Санкт-Петербургский государственный университет

**ЕВТУШЕНКО Владислав Валерьевич**

**Выпускная квалификационная работа**

**Разработка программного продукта для голосового заполнения медицинской документации**

Уровень образования: магистратура

Направление *01.04.02 «Прикладная математика и информатика»*

Основная образовательная программа: *ВМ.5691 «Прикладная математика и информатика в задачах медицинской диагностики»*

Научный руководитель:

доцент кафедры ТСУЭФА,

 кандидат физ.-мат. наук,

Плоских Виктор Александрович

 Рецензент:

разработчик ПО, компания «Диджитал Дизайн»,

кандидат физ.-мат. наук,

Бабин Андрей Владимирович

Санкт-Петербург

2022 год

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc104159283)

[Постановка задачи 5](#_Toc104159284)

[Обзор литературы 6](#_Toc104159285)

[Глава 1. Обеспечение корректной реализации программного продукта 9](#_Toc104159286)

[1.1. Требования, архитектура и дизайн для программного продукта 9](#_Toc104159287)

[1.2. Процесс командой работы над реализацией проекта 14](#_Toc104159288)

[Глава 2. Реализация программного продукта 17](#_Toc104159289)

[2.1. Реализация серверной части программного продукта 17](#_Toc104159290)

[2.2. Реализация клиентской части программного продукта 21](#_Toc104159291)

[2.3. Апробация программного продукта 22](#_Toc104159292)

[Глава 3. Бизнес-концепция программного продукта 24](#_Toc104159293)

[3.1. Экономическое обоснование целесообразности создания программного продукта 24](#_Toc104159294)

[3.2. Бизнес-план проект по созданию программного продукта 27](#_Toc104159295)

[Выводы 30](#_Toc104159296)

[Заключение 31](#_Toc104159297)

[Список литературы 32](#_Toc104159298)

# **Введение**

В 2020 году в России произошло падение объема рынка частных медицинских услуг с 857 до 738 миллиардов рублей в год. Но аналитики предсказывают рост в последующих годах. По прогнозам аналитической компании «BusinesStat», в 2022–2025 годах в России численность проведенных медицинских приемов будет постепенно повышаться и в 2025 г достигнет 2,21 млрд приемов в год [1].

Несмотря на большое количество приемов, время каждого приема обычно ограничено министерством здравоохранения. Например, для терапевта норма приема – это 15 минут на пациента. За это время в том числе врач должен осмотреть пациента, поставить диагноз, назначить лекарства и заполнить все необходимые документы.

Заполнение документации занимает до 43% времени у отдельных врачей [2]. Кроме того, за ошибки в медицинской документации врачи и организации получают штрафы от страховых компаний. Например, в 2015 сумма таких штрафов по России достигла 30 миллиардов рублей [3].

Часто во время приема врача происходит одна из следующих ситуаций. Врач сосредотачивается на заполнении документации, отвечая на вопросы пациента тем, что он всю важную информацию напишет в заключении. В этом случае страдает качество приема. Другой стратегией может быть откладывание заполнения документации на конец приема. В этом случае врачу необходимо вспомнить содержание приема, а пациенту необходимо пассивно ожидать заполнения врачом документов.

Сегодня для сокращения времени заполнения медицинской документации применяются системы распознавания речи. Современные технологии на стыке анализа естественной речи и искусственного интеллекта могут быть использованы для автоматического составления итогов приема. Например, на отечественном рынке разработана программа заполнения медицинской документации «Voice2Med», принадлежащая группе компаний «СБЕР».

В то же время на государственном уровне в России активно проводится модернизация системы здравоохранения с применением IT-технологий. Национальный проект «Умное здоровье» предполагает автоматизацию рабочих мест врачей и развитие телемедицины. Другой проект «Инновационная медицина» предполагает проведение методологических консультаций врачам.

 Развитием медицины занимаются и образовательные учреждения России. Эндаумент-фонд «Развитие СПбГУ» проводит ежегодный конкурс проектов среди студентов СПбГУ «START-UP СПбГУ». Финалисты конкурса получают поддержку фонда, как материальную, так и нематериальную. Победители конкурса получают денежные призы и возможность создания малого инновационного предприятия на базе СПбГУ [4].

В данной работе автор рассматривает создание проекта «DoctorScript» для автоматического заполнения медицинской документации во время приема врачом пациента [5]. Проект является финалистом конкурса «START-UP СПбГУ 2022» и представляет собой результат работы команды, состоящей из 5 студентов СПбГУ 4-х различных направлений и научного руководителя. Автор работы является руководителем и главным разработчиком проекта. В данной работе будут рассмотрены цели и задачи, которые ставил перед собой автор для реализации проекта, а также процессы их достижения и полученные результаты.

# **Постановка задачи**

 Целью данной работы является создание программного продукта для голосового заполнения медицинской документации, который позволит повысить качество приема пациента врачом и сократить время, расходуемое на заполнение медицинской документации. Для достижения этой цели был сформулирован следующий набор задач:

* анализ предметной области и существующих решений;
* разработка бизнес-концепции программного продукта;
* составление требований к программному продукту;
* организация и координация команды, работающей над созданием программного продукта;
* разработка архитектуры программного продукта согласно требованиям;
* разработка дизайна пользовательских интерфейсов программного продукта согласно требованиям;
* реализация (кодирование) программного продукта согласно требованиям, архитектуре и дизайну;
* проведение финального тестирования и апробации программного продукта;

Требования к ожидаемому решению рассмотрены в разделе «Требования к ожидаемому решению». Методы верификации решения рассмотрены в разделе «Методы верификации решения».

# **Обзор литературы**

Программное решение по автоматическому заполнению медицинской документации предполагает работу с персональными данными, как врача, так и пациента. Работа с персональными данными регламентируется рядом законов РФ, в частности ФЗ №152 [6] и ФЗ №519 [7]. Эти законы были изучены и требования к разрабатываемому программному продукту учитывали соответствие им.

 Результатом использования, разрабатываемого в рамках выпускной работы программного продукта является предварительно заполненная запись в электронной медицинской карте. Для того, чтобы составить требования к данной записи были изучены соответствующие нормативные акты, в частности приказ Минздрава России от № 18–1/1010 [8] и приказ Минздрава России № 834 [9].

Также были рассмотрены литературные источники, содержащие информацию о существующих программных продуктах для голосового заполнения медицинской документации. Эта информация помогла сформировать представления о том, какими функциями должен обладать разрабатываемый продукт и какую ценность для пользователей он должен нести. Основные из них были следующими:

* материалы, размещённые на веб-сайте компании «Deepscribe» [10];
* материалы, размещённые на веб-сайте компании «Nuance» [11];
* материалы, размещённые на веб-сайте компании «ЦРТ» [12];

Для оценки рынка медицины в России и поиска данных медицинской статистики были рассмотрены различные веб-ресурсы. Основные из них были следующими:

* исследования компании «РБК» [13];
* различные статистические данные, отрыто публикуемые федеральной службой «Ростат» [14];
* различные статистические данные, отрыто публикуемые компанией «Statista» [15];
* обзоры рынков, публикуемые компанией «BusinesStat» [1];

Работы над проектом велась в рамках конкурса «START-UP СПбГУ». Положение о конкурсе также активно влияло на составление требований к проекту [4].

 Для реализации проекта использовалась информационно-справочная литература по различным технологиям. Основными используемыми источниками были следующие:

* веб-сайт сервиса «Яндекс Облако». Здесь использовалось информация о виртуальной машине Linux, о хранении данных в сервисе «Яндекс S3», о распознавании речи в сервисе «Яндекс Speechkit» [16];
* веб-сайт, посвящённый технологии создании пользовательских интерфейсов «React», содержащий пользовательскую документацию и примеры [17];
* веб-сайт, посвящённый технологии управления состояниями интерфейсов «Redux», содержащий пользовательскую документацию и примеры [18];
* веб-сайт компании Microsoft, посвящённый технологии созданию веб-приложений на платформе «ASP .NET», содержащий пользовательскую документацию и примеры [19];

Большинство источников по различным технологиям содержало исчерпывающую информацию. Исключением оказалась документация для сервиса «Яндекс Speechkit». На официальном веб-сайте данной технологии было недостаточное количество примеров и информации о том, какие параметры должны быть у аудиофайлов для успешного распознавания, используя данный сервис. Был размещен единственный пример, который некорректно работал в некоторых случаях.

# **Глава 1. Обеспечение корректной реализации программного продукта**

## **1.1. Требования, архитектура и дизайн для программного продукта**

Для разрабатываемого в рамках работы решения было составлено техническое задание и спецификация. Далее на основе данных документов были составлены функциональные и нефункциональные требования.

Мобильное веб-приложение используется для записи голоса врача и пациента. Основные функциональные требования к нему приведены ниже:

* возможность прослушивания, скачивания и просмотра распознанного текста для выбранной записи. Во время прослушивания доступна возможность перемотки и возможность постановки воспроизведения на паузу;
* возможность выбора записи из списка с деталями о каждой записи. Среди деталей должно отображаться название записи, время создания, длина и размер. Порядок записей от последней к первой;
* возможность создания новой голосовой записи. При создании записи должна быть возможность постановки процесса записи на паузу, задания названия записи и возможность отмены процесса создания записи;
* возможность переключения между режимами создания новой записи и прослушивания существующих;

Десктопное веб-приложение используется для просмотра результатов распознавания речи в форме предварительно заполненной записи электронной медицинской карты. Основные функциональные требования к нему приведены ниже:

* возможность прослушивания, скачивания и просмотра распознанного текста для выбранной записи. Во время прослушивания доступна перемотка и возможность постановки воспроизведения на паузу;
* возможность выбора записи из списка с деталями о каждой записи. Среди деталей должно отображаться название записи, время создания, длина и размер. Порядок записей от последней к первой;
* возможность просмотра результатов распознавания в виде заполненной формы, с возможность копирования текста. Названия и типы полей должны соответствовать приказу министра здравоохранения РФ №18–1/1010;

Мобильное и десктопное предназначены исключительно для совместного использования. Сначала врач записывает прием в мобильном приложении, далее просматривает результат в десктопном. Поэтому нефункциональные требования для обоих приложений общие и приведены ниже:

* поддержка веб-браузеров, основанных на платформе «Chromium»;
* асинхронная загрузка записей пользователей по требованию. Изначально загружаются последние 10 записей, остальные загружаются по мере необходимости;
* записи пользователя хранятся неограниченно по времени и могут быть удалены по требованию;
* максимальная длительность записи – 3 часа, максимальный размер записи – 1 Гб. Количество записей у пользователя неограниченно;
* язык интерфейса – русский, поддержка специальных возможностей отсутствует;

Перед началом работы над архитектурой разрабатываемой системы были изучены техническое задание, спецификация, функциональные и нефункциональные требования. После чего был составлен список качеств, которыми должна обладать пригодная для реализации архитектура:

* гибкое связывание клиентской и серверной части, взаимодействие только по стандартным протоколам и методологиям – HTTPS и REST API.
* возможность горизонтального и вертикального масштабирования.
* учет будущего полного перехода на микросервисную архитектуру.
* достаточный уровень безопасности при работе с пользовательскими данными, соответствие законодательным требованиям РФ.
* возможность работы разрабатываемой системы одинаково стабильно на операционных системах Linux и Windows.
* возможность установки копии серверной части в инфраструктуре медицинской организации. В этом случае медицинская организация самостоятельно управляет всеми данными.

На высоком уровне абстракции система состоит из следующих компонентов: маркетинговый веб-сайт, веб-приложения для записи голоса, веб-приложение для просмотра результатов, серверная часть. Данные компоненты представлены на рис. 1.



Рис. 1 – Основные компоненты программного продукта

При разработке архитектуры был выбран компромисс между монолитной и микро сервисной архитектурой. Микросервисная архитектура была бы более предпочтительной, потому что хорошо обеспечивает требуемую масштабируемость и способствует разделение работу между разработчиками. Но, с другой стороны, она требует дополнительных расходов, как инфраструктурных, так и требуемой работы для создания и поддержки. Ключевым фактором стал относительно небольшой срок создания проекта – 4 месяца. Архитектура решения представлена на рис. 2.



Рис. 2 – Архитектура решения

Для распознавания речи и намерений используются внешние сервисы от компании «Яндекс», которые поддерживают масштабирование. К ним нет жесткой привязки и впоследствии они могут быть заменены на собственно разработанные сервисы или сервисы от других провайдеров. Аналогично с сервисом хранения файлов «Яндекс S3».

Основное приложение размещено на виртуальной машине Linux, которая в свою очередь размещена в сервисе «Яндекс Облако». При возрастании нагрузки, возможно как горизонтальное, так и вертикальное масштабирование. В консоли «Яндекс Облако» можно добавить вычислительных ресурсов и памяти для виртуальной машины. Этот способ со временем может стать слишком дорогим, тогда возможно добавление в архитектуру балансировщика нагрузки, который будет перенаправлять запросы пользователей в одну из нескольких виртуальных машин.

Сейчас в качестве базы данных используется «SQLite», это оправдано маленьким количеством пользователей и простотой использования. При горизонтальном или вертикальном масштабировании база данных заменится на «PostgreSQL» и вынесется в отдельный сервис.

Клиентские приложения исполняются в браузере пользователей, поэтому для них не требуется планирование масштабирования на сервере. Но по мере возрастания кодовой базы потребуется их оптимизация, для ускорения первичной загрузки и улучшения пользовательского опыта. Это возможно будет реализовать путем разбиения поставляемого кода на базовый и модульный. Базовый будет загружаться каждый раз при запросе клиента, а модульные по мере использования приложения асинхронно.

Маркетинговый веб-сайт расположен отдельно от основного решения на платформе Тильда. Что упрощает и изолирует работу с ним. Но в то же время добавляет ряд ограничений, которые в настоящее время для проекта несущественны.

 Работа над дизайном пользовательских интерфейсов ведется в программе «Figma». Там создаются макеты экранов мобильного и десктопного приложений, а также дизайн маркетингового веб-сайта в мобильной и десктопной версиях. Дизайн состоит из повторно используемых элементов, таких как логотип, кнопки, текстовые поля и другие. Цветовая гамма и шрифты определены единожды и последовательны во всех элементах пользовательского интерфейса.

 Дизайн создается для разработчиков и тестировщиков. Они могут увидеть, как отдельные экраны, так и динамику переходов между ними.

## **1.2. Процесс командой работы над реализацией проекта**

Процесс разработки решения является гибридом водопадной (первая очередь) и итеративной модели (вторая очередь) разработки. Команда разработки состоит из 3-х разработчиков, тестировщика, дизайнера и менеджера проекта. Менеджер проекта является одновременно и разработчиком. Занятость членов команды в проекте является непостоянной и меняется от недели к неделе.

 Критические требования, такие как распознавание речи в текст, базовая версия веб-сайта, сохранение аудиофайлов и другие были запланированы в первую очередь. Первая часть разработки была выполнена согласно водопадной модели. Перед началом разработки на основе требований были составлены и отсортированы по приоритету задачи. Далее задачи были назначены на исполнителей. После чего было проведено собрание с исполнителями, где задачи задачам была дана оценка в человеко-часах. Далее был составлен график разработки. Первая часть была завершена за 2.5 месяца, отведённых на разработку.

Менее критические требования были реализованы во вторую очередь. Перед началом разработки были созданы задачи в соответствии с менее критическими требованиями. Далее проводились еженедельные итерации с выпуском новой версии каждую неделю. На каждую итерацию выбирались и оценивались задачи из списка, который обновлялся и пополнялся по мере продвижения в разработки и получения обратной связи от пользователей.

На протяжении всего времени разработки проводилось тестирование и найденные ошибки, как правило, исправлялись с большим приоритетом, чем разработка новых функций. Схема разработки новой функции представлена на рис. 3.



Рис. 3 - Схема добавления новой функции в решение

Перед тем, как добавить новую функцию ее необходимость должна быть обоснована, то есть она должна обладать сравнительно большим приоритетом. После чего составляются требования. Далее дизайнер работает над дизайном, если это функция, связана с пользовательским интерфейсов, например, новая кнопка. Параллельно с дизайнером тестировщик работает над написанием сценария тестирования новой функции.

Далее требования и возможный дизайн передаются в разработку. По завершении разработки, разработчик обновляет техническую документацию проекта и передает свой код на проверку другим разработчикам (peer to peer). Как только код проходит проверку другими разработчиками, он передается в тестирование. Если тестировщик одобряет реализацию новой функции, то она переходит в очередь на выпуск новой версии, иначе возвращается разработчику на доработку.

В процессе разработки могут измениться требования. Например, в случае нахождения ошибки или неточности в требованиях или слишком больших затрат на разработку в соответствии с текущими требованиями.

Верификация (тестирование) решения реализуется на уровнях пользователя и разработчика. На уровне пользователя тестирование осуществляется вручную специальным членом команды – тестировщиком. В его задачи входит проверка новых функции в соответствии с дизайном и требованиями, составления плана и сценариев тестирования, разработка сценария регрессионного тестирования. Регрессионное тестирование проводится после каждого выпуска новой версии. В задачи тестировщика также входит проверка соответствия дизайна требованиям.

Новые функции тестируются на персональном компьютере. То есть тестировщику необходимо самостоятельно переключаться между различными версиями приложения и обеспечивать работоспособность локальной среды. Регрессионное тестирование проводится на продуктовой среде. Сценарии и планы тестирования хранятся в виде «Excel» таблиц в общей папке документов проекта. Тестировщик проводит тестирование используя «ПО Postman».

Тестирование на уровне разработки реализуется в двух видах. Первый вид – модульное тестирование реализуется разработчиком на уровне кода, запускается по требованию и перед каждым выпуском новой версии. Модульное тестирование помогает находить ошибки перед передачей код в тестирование. Второй вид тестирование – нагрузочное тестирование. Оно проводится разработчиками перед выпуском каждой новой версии. В рамках этого тестирования проверяется соответствие нефункциональным требованиям производительности. Данное тестирование проводится в автоматическом режиме.

# **Глава 2. Реализация программного продукта**

## **2.1. Реализация серверной части программного продукта**

Распознавание речи будет подробно рассмотрено в выпускной работе другого участника команды. В данной работе рассмотрено лишь его непосредственное использование в проекте.

 Распознавание речи можно разделить на 2 этапа: распознавание речи в текст (на вход подается аудио файл, на выходе генерируется текстовый файл) и интерпретация речи или распознавание намерений (на вход подается текстовый файл, на выходе генерируется структурированная медицинская запись).

Для распознавания речи используется сервис «Яндекс Speech Kit». Он работает в двух режимах – коротком и длинном. В короткий режим попадают аудиофайлы, длина которых не превышает 30 секунд. В данном режиме результаты распознавание предоставляются в рамках одного блокирующего запроса. Для длинных файлов нужно осуществить 3 действия: загрузить файл на сервер Яндекса, инициализировать распознавание и проверять результаты, пока Яндекс не закончит обработку. «Яндекс Speech Kit» поддерживает дообучение базовых моделей новым терминам, в случае проекта планируется дообучение, например, названиями лекарств.

Запись речи происходит непосредственно в браузере пользователя. Большинство современных браузеров («Google Chrome», «Яндекс Браузер», «Opera», «Microsoft Edge») работают на движке «Chromium» от «Google» и записывают аудиофайлы в формате – «webm» без возможности это изменить. К сожалению, «Яндекс Speech Kit» не работает с данным форматом, и, следовательно, записанные файлы необходимо конвертировать. Для конвертации из формата «webm» в «ogg» используется свободно-распространяемое программное обеспечение «ffmpeg».

Для распознавания намерений используется сервис «Яндекс Диалоги». В нем можно создавать сценарии, и дальше сервис будет проверять, является ли текст на вход активатором сценария или нет. И если является, то на основе сценария делается синтаксический анализ текста, выделяется подлежащее, сказуемое, цифры, названия, имена и другие части. В случае описываемого решения прием терапевта раскалывается на минимальные компоненты. Например, узнавание ФИО, возраста, симптомов, назначенных лекарств и другие.

Серверная часть веб-приложений общая и создана на платформе «.NET Core 6». При запуске она работает как консольное приложение. «.NET» – кроссплатформенная технология и может работать как на Windows, так и на Linux.

Для размещения серверной части была выбрана платформа «Яндекс Облако». Условия использования, оказались приемлемыми, кроме удобно управлять всей инфраструктурой, развернутой в одном месте. До этого уже было принято решение использовать «Яндекс Облако» для распознавания речи.

Среди вариантов ОС для хостинга Ubuntu 20 оказался наиболее предпочтительным. По предварительным оценкам выбранной конфигурации виртуальной машины хватит на 10 пользователей.

Для хранения аудиофайлов, созданных пользователями, используется «Яндекс S3». Для управления «.NET» приложением внутри Ubuntu 20 была выбрана программа «PM2», которая позволяет удобно запускать и останавливать процессы операционной системы. Для SSL сертификата был выбран самоподписный «OpenSSL» сертификат по причине нулевой стоимости и простоте использования. В качестве веб-сервера был выбран «Nginx», по причине нулевой стоимости и хорошей документации по стороны «.NET». В качестве провайдера доменного имя был выбран «Reg.ru». Он предоставляет удобный интерфейс для управления доменом и записями А и CName.

 Выпуск новой версии происходит следующий образом. Приложение «PM2» останавливается. На виртуальной машине Ubuntu обновляется исходный код приложения с помощью «git». Скомпилированные версии клиентский приложений хранятся в «git», компиляция серверной части происходит на Ubuntu. Приложение «PM2» запускается.

Серверная часть приложения построена на платформе «ASP .NET» с использованием языка программирования C#. Эти технологии уже были известны участникам команды, что было ключевым фактором выбора.

Архитектура приложения организована по принципу Clean Architecture, описанному в книге Роберта Мартина [20]. Приложение разбито на несколько проектов, которые представлены на рис. 4.



Рис. 4 – Архитектура серверной части приложения

Данные хранятся в базе данных «SQLite», при работе с ней используется подход «Object-Relational Mapping (ORM)». Такой подход позволяет работать с базой данных внутри кода без использования SQL запросов, что ускоряет разработку.

При разработке активно использовалось асинхронное программирование, где это было возможно – сетевое взаимодействие, работа с диском и базой данных. Также для повышения качества кода используется тестирование. Модульное тестирование покрывает код, отвечающий за бизнес-логику приложения. Интеграционное тестирование покрывает код, отвечающий за взаимодействие с внешними сервисами и базой данных.

Для написания кода использовались «Visual Studio Community» с расширением «ReSharper», для интеграционного тестирование использовалась программа «Postman», для работы с «git» использовался сервис «Github». Также были использованы дополнительные модули для платформы «.NET»: «Amazon S3» для работы с «Яндекс S3», «RestSharp» и «Newton Json» для взаимодействия с внешними сервисами, «Enitity Framework» в качестве «ORM».

 Во время работы над прототипом произошел отказ корпорации «Microsoft» от работы с пользователями из РФ, аналогично произошло с компанией «Google». Изначально для разработки использовался сервис «Microsoft Azure», для размещения в нем виртуальной машины, на которой исполняется серверная часть приложения. Также «Microsoft Azure» использовался для хранения аудиофайлов, создаваемых пользователями. «Microsoft Azure» был заменен на аналогичные сервисы от платформы «Яндекс Облако».

 Для распознавания намерений использовался сервис «Google DialogFlow», он был заменен на «Яндекс Диалоги», на основе которых работает знаменитая «Яндекс Алиса». «Google Analytics» для маркетингового веб-сайта был заменен на «Яндекс Метрика». Итоги имортозамещения представлены на рис. 5.



Рис. 5 – Схема импортозамещения используемых сервисов

## **2.2. Реализация клиентской части программного продукта**

 Клиентская часть состоит из 2-x веб-приложений: мобильного для записи голоса и десктопного для просмотра результатов. Оба приложения взаимодействуют с REST API серверной части, также серверная часть отвечает за отправку кода приложений в браузеры конечных пользователей.

 Для реализации приложений были выбраны технологии «React», «Redux», «Typescript» и «Material UI» работающие на платформе «NodeJS». Это широко и известные и документированные технологии, кроме того, участники проекта на момент выбора обладали опытом использования этих технологий.

 Архитектура клиентских приложений основана на принципах построений приложений Redux. Кодовая база разделена на компоненты интерфейса и вспомогательные модули. Вспомогательные модули в свою очередь разделены на «reducer», «action», «slice», «store» и другие абстракции «Redux». Изображение использования интерфейса приложения представлено на рис. 6.



Рис. 6 – Пользовательский интерфейс мобильного веб-приложения для записи голоса

 Для создания маркетингового веб-сайта была выбрана платформа «Tilda». Она позволяет быстро и без написания кода создавать веб-сайты и подключать пользовательские доменные имена. Кроме того, она предоставляет ряд готовых интеграций, например, с «Яндекс Метрика». В выбранный тариф также входит готовый SSL сертификат.

«Яндекс Метрика» используется для сбора аналитики, в частности, чтобы измерять конверсию и для сбора информации о посетителях. Конверсия измеряется как количество посетителей, оставивших свою электронную почту для рассылки от общего посетителей. Пример пользовательского интерфейса веб-сайта представлен на рис. 7.



Рис. 7 – Пользовательский интерфейс маркетингового веб-сайта

## **2.3. Апробация программного продукта**

 В качестве апробации рассматривались и обсуждались различные варианты медицинских учреждений. В частности, было получено предложение провести апробацию в многопрофильном медицинском центе «СтомаМедСервис» города Гатчина. Для проведения формальной апробации в этом и других медицинских учреждениях были получены критерии, соответствие которым запланировано, но в момент написания работы невозможно, в связи их количеством и сложностью.

 Неформальная апробация была проведена в ГАУЗ ККДЦ имени И.А. Колпинского города Кемерово. Прототип приложения показал относительное увеличение скорости работы и получил положительную обратную связь от врача общей практики, участвовавшего в эксперименте.

# **Глава 3. Бизнес-концепция программного продукта**

## **3.1. Экономическое обоснование целесообразности создания программного продукта**

 Врачи тратят до 40% своего рабочего времени на работу с документами [21]. Чтобы уменьшить эту долю применяются различные методы. Например, электронный документооборот (электронные медицинские карты) и голосовой ввод. Перевод голоса в текст может осуществляться 3-ми лицами или программными средствами, например программой «Voice2Med» от компании «ЦРТ».

 При сокращении времени, требуемого на заполнение медицинской документации, выигрывают пациенты, врачи и медицинские учреждения. Пациенты будут меньше ожидать готовности выписок, врачи будут меньше тратить время на монотонную работу и больше на пациентов, медицинские организации смогут выполнять планы по оказанию услуг с помощью меньшего количества врачей.

В 2020 году в России было проведено 1.93 миллиарда приемов пациентов. Общий объем рынка сократился на 10% по сравнению с 2019 годом. Но при этом аналитики предсказывают рост объема рынка и количества проведённых приемов в 2022–2025 годах [22].

Объем рынка частной медицины в 2020 году оценивался в 738 млрд. рублей. Объем бюджета на здравоохранение в 2022 году составил 1.22 трлн. рублей [25].

Число больничный учреждений в РФ в 2019 году было около 5200, поликлиник было около 21 400. Число врачей росло с 2015 по 2019 годы и в 2019 году достигло 714 100 [14].

В качестве конкурентов на рынке РФ можно рассматривать функции для быстрого ввода данных встроенные в электронные медицинские карты, компании предоставляющие услуги по медицинской транскрипции и отдельно «ЦРТ», выпускающую продукт «Voice2Med», предназначенный для голосового заполнения медицинской карты.

 «Voice2Med» - ближайший к описываемому решению по функциональности продукт. Основные отличия «DoctorScript» от «Voice2Med» представлены на рис. 8.



Рис. 8 – Сравнение с программным продуктом-конкурентом

Главным отличием «DoctorScript» является интерпретация диалога врача и пациента, основанная на алгоритмах искусственного интеллекта. В результате диалог пациента и врача раскалывается на составные части – симптомы, ФИО, возраст, выписанные лекарства и другие. «Voice2Med» предполагает более быстрое заполнение электронной медицинской карты по сравнению с простым вводом.

«Voice2Med» – программа от группы компаний «ЦРТ», которая в свою очередь входит в «СБЕР». Программа устанавливается на сервер медицинского учреждения, либо на компьютер врача. У компании «ЦРТ» есть и другие голосовые продукты, например автоматизация колл-центров.

При использовании врач ставит курсор на поле ввода и программа, начинает распознавать речь, заполняя выбранное поле, в режиме реального времени. При этом распознается только голос врача.

Из преимуществ решения можно выделить – отсутствие необходимости постоянного соединения с сетью Интернет, также то, что данные хранятся на серверах медицинского учреждения и не передаются 3-м лицам ни в каком виде. Кроме того, доступно голосовое управление всем процессом записи, например, можно отправить документ на печать голосовой командой; имеется возможность замены фраз на блоки текста.

Из недостатков можно выделить – требование внешнего микрофона, отсутствие мобильной версии, по большей части отсутствие интерпретации диалога (заявлено только голосовое управление процессом).

На зарубежных рынках представлено несколько решений, которые интерпретируют прием пациента врачом и автоматически заполняют электронную медицинскую карту. Примерами, таких решений являются «Deepscribe» и «Nuance» (входит в «Microsoft»). Nuance также предлагает подобные решения и для других сфер, например, для юриспруденции.

«DeepScribe Inc» – компания из Сан-Франциско, которая предоставляет услугу по распознаванию и интерпретации диалога врача и пациента на английском языке.

 Запись диалога осуществляется на смартфоне, планшете, смарт-часах или при помощи внешнего микрофона. При этом не требуется говорить по специальному сценарию или использовать какие-то специальные термины. Программа создана для распознавания естественного диалога.

Далее запись анализируется искусственным интеллектом и извлекается медицинская информация. Врач получает результат по стандарту IDC-11 [23], в зависимости от результата врач либо подписывает, либо редактирует и затем подписывает. После чего результат отправляется в электронную медицинскую карту пациента. «DeepScribe» предоставляет интеграции с десятками провайдеров электронных медицинских карт.

«Nuance» – американская компания по производству ПО для распознавания речи и применения искусственного интеллекта. В марте 2022 была окончательно приобретена корпорацией «Microsoft» за 20 миллиардов долларов [24].

«Dragon Ambient eXperience» – программный продукт «Nuace», предназначенный для автоматического заполнения медицинской документации во время приема. C точки зрения пользователя программа работает идентично «Deepscribe».

Nuance также предоставляет ряд других продуктов, например, «Dragon Law Enforcement», который упрощает работу с документами для юристов.

## **3.2. Бизнес-план проекта по созданию программного продукта**

Для расчета основных экономических показателей таких как «EBITDA», «FCFF» и кумулятивный дисконтированный денежный поток была построена финансовая модель. Основные параметры модели представлены на рис. 9.



Рис. 9 – Тезисы финансовой модели

Продажи планируют частным и государственным медицинским учреждениям. В качестве привлечения клиентов планируются следующие действия:

* участие в профильных конференция, выставках и других мероприятиях. Покупка рекламы на них. Постоянный расход в 200 000 рублей в финансовой модели;
* покупка публикаций в медицинских изданиях. Постоянный расход в 200 000 рублей в финансовой модели;
* участие в грантовых конкурсах и акселераторах. Например, конкурсы «СТАРТ» и «УМНИК», акселератор «СБЕР Студент». В финансовой модели отражено как работа, оплачиваемая в рамках зарплаты сотрудников;
* участие в выставках и других мероприятиях СПбГУ. Планируется создание МИП и далее участие в релевантных мероприятиях с целью поиска клиентов и укрепления бренда;

Ближайшей стадией развитие является завершение первой части разработки прототипа в рамках конкурса «Startup СПбГУ 2022» и демонстрация прототипа широкой аудитории. Далее планируется создание МИП, привлечение инвестиций и завершение разработки прототипа. Эта стадия планируется с июня по декабря 2022 года. Выход на рынок запланирован в январе 2023 года.

# **Выводы**

В ходе работы был создан работоспособный программный продукт для голосового заполнения медицинской документации. Но поставленная задача была решена неполностью. Не было реализовано отдельное приложение для просмотра результатов. Это было частично компенсировано переносом этой функции в приложение для записи голоса. Это было, с одной стороны, вызвано незапланированной необходимостью перехода на продукты компании «Яндекс», заменяя продукты «Microsoft» и «Google», используемые изначально. Подробнее это описано в разделе «Импортозамещение». С другой стороны, это было вызвано рядом управленческих ошибок в распределении и контроли исполнения задач разработки. В результате перехода на продукты компании «Яндекс» был получен опыт разработки, который в будущем упростит и ускорит работы над подобными проектами и задачами.

 Также не была проведена формальная апробация программного продукта. Ее проведение требовало соответствия ряду законодательных актов и приказов правительства РФ, что запланировано, но требует большего времени на реализацию, чем предполагал срок выполнения данной работы. Кроме того, после соответствия потребует согласование и получение формальных выписок, что тоже займет долгое время. Апробация была проведена неформально в тестовом режиме, в результате программный продукт получил положительную обратную связь. Основная гипотеза подтвердилась – программный продукт позволяет врачам быстрее заполнять медицинскую документацию.

# **Заключение**

В ходе работы был создан программный продукт для голосового заполнения медицинской документации, который получил практическое применение. Более детально, были получены следующие результаты:

* произведен анализ предметной области и существующих решений, представленных на отечественном и зарубежных рынках;
* разработана бизнес-концепция проекта, разработана финансовая модель, составлен прогноз на 3 года;
* составлены функциональные и нефункциональные требования к разработке прототипа;
* организованы процессы работы команды проекта;
* разработаны архитектура и дизайн программного продукта;
* создан прототип программного продукта согласно требованиям, архитектуре и дизайну;
* произведено финальное тестирование и апробация программного продукта;

# **Список литературы**

1. Веб-сайт компании «BusinesStat» - URL: <https://businesstat.ru/catalog/id8707/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Веб-сайт сообщества «Врачи РФ» - URL: <https://vrachirf.ru/company-announce-single/26580> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
3. Новостной веб-сайт «Фармацевтический вестник» - URL: <https://pharmvestnik.ru/content/news/v-2015-g-medorganizatsii-zaplatili-30-mlrd-rub-shtrafov-za-neponjatnyj-pocherk-i-oshibki.html> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Веб-сайт эндаумент-фонда «Развитие СПбГУ» - URL: <https://fund.spbu.ru/programmy/tekuschie-programmy/start-up-spbgu--2022/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. Маркетинговый веб-сайт, описываемого в работе решения, посвящённый проекту «DoctorScript» - URL: <https://dscript.ru/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
6. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152 «О персональных данных» - URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_61801/ (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Федеральный закон от 30.12.2020 № 519 «О внесении изменений в Федеральный закон «О персональных данных»» - URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012300044 (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
8. Приказ Минздрава России от 11.11.2013 № 18–1/1010 «Основные разделы электронной медицинской карты» - URL: https://docs.cntd.ru/document/420208194 (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. Приказ Минздрава России от 15.12.2014 № 834н (ред. от 02.11.2020) «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению» - URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_175963/ (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
10. Веб-сайт компании «Deepscribe» - URL: https://www.deepscribe.ai (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
11. Веб-сайт компании «Nuance» - URL: https://www.nuance.com/ (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
12. Веб-сайт компании «ЦРТ» - URL: https://www.speechpro.ru/product/programmy-dlya-raspoznavaniya-rechi-v-tekst/voice2med (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
13. Веб-сайт компании «РБК», посвященный экономическим исследованиям - URL: <https://marketing.rbc.ru/research/27532/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный / проприетарный. – Текст: электронный.
14. Веб-сайт федеральной службы «Ростат» - URL: <https://rosinfostat.ru/zdravoohranenie/#i-4> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
15. Веб-сайт компании «Statista» - URL: https://www.statista.com/ (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный / проприетарный. – Текст: электронный.
16. Официальный веб-сайт сервиса «Яндекс Облако» - URL: <https://cloud.yandex.ru/> (дата обращения: 22.05.2022). Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
17. Официальный веб-сайт технологии «React» - URL: <https://reactjs.org/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
18. Официальный веб-сайт технологии «Redux» - URL: <https://redux.js.org/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
19. Официальный веб-сайт технологии «ASP .NET» - URL: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
20. Мартин, Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. - Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 351с – ISBN 978-5-4461-0772-8
21. Веб-сайт мультимедийного проекта «ЛекОбз» - URL: <https://lekoboz.ru/meditsina/issledovanie-do-43-rabochego-vremeni-vrachej-ukhodit-na-oformlenie-dokumentov> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
22. Веб-сайт компании «Деловой профиль» - URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-kommercheskoy-meditsiny-v-rossii-tendentsii-i-perspektivy-razvitiya/> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
23. Веб-сайт Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) - URL: <https://icd.who.int/en> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
24. Веб-сайт компании «West Corporation» - URL: <https://microsoft.gcs-web.com/node/29236/html> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
25. Веб-сайт компании «Бионика Сервис» - URL: <https://medvestnik.ru/content/news/Ekonomisty-raskritikovali-snijenie-rashodov-na-zdravoohranenie-v-proekte-budjeta-na-2022-god.html> (дата обращения: 22.05.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.