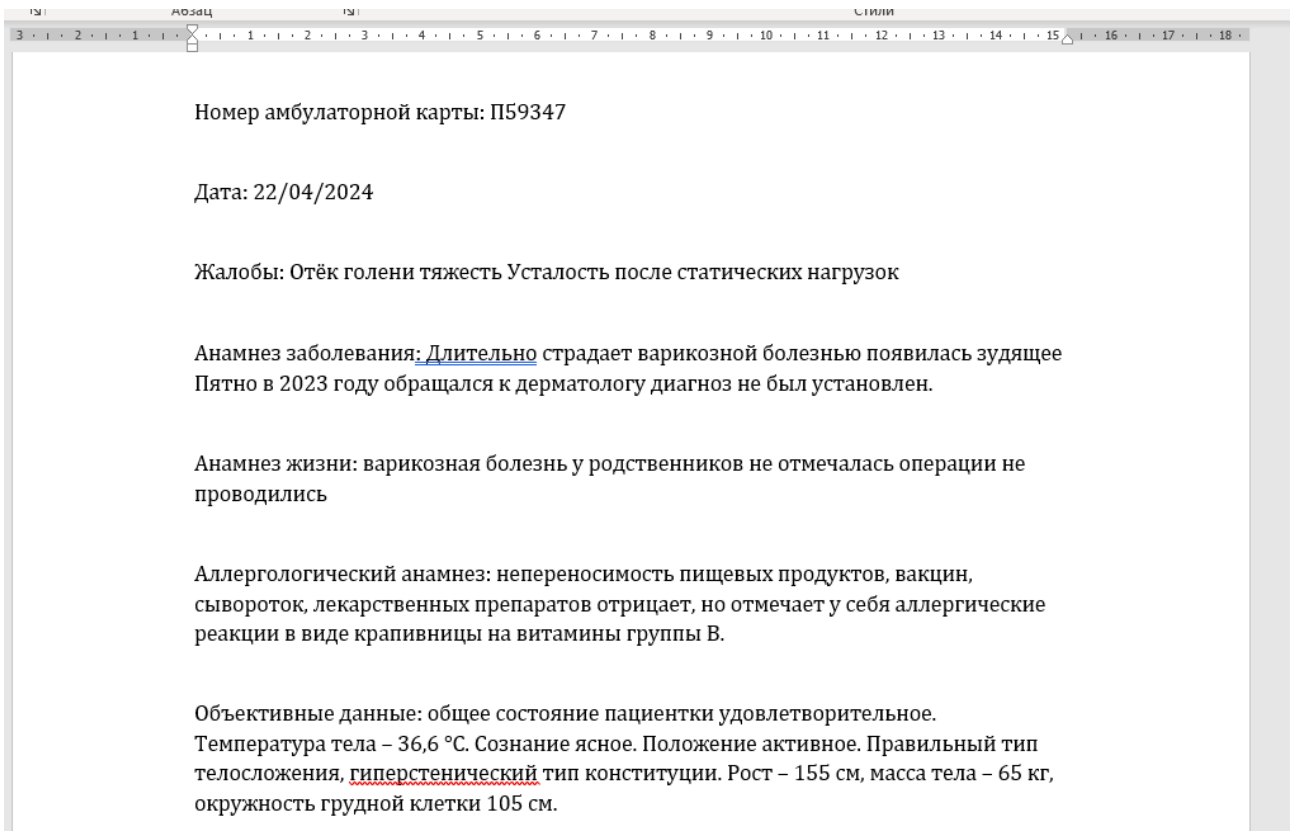


Рис. 6. Отрывок из протокола с синтаксическими ошибками до работы HC Silero

На рисунке 8 изображено начало протокола осмотра врача-флеболога, на рисунке 9 — его окончание.

Время, необходимое на опрос и запись показаний пациента, подготовку протокола осмотра, с помощью голосового помощника СН сократилось с 15 до 7 минут. Аналогичную интеграцию голосового помощника с МИС проводили в Иркутской городской больнице № 8 [7]. Врачи отмечают, что использование технологий распознавания речи экономит более 20% времени на выполнении рутинных операций, в т. ч. на заполнении медицинской документации.

Заключение

В данной статье была представлена пилотная версия голосового помощника для интеллектуальной системы комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента.

Голосовой помощник позволяет оптимизировать процесс взаимодействия врача с интеллектуальной системой в аспектах записи анамнеза пациента, голосового вывода и/или записи рекомендаций в файл, подготовки итогового протокола осмотра пациента.

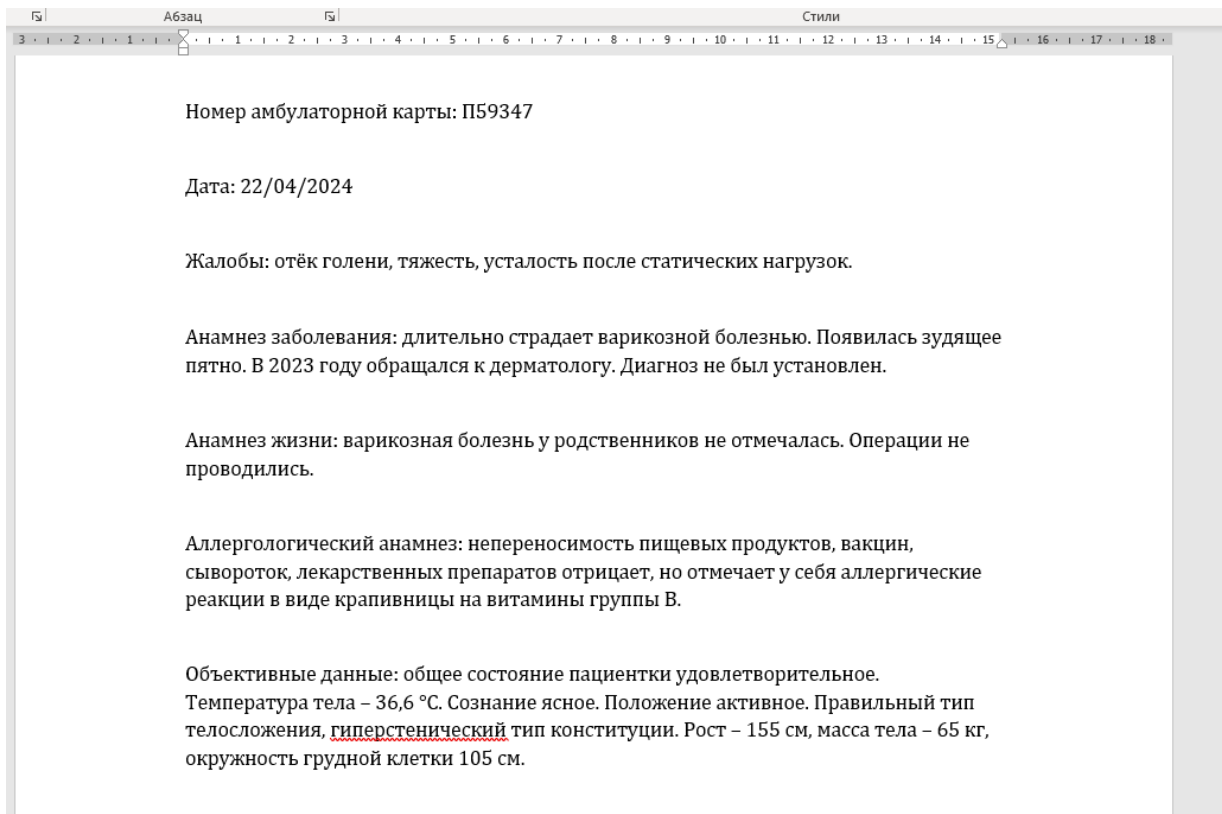


Рис. 7. Отформатированный отрывок из протокола после работы HC Silero

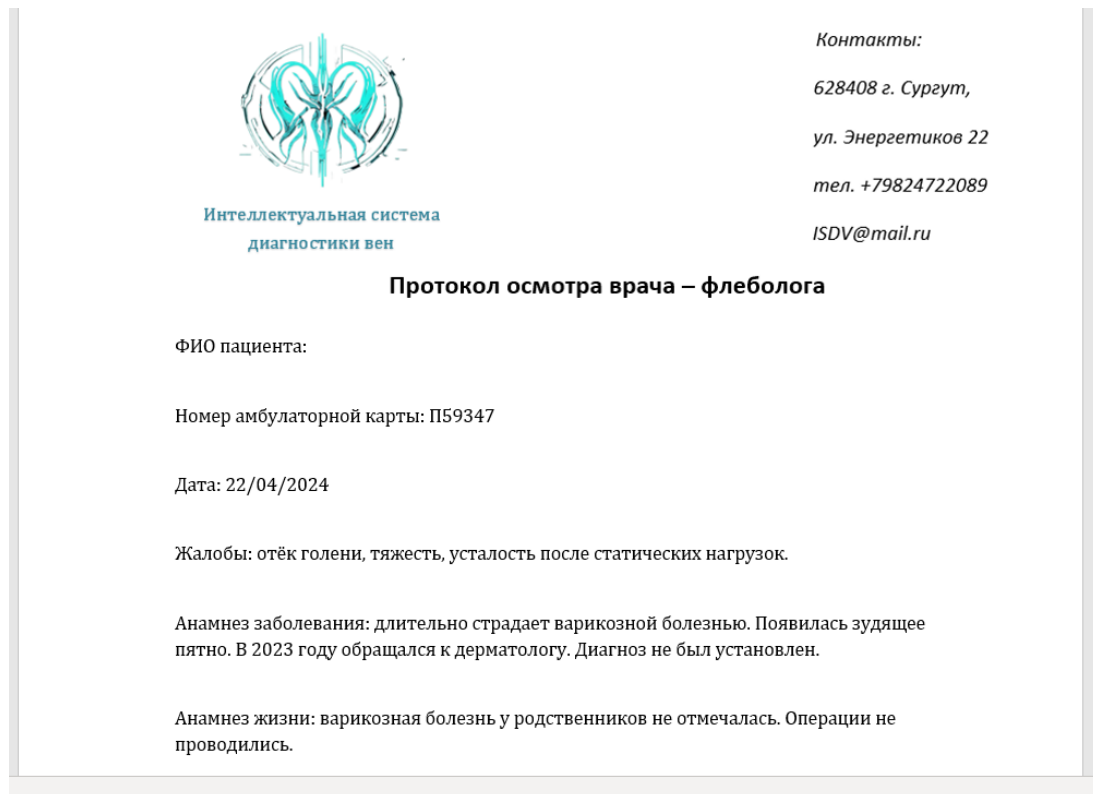


Рис. 8. Начало протокола осмотра врача-флеболога

В перспективе планируется расширение функционала голосового помощника СН с его последующим внедрением в интеллектуальную систему комплексной оценки состояния вен нижних конечностей пациента.

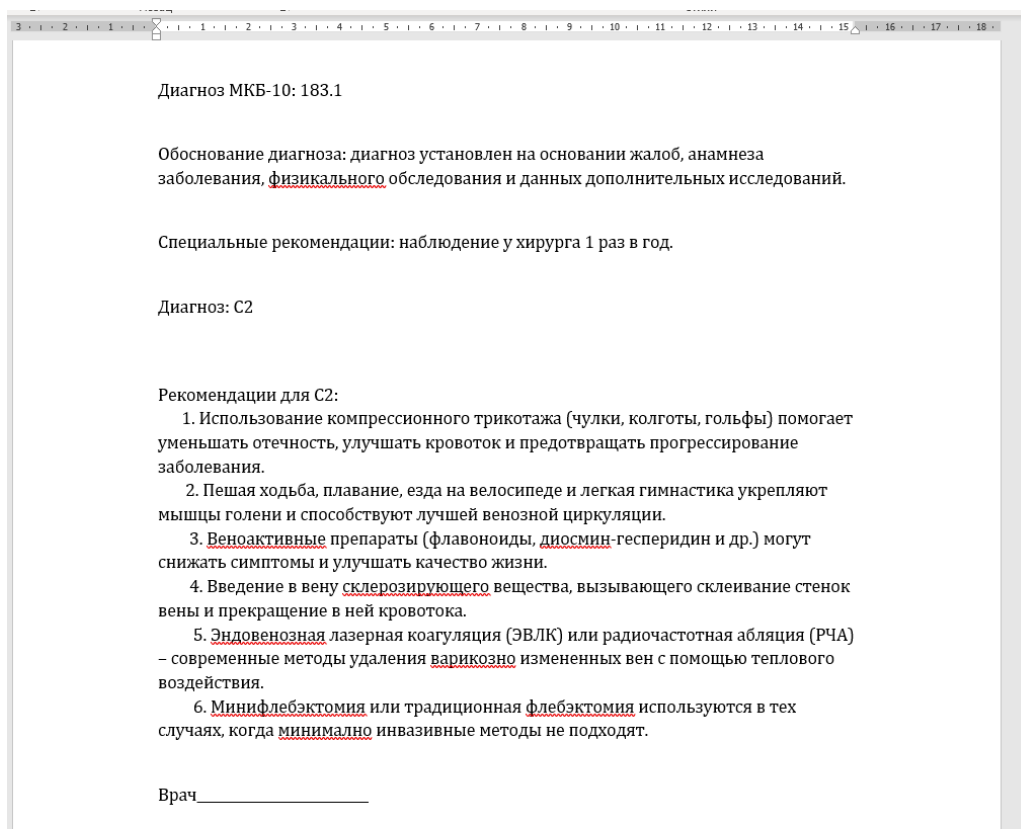


Рис. 9. Блок протокола осмотра с рекомендациями

ЛИТЕРАТУРА

1. *Цифровое здравоохранение: как голосовые роботы меняют сервис*. 2022. Режим доступа: <https://telecomdaily.ru/news/2022/04/29/cifrovoe-zdravoohranenie-kak-golosovye-roboty-menyayut-servis>.
2. Гриценко А. А., Липатова Е. Г. Применение технологий искусственного интеллекта в сфере медицинской профилактики. *Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: Сборник трудов V Юбилейной Международной научно-практической конференции*. Брянск: ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»; 2023:181–185.
3. Унгурян Е. Тренды цифровизации здравоохранения. Голосовые технологии. *СП.АРМ*. 2022. Режим доступа: <https://sparm.com/publications/trendy-czifrovizaczii-zdravoohraneniya-golosovye-tehnologii%E4%BF%BC>.
4. Устинов Е. Е., Бужинская Н. В. Разработка программы с голосовым управлением на языке Python. *Тенденции развития науки и образования*. 2023;99-7:90–93. DOI: 10.18411/trnio-07-2023-388.
5. Белицкий И. М. Создание голосового помощника на языке Python. *Перспективы развития и применения современных технологий: Сборник статей III Международной научно-практической конференции*. Петрозаводск; 2021. С. 76–79.
6. Приходько Н. А., Кулаченко А. К. Моделирование в нотации IDEF0. *Моя профессиональная карьера*. 2022;36(1):137–141.
7. Кручинский А., Воробьев А. Первый и пока единственный «голосовой ассистент» установили в Иркутской городской больнице № 8. *ГТРК «Иркутск»*. 2022. Режим доступа: <https://vestiirk.ru/news/pervyi-i-poka-edinstvennyi-golosovoi-assistent-ustanovili-v-irkutskoi-gorodskoi-bolnitse-no-8/>.