

Правительство Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Факультет компьютерных наук
Образовательная программа бакалавриата «Программная инженерия»

ОТЧЕТ
по преддипломной практике
Подготовка ВКР на тему
**Мобильное приложение для проведения мультилингвального теста для
интраоперационного картирования речи на национальных языках России**

Выполнил(а) студент(ка)
образовательной программы
09.03.04 «Программная инженерия»
группы БПИ195


(подпись)

Н.Д.Зубарева
(инициалы, фамилия)

Руководитель практики от НИУ ВШЭ

Старший преподаватель ДПМ МИЭМ НИУ ВШЭ им. А.Н.Тихонова, программист Центра
языка и мозга НИУ ВШЭ, Зонтов Юрий Владимирович

(уч. степень, должность, ФИО)

24.04.2023
(дата)

9 (отлично)
(оценка)


(подпись)

Оценка комиссии

(дата)

(оценка)

(подпись)

Реферат

Картирование речи – это процедура, имеющая своей целью уменьшение урона, который наносится речевым центрам мозга во время операций на мозге. Одна из разновидностей картирования речи – тест на называние. Приложение, описываемое в этой статье, является средством автоматизации проведения этой процедуры. Оно выполняется по предложению Центра Языка и Мозга НИУ ВШЭ и будет использоваться в основном нейробиологами, нейролингвистами и, возможно, медицинским персоналом при проведении операций на мозге с пробуждением. В этой статье описываются выбранные технологические средства, архитектурный подход и прочие детали реализации мобильного приложения для проведения интраоперационного теста на называние.

Выпускная квалификационная работа содержит 36 страниц, 3 главы, 32 иллюстрации, 23 источника и 2 приложения.

Ключевые слова: картирование речи; автоматизированное тестирование; тест на называние; мобильное приложение; кроссплатформенная мобильная разработка.

Abstract

Speech mapping is a procedure that aims to reduce damage to the brain areas during neurosurgery. One way it can be carried out is via a naming test. The application described by this paper is an automation tool for this procedure. It is commissioned by the Center for Language and Brain of HSE University and will be predominantly used by neuroscientists, neurolinguists and, possibly, medical personnel during awake brain surgery. This paper discusses the chosen technology, architectural approach and further details of the implementation of the mobile application for intraoperative naming test conduction.

The paper contains 36 pages, 3 chapters, 32 illustrations, 23 sources and 2 appendices.

Key words: language mapping, automated testing, naming test, mobile application, cross-platform mobile development.

Оглавление

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ТЕРМИНЫ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ И АНАЛОГОВ.....	8
1.1. ИНТРАОПЕРАЦИОННОЕ КАРТИРОВАНИЕ ЦЕНТРА ЯЗЫКА И МОЗГА	8
1.2. ПАССИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ.....	9
1.3. RAVLT	10
1.4. КАРАСИК.....	11
1.5. RAT	11
1.6. DUOLINGO	12
1.7. QUIZLET	13
1.8. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА	14
1.9. ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ	17
2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА	18
2.1. ОСНОВНЫЕ ОРИЕНТИРЫ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ	18
2.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	18
2.3. ЯЗЫКИ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ.....	18
2.3.1. ЯЗЫК И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРОССПЛАТФОРМЕННОСТИ	18
2.3.2. БИБЛИОТЕКИ И ПЛАГИНЫ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИА	19
2.3.3. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ	20
2.4. АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ	20
2.5. ДИЗАЙН ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА	21
2.6. РЕСУРСЫ ПРИЛОЖЕНИЯ	22
2.7. СТАНДАРТ ФОРМАТА ЭКСПОРТА И ИМПОРТА ДАННЫХ	23
2.8. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ И НАВИГАЦИЯ	23
2.9. ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ	24
3. ФУНКЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ – 50%.....	26
3.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ	26
3.2. СОЗДАНИЕ ПАЦИЕНТА В БАЗЕ ДАННЫХ ПРИЛОЖЕНИЯ	26
3.3. ПРОСМОТР, РЕДАКТИРОВАНИЕ, УДАЛЕНИЕ ДАННЫХ ПАЦИЕНТА	26
3.4. ДОБАВЛЕНИЕ ПАЦИЕНТУ ТЕСТОВ НА РАЗНЫХ ЯЗЫКАХ.....	26
3.5. ПРОСМОТР СПИСКА ВСЕХ ПАЦИЕНТОВ.....	27
3.6. ПРОВЕДЕНИЕ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ТЕСТА	27
3.7. ПРОВЕРКА ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ТЕСТА.....	27
3.8. ДОБАВЛЕНИЕ ПРОБ В ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ ТЕСТ	28
3.9. ПРОВЕДЕНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ТЕСТА	28
3.10. ЭКСПОРТ ФАЙЛОВ ИНФОРМАЦИИ О ПАЦИЕНТАХ	29
3.11. ИМПОРТ ФАЙЛА ИНФОРМАЦИИ О ПАЦИЕНТАХ	30
3.12. ЭКСПОРТ ФАЙЛОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ КАЖДОГО ПАЦИЕНТА.....	31
3.13. ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	32
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	34

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ТЕРМИНЫ

Интраоперационное картирование речи - процедура проведения языковых тестирований при воздействии на зоны мозга для определения функционально значимых для речи зон.

Тест - набор заданий, используемых при картировании. Существуют различные виды тестов (например, тест на называние, тест на повторение псевдослов и т.д.)

Тест на называние (объектов) - рассматриваемый в этой работе вид теста, состоит из называния пациентом объекта на предъявляемых изображениях. База заданий состоит из изображений и целевых названий.

Предъявление - набор проб конкретного вида теста, участвующий в тестировании, содержит каждую пробу только один раз.

Проба - одно задание какого-либо вида теста, содержит стимул.

Кроссплатформенность - способность программного обеспечения работать с несколькими аппаратными платформами или операционными системами.

Android – операционная система от компании Google, устанавливается в том числе и на смартфоны.

ВВЕДЕНИЕ

Речь – это одна из когнитивных функций, ключевых для достойного качества жизни человека. Так как речь ассоциирована с большей частью сфер жизни (кроме общения с людьми, речь часто выступает инструментом познания мира, самореализации в нем, его осмысления), расстройства коммуникативной функции носят крайне разрушительный характер [1], [2].

К несчастью, подобные дисфункции нередко возникают как последствия хирургического вмешательства, например, при удалении опухолей мозга. Очевидно, что подобные операции в любом случае ассоциированы с рисками для пациентов, однако побочные эффекты снижения речевых навыков являются риском, который было бы приоритетно минимизировать, насколько это возможно без ограничения полезного действия от операции. С целью минимизации потери речевой функции была разработана процедура картирования речи [3]. Она заключается в попытке выявления областей мозга, задействованных в речи, во время операции. После выявления таких областей хирурги могут попробовать избежать вмешательства в них при удалении других участков мозга и, таким образом, минимизировать речевые потери пациента после операции.

Картирование речи, как процедура, может включать в себя разные механизмы распознавания активных в речи зон мозга с помощью разных видов тестов. Так, существуют тесты на автоматическую речь: тесты на чтение, счет, и тесты на генерацию речи: тесты на написание (существительных и глаголов), тесты на исключение (фонологическое и семантическое), на дополнение предложений, на повторение псевдослов, и т.д. Каждый вид заданий задействует особые структуры, связанные с речью и, поэтому, более или менее подходит для пациентов с поражениями разных областей мозга, однако генеративные тесты считаются более эффективными в распознавании областей, активных в повседневном использовании речи [4]. Также существует необходимость оптимизации процесса тестирования, так как оно проводится во время операции, с пробуждением пациента после трепанации черепа, и в целом является утомительной и неприятной процедурой, и ограничено по времени и пространству операционного кабинета. По этой причине тест на написание, отличающийся сравнительной простотой (пациент называет предметы или действия на изображениях, и специалист оценивает правильность названия по протоколу, зная целевое название), наиболее широко используется.

Для корректного проведения теста на написание необходимо, чтобы задания представляли собой грамотно подобранных и стандартизированный набор. Например, важно, чтобы в языке, на котором проводится тестирование, присутствовало как можно меньше синонимов называемого объекта или действия. Так, будет исключен фактор случайного неправильного названия в силу лексики языка. Кроме этого, особую важность имеет проведение теста на родном языке пациента, так как владение им наиболее глубоко отражено в мозговых структурах. Также, особый интерес представляет тестирование билингвальных пациентов на обоих языках, которыми они владеют, так как, согласно многим исследованиям [5], разные языки могут быть представлены как пересекающимися, так и разными зонами мозга. Соответственно, чтобы сохранить речь пациента в обоих языках, необходимо проводить тестирования для них отдельно. Эти же

тестирования, в свою очередь, будут иметь научную значимость для лучшего понимания расположения речевых центров в мозге.

Первый и, пока, единственный стандартизированный тест на название на русском языке был разработан в Центре Языка и Мозга НИУ ВШЭ [6] и в данный момент там же разрабатываются стандарты для некоторых других языков, которые могут быть родными для пациентов на территории России. Протоколы Центра Языка и Мозга уже были использованы при операциях и показали себя надежными инструментами для сохранения качества жизни пациентов после операции.

Процедура выглядит следующим образом: сначала пациент регистрируется в системе, сохраняются его личные данные и добавляются языки в соответствии с теми, которыми он владеет. Далее следует этап предоперационного тестирования, когда пациенту дважды предъявляются задания стандартного набора выбранных языков, и оценка этого этапа: слова, которые пациент оба раза назвал правильно, считаются стабильными для этого пациента и вносятся в набор для интраоперационного тестирования. В конце концов, во время операции, после получения доступа к мозгу, пациента приводят в сознание, и ему предъявляются слова из интраоперационного набора во время воздействия на участки мозга электрическим током (либо проводят пассивное картирование речи [7]) с целью понимания их участия в речи.

Однако, существующее решение все еще имеет свои недостатки, а именно, проведение процедуры ручное и предполагает использование нескольких устройств: отдельного планшета с презентацией, содержащей изображения для называния, микрофон для записи ответов пациента, бумажные протоколы с целевыми названиями и т.д. В условиях операции такое большое количество инструментов неудобно и может приводить к нарушению процедуры. Кроме того, этап регистрации пациента и предоперационного тестирования проводится отдельно от интраоперационной фазы и информация между ними переносится с помощью бумажных протоколов и цифровых таблиц с данными пациентов.

В связи с этим было принято решение создать мобильной приложение, которое бы поддерживало все этапы процедуры и автоматизировало часть из них, а также сохраняло и позволяло выгружать результаты тестирования для дальнейшего анализа. В настоящий момент, насколько известно автору, прямых аналогов такого приложения нет, что объясняется специфичностью предметной области. Однако имеет смысл сравнить разрабатываемое приложение, во-первых, с самой процедурой картирования, во-вторых – с другими приложениями, уже составляющими цифровую экосистему Центра Языка и Мозга, хотя и реализующими другие функции, а также с приложениями, которые могут функционально пересекаться с некоторыми аспектами разрабатываемой системы (например, языковое тестирование, задания на называние). Таким образом, хотя приложение и не будет иметь аналогов, для его разработки будут использованы лучшие из существующих подходов и результаты их анализа и усовершенствования.

Целью выполнения ВКР является создание мобильного приложения для проведения процедуры интраоперационного картирования речи и сопутствующих процессов, конкретно теста на называние. Для реализации этой цели выделены следующие задачи:

- 1) Изучение предметной области, интервьюирование заказчиков;

- 2) Анализ существующих решений для проведения картирования речи;
- 3) Анализ существующих косвенных аналогов;
- 4) Определение требований к программе, разработка технического задания;
- 5) Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации;
- 6) Выбор языка программирования и технических инструментов;
- 7) Прототипирование интерфейса приложения;
- 8) Разработка приложения;
- 9) Тестирование и отладка приложения;
- 10) Эксплуатационное тестирование приложения;
- 11) Разработка программной документации.

Данный документ Выпускной квалификационной работы состоит из трех глав.

В **первой главе** проведен обзор и анализ существующих аналогов, как основных (процедура картирования речи), так и соответствующих отдельным функциям разрабатываемого приложения. Так как приложение планируется как усовершенствование своего единственного прямого аналога, анализ аналогов в меньшей степени носит функцию обоснования конкурентного преимущества данной разработки или ее актуальности, и в большей степени – функцию изучения возможных подходов к реализации функций и их соответствия желаниям заказчиков. Аналоги, таким образом, проанализированы по наиболее важным функциональным аспектам и размечены в соответствии с тем, насколько такой подход был бы выигрышным для адаптации в текущей разработке, в соответствии как с требованиями заказчика к системе, так и оценке соотношения полезности и реализуемости разработчика.

Во **второй главе** описаны и обоснованы выбранные технологии и подходы к разработке, в том числе дизайн архитектуры системы и ее структуры.

В **третьей главе** описаны функциональные возможности разработанного приложения и продемонстрирован пользовательский интерфейс приложения, а также прокомментированы основные пути работы пользователя в приложении.

В **заключении** подведены итоги выполнения ВКР и обозначены вероятные направления будущего развития приложения и дальнейшей разработки.

1. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ И АНАЛОГОВ

В данной главе проводится обзор существующих аналогов, их подходов к реализации релевантных для разрабатываемого приложения функций, достоинств и недостатков. Главным образом, благодаря этому анализу можно сформировать ориентиры реализации, которые будут учтены при разработке.

Рассмотрены следующие аналоги: протокол проведения интраоперационного картирования речи Центра Языка и Мозга [6] (прямой аналог), аппаратное и программное решение для проведения пассивного картирования речи [7] (прямой аналог), мобильное приложение “RAVLT” (разработка Центра языка и мозга) [8], мобильное приложение “Карасик” (разработка Центра языка и мозга) [9], мобильное приложение “RAT” (разработка Центра языка и мозга) [10], мобильное приложение “Duolingo” [11], мобильное приложение “Quizlet” [12].

1.1. Интраоперационное картирование Центра Языка и Мозга

Процедура интраоперационного картирования речи, которой следуют в Центре, — это классическое решение, материалы для которого были опубликованы в 2016 году и находятся в свободном доступе. Для каждого языка они содержат набор изображений, а также протоколы с соответствующими этим изображениям словами, подобранными так, чтобы уменьшить вероятность ошибки пациента из-за случайного называния синонима.

В рамках этой реализации процедуры предоперационное тестирование проводится с помощью бумажных протоколов (рис. 1) и таблиц с данными пациента, интегрированными в приложение RAT для детальной оценки речевых навыков и возможных дефектов. Проверка предоперационного тестирования проводится либо непосредственно во время тестирования как отметка о правильности, либо после. На ее основании пробы, которые были дважды названы верно, добавляются в протокол интраоперационного картирования.

Протокол «Называние действий»				
Пациент _____		ID _____	Дата _____	Тестирующий _____
		До / После		
№	Слово	Правильные номинации (% доминант.)	Предъявление 1	Предъявление 2
1	пилить	пилить 95, распиливать 5		
2	гладить	гладить 91, ласкать 6, мурлыкать 2, облизывать 1		
3	пеленать	пеленать 95, закутывать 2, укутывать 2, заботиться 1		
4	вязать	вязать 99, шить 1		
5	чистить	чистить 100		
6	звонить	звонить 98, нажимать 2		
7	отрывать	отрывать 99, рвать 1		
8	сушить	сушить 98, укладывать 2		
9	толкать	толкать 94, выталкивать 3, подталкивать 2, выгаскивать 1		
10	смотреть	смотреть 97, бездельничать 1, зомбировать 1, сидеть 1		
11	собирать	собирать 96, наклоняться 2, нагибаться 1, срывать 1		
12	жонглировать	жонглировать 96, развлекать 2		
13	слушать	слушать 94, наслаждаться 4, кайфовать 1, музицировать 1		
14	рисовать	рисовать 94, писать 6		
15	петь	петь 98, исполнять 2		
16	нюхать	нюхать 97, вдыхать 1, обонять 1, смотреть 1		
17	курить	курить 97, вонять 1, затягиваться 1, понтовать 1		
18	барабанить	барабанить 84, стучать 6, бить 5, играть 5		
19	стирать	стирать 94, полоскать 3, мыть 2, мочить 1		

Рисунок 1. Протоколы картирования речи

Тестирование во время операции проводится с использованием планшета или ноутбука, на которых демонстрируется презентация с встроенным аудиосигналом о начале показа пробы и изображениями проб (рис. 2). Запись ведется на отдельный микрофон в течение всей операции. Ошибки во время ответов регистрируются тестирующим, сверяющим ответы пациента с бумажным протоколом теста.

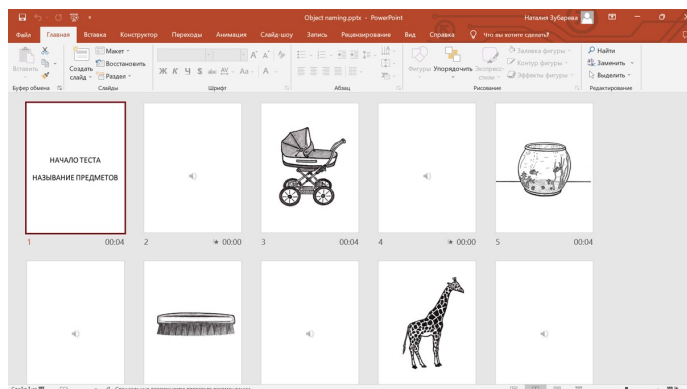


Рисунок 2. Материалы интраоперационного картирования речи

Данная разработка призвана, сохранив основные параметры проведения процедуры (например длительность показа пробы, стиль экрана показа изображения) усовершенствовать процесс, объединив все эти этапы на одном устройстве и структурировав собираемые и хранимые данные. Главным образом, разрабатываемое приложение будет использовать существующие протоколы тестов (изображения и целевые названия) на всех доступных на момент разработки языках.

1.2. Пассивное картирование

Так как данное решение является собственной разработкой объединения медицинских центров, и его программная реализация не находится в открытом доступе, доступная информация о нем ограничена. Однако, из полезного для анализа, известно, что, как и в случае процедуры картирования Центра Языка и Мозга, тестирование проводится с использованием планшетов (материалы тестирования совпадают).

Основным отличием этой реализации является то, что, в то время как в процедуре Центра предполагается воздействие на области мозга электродами с целью их временной деактивации и регистрация ошибок, спровоцированных этим, с помощью записи, а также в непрерывном режиме тестирующим, в данной процедуре воздействие на мозг не оказывается – наоборот, с помощью электрочувствительной решетки регистрируется возбуждение областей мозга во время выполнения заданий. Далее эти данные обрабатываются и анализируются сразу же после тестирования на ноутбуке или компьютере, и составляется карта активных в речи областей (рис. 3).



Рисунок 3. «Установка для проведения пассивного картирования функциональных зон коры головного мозга в условиях операционной» [7].

Это решение интересно, во-первых, тем, что, несмотря на несколько другую процедуру проведения, в него также можно было бы встроить разрабатываемое приложение. Во-вторых, оно любопытно использованием оценки и картирования без участия отдельно предназначенных для этого специалистов (нет тестировщика, который регистрирует ошибки, тем самым снижается человеческий фактор), его заменяет собственный алгоритм обработки электрических сигналов. В сценарии такого проведения картирования было бы интересно рассмотреть возможность интегрирования программного обеспечения, осуществляющего тестирование и блока обработки. Однако это находится за пределами разрабатываемого решения и является лишь возможным направлением развития.

1.3. RAVLT

Данное приложение является разработкой Центра Языка и Мозга и предназначено для проведения языкового и визуального тестирования.

Кроме функциональных аспектов, оно интересно программной реализацией, а именно добавлением языковых ресурсов – словарей в формате gesx. Это позволяет генерировать тесты на языках, встроенных в приложение, и в то же время при необходимости добавлять новые языки без подключения каких-либо сторонних пакетов, просто добавляя файлы ресурсов в сборку.

Также, это приложение написано на Xamarin Forms – одном потенциальном инструменте, который был проанализирован как возможный для написания данного приложения.

Результаты испытуемого						
ft. ffff						
Понимание существительных						
Дата тестирования и № тестирования	Результат	Степень нарушения	Процент правильных ответов по пробам	Время реакции (для правильных ответов)	Количество разных типов ошибок	Возрастная норма
31.01.2022, 17:00 - №1	100.0% (2/2)	норма (95.8-100%)	Высококачественные - 100.0% (2/2)	3513.0 мс	Phonologic - 0 Semantic - 0 Irrelevant - 0	95.8% ***
Составление предложений по образцу						
Дата тестирования и № тестирования	Результат	Степень нарушения	Процент правильных ответов по пробам	Время реакции (для правильных ответов)	Количество разных типов ошибок	Возрастная норма
07.03.2022, 12:13 - №		Нет данных				Нет данных ***
27.03.2022, 22:31 - №2		Нет данных				Нет данных ***

Рисунок 4. Приложение RAVLT.

1.4. Карасик

Это приложение, также разработанное в Центре Языка и Мозга. Оно предназначено для тестирования навыков чтения у детей дошкольного возраста путем разметки правильно или неправильно прочитанных слов из демонстрируемого школьникам текста.

Данное приложение, хотя и имеет довольно ограниченный функционал, реализует автоматическую незаметную для тестируемого аудиозапись, предназначенную для последующей оценки языковых навыков. Подобный подход также важен при картировании речи – пациент не должен отвлекаться на какие-либо элементы интерфейса, кроме задания (рис. 5).

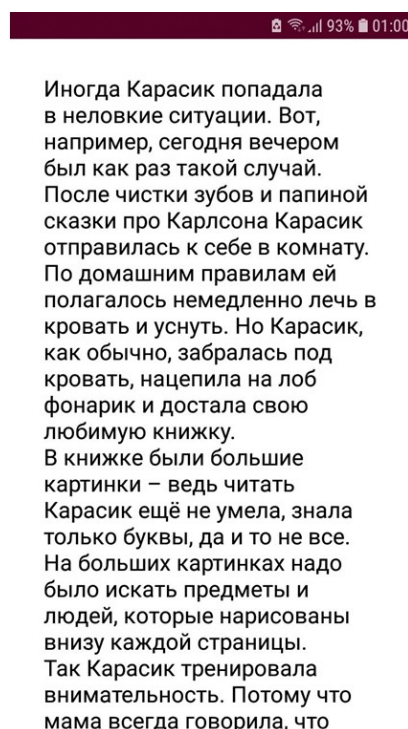


Рисунок 5. Приложение Карасик, запись аудио не отвлекает от задания

Также, это приложение написано на кроссплатформенном расширении языка Kotlin для мобильных устройств – Kotlin Multiplatform Mobile [13]. Так как этот инструмент позволяет создавать кроссплатформенные приложения, он также был рассмотрен как возможный язык для написания разрабатываемого приложения (подробнее в главе 2).

1.5. RAT

Данное приложение (рис. 6), разработанное в Центре Языка и Мозга, предназначено для широкопрофильного языкового тестирования с целью обнаружения речевых дефицитов в связи с различными клиническими диагнозами.

Кроме интегрированных в него заданий оно интересуется подробными хранимыми и выгружаемыми данными (рис. 7). Так как в этом приложении заполняется максимально подробная информация о пациенте, включая не только демографические показатели, но и, например, клинический диагноз, при использовании внутри Центра не имеет смысла дублировать эти данные в разрабатываемом приложении. В случае же использования в других организациях, предполагается, что у них также будет существовать отдельный инструмент для хранения данных пациентов. Поэтому данные в разрабатываемом приложении оставлены в лаконичном количестве.

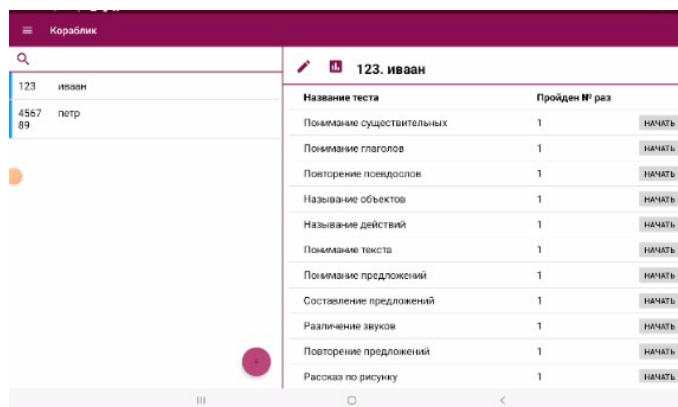


Рисунок 6. Приложение RAT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
participan	participan	battery_n	test_name	scoring_ty	date_com	session_n	folder_n	trial_num	probe_ty	repeats_c	completion_score	max_score	detailed_s	extra_option								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	1	Среднеча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	2	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	3	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	4	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	5	Среднеча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	6	Среднеча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	7	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	8	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	9	Среднеча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	10	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	11	Среднеча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	12	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	13	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	14	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	15	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	16	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	17	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	18	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	19	Среднеча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	20	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	21	Высокоча	0 OK	1	1	-	0								
123	иваан	Кораблик	Называни	MAN:SIMI	15.03.2021	1	Test1	22	Низкоча	0 OK	1	1	-	0								

Рисунок 7. Приложение RAT, хранение данных

1.6. Duolingo

Данное приложение предназначено для изучения языков и поддерживается на платформах Android, IOS и в браузерной версии. Хотя оно и не связано с предметной областью разрабатываемого приложения, в нем есть функции проведения тестов, записи аудио ответов на задания (рис. 8) и задания с картинками (рис. 9).



Рисунок 8. Приложение Duolingo, задание на говорение

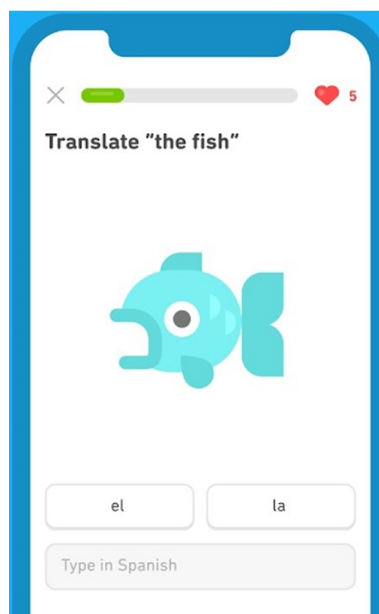


Рисунок 9. Приложение Duolingo, задание на идентификацию картинки

Было полезно проанализировать стиль и функциональное применение этого приложения, чтобы понять, подходят ли подобные реализации для разрабатываемого приложения. В итоге было принято решение не ориентироваться на подобную реализацию, так как она в силу геймификации обладает достаточно большим количеством лишних деталей, которые бы только отвлекали пациента от тестирования во время операции и фактически не нужны. Однако, случайный порядок заданий, реализованный в этом приложении, является предпочтительной реализацией.

1.7. Quizlet

Данное приложение, также предназначенное для учебы и представленное на мобильных и веб платформах, полезно своим представлением наборов заданий. Здесь также можно наблюдать задания с изображениями, все еще перегруженные для использования при картировании речи (рис. 10), однако полезным отличием от прошлого аналога является возможность редактировать и настраивать наборы заданий, формируя свои собственные тесты (рис. 11), а также добавлять свои задания в платной версии. Данная визуальная реализация просмотра заданий, а также взаимодействия с ними, является предпочтительной для реализации в текущем приложении.

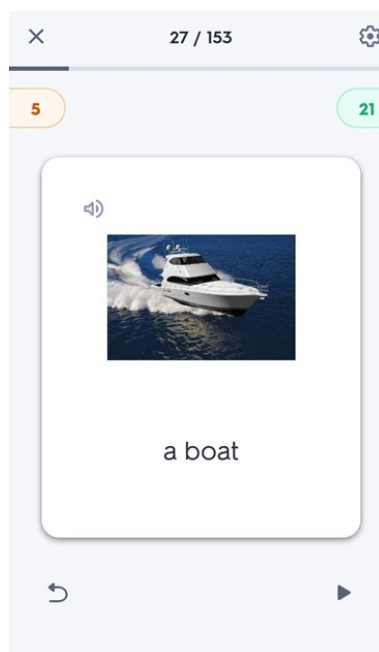


Рисунок 10. Приложение Quizlet, задание с изображением



Рисунок 11. Приложение Quizlet, редактирование списка заданий

1.8. Сравнительная таблица

После описания основных характеристик аналогов и определения требований заказчика к продукту было проведено сравнение аналогов по значимым функциональным особенностям.

Как было упомянуто ранее, анализ не проводится с целью определения актуальности и конкурентности разрабатываемого приложения, так как его актуальность продиктована необходимостью перенести существующее решение в цифровой формат, чтобы облегчить и структурировать работу специалистов в области. По этой причине сравнительный анализ направлен на выделение наиболее удачных и желаемых, с точки зрения заказчика, решения реализации отдельных функциональных задач. Это наиболее важные характеристики, продиктованные предметной областью и способом применения

приложения, которые будут присутствовать в приложении – поэтому разрабатываемое приложение в анализе не участвует.

Для каждого анализируемого аналога каждая функция может быть оценена как:

- * – решение, на которое стоит ориентироваться, так как оно наиболее удачно;
- + – решение присутствует, но не представляет особого интереса;
- +- – решение присутствует, но не отвечает предпочтениям заказчика, либо присутствует неполностью;
- - – решение отсутствует;
- ? – решение либо не релевантно для конкретного приложения, либо информации о его реализации нет.

Сравнение аналогов можно увидеть в Таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ функциональных аналогов

	Картин ование 1	Картин ование 2	RAVLT	Karasik	RAT	Duolingo	Quizlet
Целостное мобильное приложение	-	-	*	*	*	+	+
Кроссплатформенн ая реализация	?	?	*	+	+	?	?
Корпоративный дизайн Центра	?	?	*	+	+	-	-
Полнота и достаточность личных данных пациента	*	?	+	+- (избыточ но)	+	?	?
Просмотр всех пациентов	+	?	+	*	+	?	?
Задания - картинки	*	+	?	-	?	+-	+-
Запись аудио ответов	+- (микроф он)	+- (микроф он)	?	*	?	+	+
Случайный порядок заданий	-	?	-	-	+	*	+
Просмотр всех заданий	+	+	-	-	+	-	*

	Картир ование 1	Картир ование 2	RAVLT	Karasik	RAT	Duolingo	Quizlet
Формирование заданий и тестов	+	+	-	-	+	-	*
Ручная проверка тестов	+	-	+	+	*	-	+-
Экспорт данных пациентов	+-	+-	+	+	*	?	?
Доступ и экспорт ответов на задания	+-	+-	+	+	*	-	+-
Добавление нового языка для тестирования	+-	+-	+	+-	*	-	+

Согласно проведенному анализу, приложение должно оставаться по большей части в рамках, обозначенных существующими решениями в экосистеме Центра Языка и Мозга. Оно должно соответствовать корпоративному дизайну, а также содержать функции, привычные для сотрудников (выгрузка данных, заполнение и т.д.). Кроме того, как и все разрабатываемые инструменты Центра, приложение должно иметь кроссплатформенную реализацию, чтобы его можно было использовать на устройствах, имеющихся в Центре для тестирования. При этом имеет значение легкость адаптации программы к каждой платформе. Так, по сравнению с Карасиком, который был написан на Kotlin Multiplatform и для адаптации которого пришлось, по большому счету, переписывать его, RAVLT написан на Xamarin Forms [14], которые являются более легко переносимыми, поэтому и отмечены как предпочтительные.

Однако, среди этих приложений текущее не является наиболее высокофункциональным и полным по собранным данным, поэтому, например, объем данных пациентов не должен быть избыточным, то есть содержать лишнюю информацию, однако должен быть достаточным для идентификации пациента (в том числе среди баз пациентов из других приложений). Несмотря на это все же добавлены поля дополнительной информации для потенциального использования приложения в других организациях в будущем.

Другими важными функциональными ориентирами являются реализации показа заданий и записи аудио. Для удобства и точности теста необходим минимализм показа картинки задания (показ крупной картинки на экране и ничего больше), а также звуковой сигнал, сопровождающий показ, для информирования хирурга, поэтому реализация этой функции полностью переносится из текущего протокола проведения картирования речи в Центре. Запись аудио, в свою очередь, в отличие от большей части аналогов, имеющих эту функцию, должна проходить автоматически и незаметно для пациента и персонала (как в приложении Карасик).

Кроме того, приложение должно позволять проводить ручную оценку – автоматическая в данном случае была бы возможна, но пока не требуется. Важной функцией является создание теста, адаптированного под конкретного пациента – аналогичное составлению кастомизированного теста в Quizlet.

1.9. Выводы по главе

Хотя актуальность приложения и определяется его сравнением с всего одним базовым автоматизируемым аналогом, для лучшего понимания целевой реализации функций было проведено исследования как систем и решений внутри предметной области, так и за ее пределами, по аналогии отдельных функций.

Прямой конкурент уступает реализуемому приложению, так как не является приложением, проводится вручную и с некоторым количеством отдельных устройств и хранилищ данных, что менее удобно, чем единый цифровой инструмент для осуществления требуемых действий. Также, кроме очевидной автоматизации, у разрабатываемого приложения есть достоинство в виде более структурированного сбора, хранения и экспорта данных. Так как файлы ответов сохраняются в соответствии с порядковыми номерами проб в базовых наборах языков, проводить постоперационный анализ этих аудиозаписей проще, чем аудиозаписей в существующем формате (в ручной реализации на всем протяжении операции проводится непрерываемая запись аудио на отдельное устройство микрофона. Насколько известно автору, ответы на задания интраоперационного этапа на данный момент все еще не анализируются, и, возможно, их структурирование и более удобное хранение поспособствовало бы изменению ситуации).

Большое влияние на разработку оказывают уже существующие в экосистеме заказчика решения. Схоже с имеющимися решениями был определен дизайн интерфейса и системы целиком, также некоторые функции. Это обосновано, кроме желаний и привычек заказчика, необходимостью в дальнейшей поддержке и расширении приложения, в связи с чем разумно создавать его похожим на другие технологии.

Хотя приложения, которые бы полностью соответствовали назначению текущего, не были обнаружены, существует довольно большое количество приложений, реализующих отдельные функции, например показ задания с картинкой, запись аудио-ответа на задание, (само)проверка правильности ответа, составление тестов из базовых наборов в соответствии с целями или особенностями отдельного пользователя. Как правило, это приложения для обучения, поэтому решения редко подходят без адаптации, однако для определения ориентиров они все еще могут быть ценны.

2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА

2.1. Основные ориентиры при принятии решений

Инструменты и решения реализации приложения выбраны, в большинстве своем, на основании совместимости с уже существующими решениями в экосистеме Центра Языка и Мозга, а также удобства поддержки и расширения в будущем. Также они обоснованы стандартным маршрутом, который пользователь проходит в приложении для проведения процедуры картирования речи пациента. Эти сценарии можно наблюдать на схеме использования приложения (рис. 12).

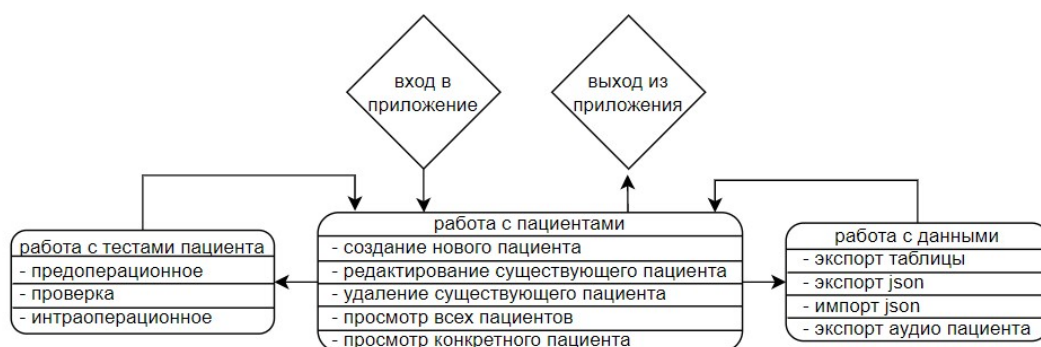


Рисунок 2. Схема использования приложения

2.2. Технические средства и программное обеспечение

Для удобства использования приложения в Центре (и в других организациях схожей направленности) в качестве целевых устройств выбраны планшеты на платформе Android. Как правило они имеют экран с диагональю не менее 7 дюймов и версию ПО не менее 10 (также это еще не устаревшая, все еще широко используемая версия, поддерживать которую является разумно для приложения в этой предметной области). Поэтому требования к техническим средствам выдвинуты именно такие.

Стоит отметить, что требование кроссплатформенной разработки, особенно максимально легко адаптируемой, обосновано также именно устройствами, имеющимися в Центре для проведения тестирования (часть из них на платформе IOS). В других организациях, предположительно, технические средства схожи.

2.3. Языки и используемые инструменты

2.3.1. Язык и обеспечение кроссплатформенности

Так как технические средства для тестирования представлены как устройствами Android, так и IOS, существует требование заказчиков о реализации проекта таким образом, чтобы код программы был переносим между этими операционными системами с минимальной сложностью.

Двумя главными платформами-кандидатами для реализации этого требования были Kotlin Multiplatform Mobile [13] и Xamarin [15]. Хотя существуют альтернативные языки, поддерживающие кроссплатформенную разработку, у этих двух были основные решающие преимущества: Kotlin был наиболее хорошо знаком автору данной статьи, в силу опыта разработки приложений на нем в течение нескольких лет до этого (например,

приложение «Карасик», упомянутое ранее), а Xamarin, в свою очередь, был знаком заказчику – часть приложений Центра написана на нем, благодаря чему, во-первых, научный руководитель данного проекта мог бы консультировать разработчика при работе над проектом, и, во-вторых, приложение на нем было бы легче поддерживать в дальнейшем.

Закрывая глаза на владение данными технологиями, разработчик провел анализ функциональных возможностей, и в итоге сделал выбор в пользу Xamarin в силу того, что он все же поддерживает кроссплатформенность более полно. За исключением особенно платформозависимых функций (таких как, например, работа с файловой системой устройства), решение разрабатывается один раз на языке C# (знакомом разработчику) и далее автоматически собирается для разных платформ. Это компенсируется сравнительным неудобством верстки и вообще ограниченными возможностями дизайна интерфейса в XML. Однако, так как реализация большего удобства адаптации программы на IOS более приоритетно, Kotlin, который требует отдельной разработки расширения кода для IOS на языке Swift, является менее предпочтительным.

2.3.2. Библиотеки и плагины для мультимедиа

Чтобы максимально обезопасить разработку от уязвимостей, связанных с сторонними пакетами, их доступностью и функционированием, разработчик старался по возможности не прибегать к ним, используя нативные возможности языка и платформы.

Например, демонстрация изображений из ресурсов реализована полностью средствами Xamarin [17].

Однако для записи и проигрывания аудио потребовалось использовать сторонние плагины. В итоге были выбраны SimpleAudioPlayer и AudioRecorder после анализа различных источников [16], так как они также реализованы для платформы IOS.

Другим особенно важным вопросом в рамках этого проекта была организация хранения ресурсов приложения, а именно наборов словарей для языковых заданий и архивов изображений для стимулов. Критически важным было встроить их в приложение таким образом, чтобы распространяемая устанавливаемая сборка их содержала, и работа приложения не требовала бы дополнительной загрузки каких-либо файлов.

Это удалось реализовать для изображений с помощью функции встраиваемого ресурса (embedded resource). Для добавления многочисленных словарей с целевыми названиями стимулов были использованы Resx ресурсы [18]. Кроме того, что они полностью включаются в сборку приложения, приложение может получить к ним доступ как из файлов верстки (XML), так и динамически из кода на C#, что является существенным преимуществом относительно других форм ресурсов, которые доступны только из XML.

2.3.3. Управление проектом

Так как разработка осуществлялась на языке C#, была выбрана среда разработки Visual Studio [19]. Кроме того, что она, очевидно, подходит для разработки на Xamarin, она также поддерживает другие удобные функции, например генерацию диаграмм классов. Также Visual Studio позволяет напрямую подключиться к инструменту контроля версий GitHub [20]. Этот инструмент был использован, так как он по сей день остается лучше своего отечественного аналога GitLab, хотя в связи с его использованием и возникали опасения по поводу возможной потери доступа к системе. Тем не менее, благодаря этому инструменту разработку возможно было вести с разных устройств, а также исправлять ошибки в коде и вводить новые функции без урона работающей версии с большей легкостью.

Для управления заданиями и наблюдения за темпом разработки была использована отечественная система управления заданиями Kaiten [21]. Хотя система Trello и является, по мнению разработчика, более удобной, она была отвергнута по причине опасений насчет продолжения ее работы. Благодаря системе управления заданиями было возможно структурировать работу над проектом и обозначить функциональность, которую требовалось реализовать, еще даже до разработки строгого технического задания, а также это позволило более гибко планировать выполнение этих задач.

2.4. Архитектурное решение

Для реализации проекта была выбрана архитектура Model-View-Controller (MVC) [22], так как она позволяет разделить фрагменты кода, выполняющие разные функции и таким образом поддерживать понятную, менее провоцирующую ошибки структуру проекта.

Также, Xamarin естественным образом поддерживает эту парадигму: файлы верстки интерфейса (View) находятся обособленно от контроллера хотя бы потому, что это файлы XML разметки. Каждой такой странице соответствует файл на C#, реализующий логику работы данной страницы – и выполняющий, таким образом, функции контроллера, обеспечивая связь между Model и View. Файлы модели, в свою очередь, можно добавить в основной структуре проекта.

Кроме того, в реализации приложения было решено добавить еще один глобальный синглтон-объекты (единственный экземпляр своего класса) контроллера и сессии в приложении. Объект сессии содержал бы информацию о, например, текущем пациенте, с которым осуществляется работа, если в приложении была совершена навигация в меню конкретного пациента. Объект контроллера же предназначен для более технических вещей, как, например, методы глобальной логики приложения, в частности работы с памятью и так далее.

Более конкретно, классы модели предполагается реализовывать в соответствии с сущностями процедуры: пациентом, тестом, пробой.

В соответствии с этим представлением была реализована архитектура, классы которой можно увидеть на иллюстрации (рис. 13). Три правых объекта соответствуют классам модели, далее представлены контроллер, класс сессии и утилита для работы с памятью. Блок Languages соответствует классу resx ресурсов с информацией обо всех языках (существует 13 аналогичных файлов-ресурсов, для каждого языка). Справа

перечислены классы View-Controller, соответствующие экранам приложения. Каждый такой класс внутри содержит файл XML разметки и .cs файл – контроллер страницы.

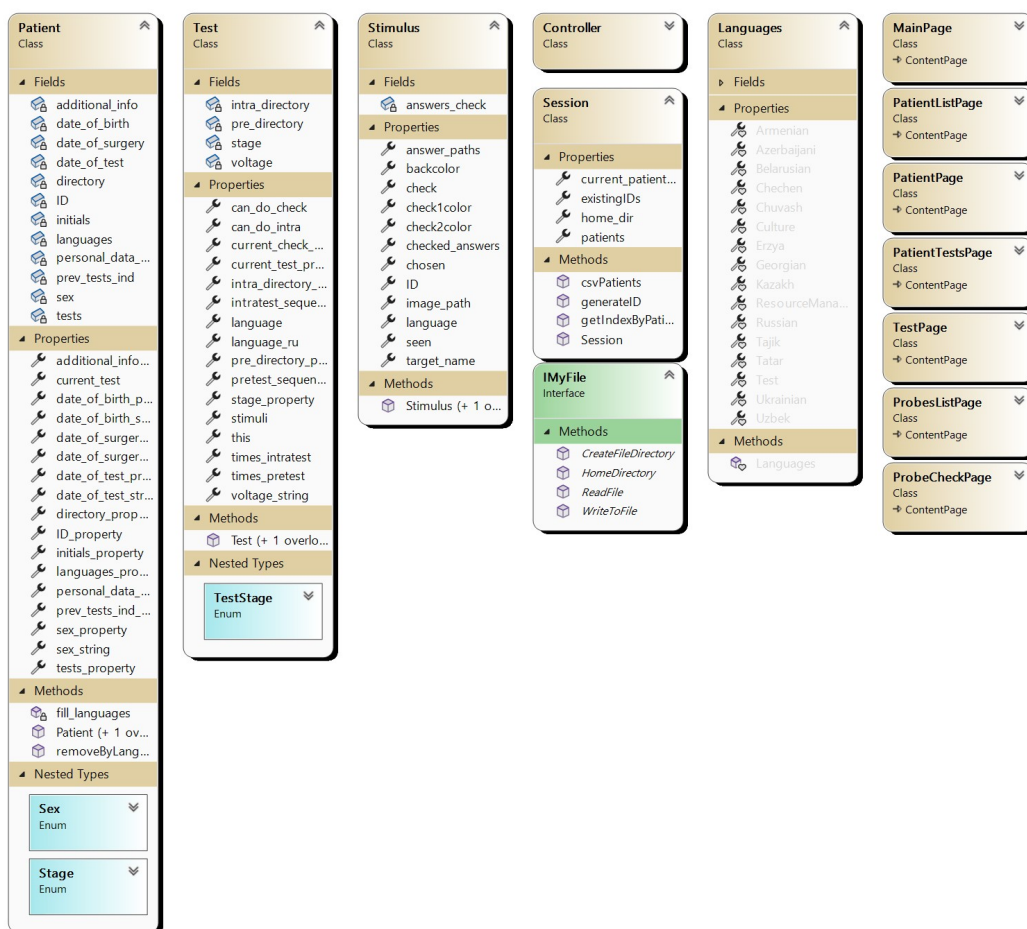


Рисунок 13. Диаграмма классов приложения

2.5. Дизайн пользовательского интерфейса

Дизайн-решение пользовательского интерфейса было, с одной стороны, ограничено возможностями Xamarin (так как верстка адаптируется для разных платформ, в базовой версии без добавления дополнительных ресурсов она уступает наиболее популярным решениям, как, например, Material Design), с другой – требованиями заказчиков относительно соответствия приложения корпоративному дизайну.

Главным образом, однако, это требование состоит в минимализме и отсутствии сложных эффектных деталей – так как приложение не должно мешать тестируемому сосредоточиться на задании, оно не должно содержать элементы, настолько выдающиеся с точки зрения дизайна, чтобы на них заострилось внимание.

В остальном, корпоративный дизайн требует использования логотипа Центра (рис. 14), бордового цвета с его фона и близких оттенков для акцентных элементов (бордюров ячеек, кнопок, шапок и т.д.) (рис. 15), довольно крупных читаемых шрифтов sans serif (особенно важно, чтобы ни операторы, ни тестирующие не сталкивались с проблемами во время проведения процедур картирования речи, вызванных низкой читаемостью текста).

Разработанное приложение полностью удовлетворяет этим требованиям, как можно будет увидеть на иллюстрациях в Главе 3.



Рисунок 14. Пример корпоративного дизайна в приложении Карасик

Во время чтения будет вестись аудиозапись, которую затем специалист сможет разметить: сколько слов ребенок прочел правильно за минуту.

Этот результат, а также ответы к тексту индивидуального ребенка будут автоматически сопоставлены с возрастными нормами.

Данные об участнике:

Возраст*

Пол*

Класс*

Номер участника

Фамилия

Имя

Отчество

Рисунок 15. Пример корпоративного дизайна в приложении Карасик

2.6. Ресурсы приложения

Как было упомянуто ранее, ресурсы подключаются в сборку приложения с помощью resx файлов. Они содержат протоколы (соответствия порядковых номеров проб и целевых названий), разработанные Центром (на данный момент включено 13 языков, содержащих в среднем около 30 проб), а также информацию о количестве проб в наборе каждого языка.

Для подключения нового языка достаточно добавить resx файл в решение, внести в него требуемые данные и затем добавить название этого файла ресурсов в список считываемых

ресурсов. Есть, однако, один недостаток данного вида хранения ресурсов: сами resx файлы имеют формат xml, и даже с табличным представлением, генерируемым Visual Studio, добавлять в них данные, особенно из табличных форматов вроде.xlsx может быть крайне неудобным.

2.7. Стандарт формата экспорта и импорта данных

Основным форматом экспорта данных был выбран csv, так как его с легкостью поддерживают мобильные устройства и C#, а также экспорт файлов в таком формате – стандартная практика для приложений Центра Языка и Мозга. Были оценены риски ошибок сериализации из-за возможных случайных эксплуатаций уязвимостей формата csv к знакам пунктуации, однако разработчик пришел к выводу, что эту проблему можно решить проверками вводимых данных, особенно учитывая, что их не так много.

Хотя функция экспортирования и импортирования полной информации приложения не имела ключевую важность и не озвучивалась заказчиками, разработчик посчитал, что она может быть полезна и предложил ее для реализации, что было встречено положительно. Данная возможность, кроме создания резервных копий, что важно в условии желания продолжать тестирование с текущего этапа процедуры и не терять прогресс пациента, также позволяет переносить данные с одного устройства на другое. Это может быть особенно полезно в условиях существования большого количества устройств для тестирования, обеспечивая их взаимозаменяемость. Для реализации этой функции был выбран формат JSON [23] представления, содержащего сериализованный объект сессии приложения. Благодаря этому там в сжатом, человекочитаемом (что также немаловажно, так можно оценить данные внутри приложения, что может быть очень важно для программистов, которые будут заниматься поддержкой данной программы) хранится вся информация приложения, кроме непосредственно файлов аудиозаписей. Формат файла, таким образом, должен соответствовать формату сериализованного объекта сессии. Так как подобные файлы можно экспортировать из приложения, пользователи всегда имеют пример оформления файлов, пригодных для импорта.

2.8. Порядок действий и навигация

При выборе модели навигации в приложении был сделан выбор в пользу лаконичного перехода по отображениям объектов пациентов. Это связано, главным образом, с тем, что процедура картирования речи сама по себе достаточно линейна. Альтернативные решения, например, боковые или нижние панели навигации были бы неоправданно громоздкими для такого простого последовательного перехода между функциями. Кроме того, это бы создало потенциальную опасность некорректного поведения пользователя и возможные баги системы в связи с этим.

После выбора линейной навигации был определен маршрут этой прямой, и он совпал с сценарием работы с пациентом, что тоже вполне ожидаемо. Так как процедура сосредоточена на тестируемом человеке, решение, где происходит переход к тестам и информации конкретного пациента, а не наоборот – из, например, видов тестов к конкретному виду теста и оттуда к тесту, косвенно привязанному к пациенту, показалось вполне разумным. Таким образом, навигация первого уровня осуществляется на экране списка пациентов (рис. 16), где можно создать пациента и осуществить действия с данными (экспорт таблицы, экспорт и импорт json файлов) и путем взаимодействия с элементом таблицы можно перейти либо на экран редактирования информации о

пациенте (где можно добавить языковой тест), либо на экран этапов тестирования пациента (рис. 17), откуда и проводится выбор всех дальнейших процедур, связанных с картированием речи.



Рисунок 16. Экран списка пациентов

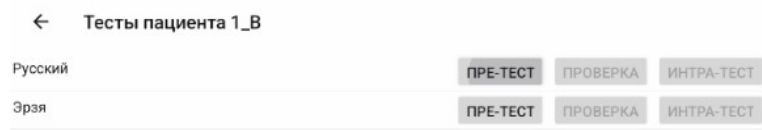


Рисунок 17. Экран этапов тестирования пациента

Стоит отметить, что в навигации приложения имеется полезная гибкость относительно выбора пациентов и этапов тестирования. Так, можно проводить в любой последовательности не связанные друг с другом тесты, в том числе у разных пациентов, что представляет собой более удобный вариант, чем решение, при котором у приложения существует лишь один «текущий» элемент.

2.9. Выводы по главе

Были описаны основные решения реализации приложения, в том числе дизайн архитектуры и пользовательского интерфейса, форматы входных и выходных данных, инструменты, с помощью которых было создано приложение, а также анализ их аналогов и обоснование совершенного выбора.

Главным образом решения об использовании того или иного инструмента принимались на основании того, насколько этот инструмент легко переносить на другие мобильные платформы, поддерживать в будущем и интегрировать в текущий набор технологий.

Разработчик старался по возможности использовать нативные инструменты Xamarin, который послужил основной платформой разработки, и в целом это вполне

получилось осуществить благодаря развитости и хорошей документации этого инструмента.

3. ФУНКЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ – 50%

В этой главе будут описаны функции приложения с иллюстрациями из интерфейса.

3.1. Функциональные возможности приложения

Для реализации проведения картирования речи приложение поддерживает следующие функции:

1. Создание пациента в базе данных приложения;
2. Просмотр, редактирование, удаление данных пациента;
3. Добавление пациенту тестов на разных языках;
4. Просмотр списка всех пациентов;
5. Проведение предоперационного теста;
6. Проверка предоперационного теста;
7. Добавление проб в интраоперационный тест;
8. Проведение интраоперационного теста;
9. Экспорт файлов информации о пациентах;
10. Импорт файла информации о пациентах;
11. Экспорт файлов результатов тестирования каждого пациента.

Далее эти функции будут рассмотрены подробно.

3.2. Создание пациента в базе данных приложения

Данная функция реализована на экране всех пациентов (рис. 16).

3.3. Просмотр, редактирование, удаление данных пациента

← Пациент

Общая информация

ID_1_B

Инициалы А.А.

Другое

Пол

Дата рождения 17.03.1977

Дата тестирования 24.04.2023

Дата операции 18.06.2023

Язык Русский, Эзв

Скачать аудиодаталы

Сохранить

III □ <

Рисунок 18. Экран информации о пациенте

3.4. Добавление пациенту тестов на разных языках

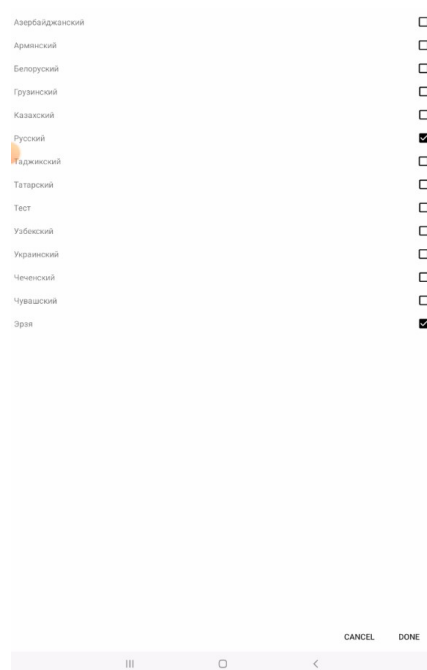


Рисунок 19. Выбор языков для тестирования

3.5. Просмотр списка всех пациентов

Данная функция реализована на экране всех пациентов (рис. 16).

3.6. Проведение предоперационного теста

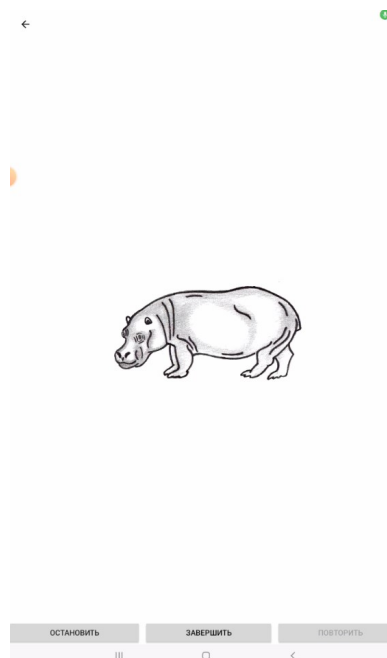


Рисунок 20. Экран проведения предоперационного теста

3.7. Проверка предоперационного теста



Рисунок 21. Экран проверки пробы

3.8. Добавление проб в интраоперационный тест

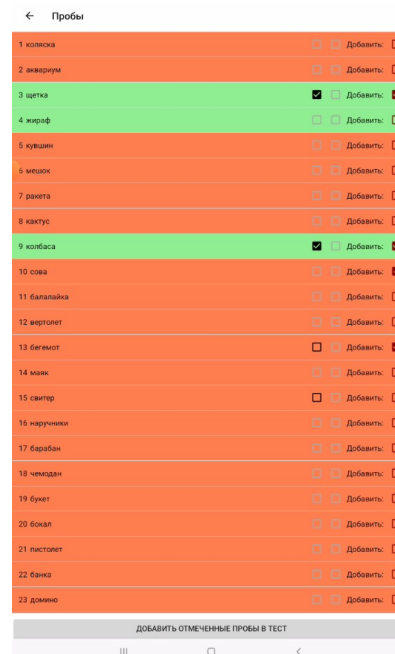


Рисунок 22. Экран проверки всех проб теста

3.9. Проведение интраоперационного теста

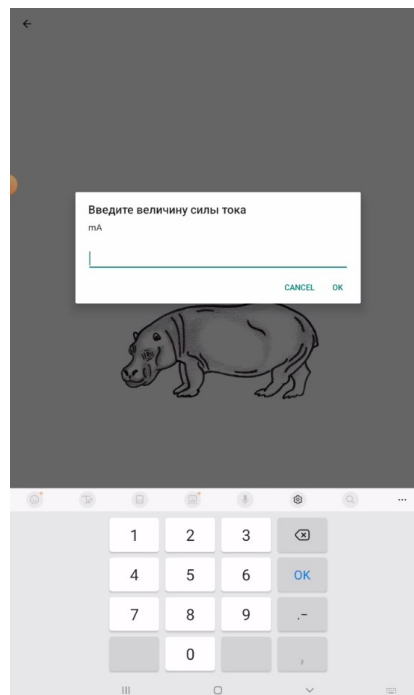


Рисунок 23. Экран проведения интраоперационного теста, повторение

3.10. Экспорт файлов информации о пациентах

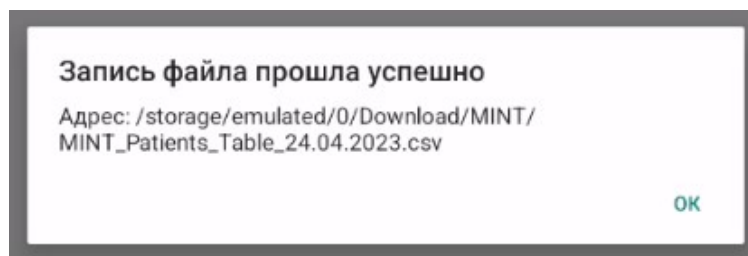


Рисунок 24. Сообщение о загрузке таблицы

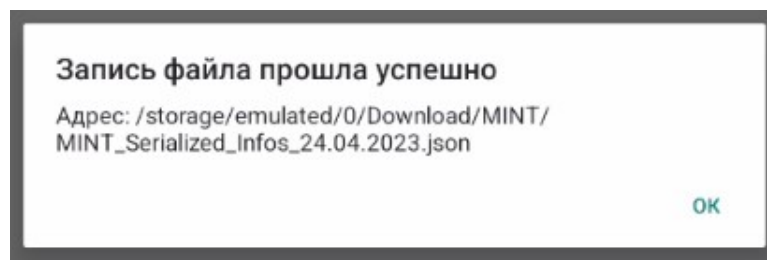


Рисунок 25. Сообщение о загрузке JSON файла

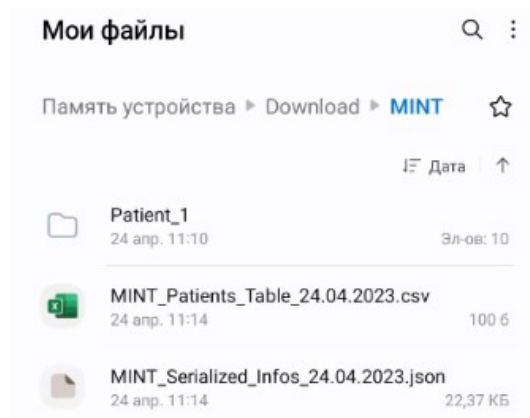


Рисунок 26. Файлы в памяти устройства

3.11. Импорт файла информации о пациентах

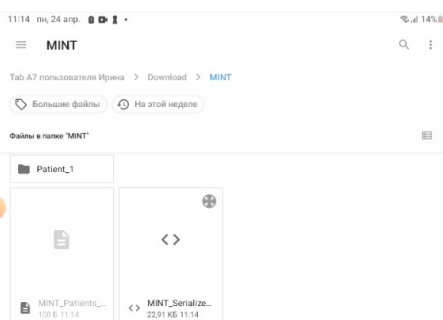


Рисунок 27. Загрузка внешнего файла

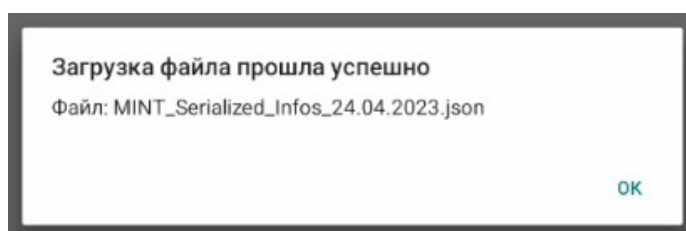


Рисунок 28. Сообщение о загрузке JSON файла

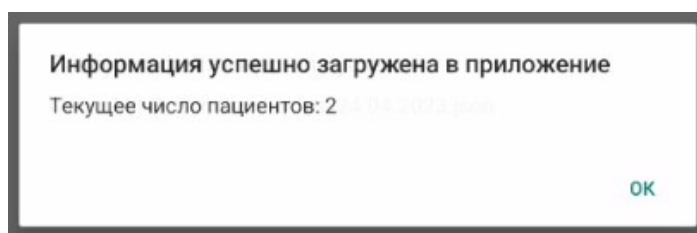


Рисунок 29. Сообщение об успешной загрузке данных из файла



Рисунок 30. Список пациентов после добавления данных из файла

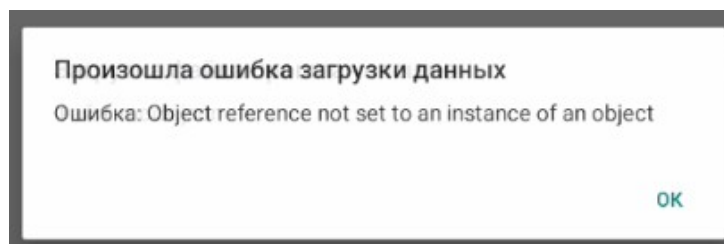


Рисунок 31. Сообщение об ошибке загрузки при неправильной формате файла

3.12. Экспорт файлов результатов тестирования каждого пациента

В данном разделе будет описана функция экспорта аудиофайлов, которая будет реализована в ближайшее время.

Рисунок 32. Экспортированные файлы аудио ответов пациента

3.13. Выводы по главе

Функциональные возможности приложения, а также сценарии пользовательского взаимодействия с приложением были описаны в данной главе с иллюстрациями из приложения.

Приложение реализует все функции, необходимые для проведения картирования речи: проведение предоперационного теста, его проверка, проведение интраоперационного теста. Кроме того, реализованы дополнительные функции сверх минимально функционирующей версии, например, экспорт и импорт файлов для переноса данных между устройствами, также экспорт данных для анализа ответов пациентов.

Приложение реализовано с практически линейной навигацией и довольно ограниченными маршрутами пользователя с целью снижения сложности использования и вероятности неправильного поведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данный момент компьютерные технологии все чаще используются для повышения качества жизни людей, а также проникают в множество сфер жизни, ранее слабо связанных с ними, например здравоохранение. При этом потенциал использования мобильных приложений для различных оценок, диагностирования и мониторинга в медицине достаточно велик. В частности, в нейробиологии, где зачастую процедура диагностики требует некоторой экспертизы и может быть затруднительна для людей, обладающих недостаточными компетенциями и теоретическими знаниями, приложение, облегчающее эти трудности, может оказаться очень востребованным и полезным.

Так как сохранение речи у пациентов с опухолями мозга сложно переоценить, распространение и популяризация таких процедур как картирование речи является необходимым. Цель данной разработки – предоставить желающим, в том числе ученым и медицинским работникам удобный инструмент, который бы позволял осуществлять эту столь важную процедуру, чтобы сохранить качество жизни пациентов.

Созданное приложение удовлетворяет всем требованиям, описанным в техническом задании (Приложение 1), и реализует все обозначенные там функции. Таким образом, оно позволяет проводить процедуру картирования речи, осуществлять все ассоциированные действия и делает возможными либо упрощает некоторые дополнительные процессы, например детальный постоперационный анализ ответов пациентов с целью лучше понять характер ошибок в зависимости от области мозга, работа которой нарушается.

Приложение, решая очевидно существующую и насущную проблему, имеет практическую ценность и может помочь сохранить качество жизни пациентов после операций на мозге. Кроме того, оно может иметь побочную научную ценность, так как собирает данные ответов, позволяет их выгружать и, возможно, таким образом может поспособствовать исследованиям в области нейролингвистики касательно этих данных. Также данное приложение может расширить круг организаций, проводящих картирование речи для своих пациентов, и вдохновить их и других разработчиков для создания подобных инструментов, нацеленных на сохранение и улучшение качества жизни людей.

Дальнейшее развитие проекта возможно в нескольких направлениях с расширением той или иной стороны функциональности, в зависимости от практических, научных и коммерческих планов Центра относительно программной разработки, а также развития других инструментов в предметной области:

- 1) Адаптация системы для платформы IOS;
- 2) Создание ассоциированного приложения для специалиста, сверяющего ответы пациента с протоколом;
- 3) Добавление других видов тестирования, с рекомендацией видов в зависимости от области поражения мозга;
- 4) Добавление других языков;
- 5) Адаптация к другим процедурам картирования речи;

- б) Добавление модуля, использующего методы машинного обучения или искусственный интеллект для автоматизированного распознавания правильности ответов, типа ошибки.

Наиболее вероятное направление – первое, так как приложение архитектурно создано кроссплатформенным и его расширение не должно составить особых сложностей. Это направление также приоритетное с прикладной точки зрения, так как имеет смысл максимизировать количество устройств Центра, на которых можно проводить тестирование с помощью данного приложения.

Кроме того, добавление других видов тестирования, в частности теста на называние действий, тестов на повторение и исключение на разных языках является следующим по важности и вероятности направлением, так как, с одной стороны, это повысит практическую применимость приложения, сделает его более универсальным инструментом клинической диагностики, а с другой стороны – также легко осуществимо благодаря предусмотренному гибкому подключению ресурсов к приложению.

Автор выражает надежду, что данная разработка найдет широкое применение и поможет нейролингвистам осуществлять свою научную деятельность, а пациентам – продолжать полноценную жизнь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Code, C., Hemsley, G., & Herrmann, M. (1999). The emotional impact of aphasia. In *Seminars in speech and language*, Vol. 20. (pp. 19–31). doi:10.1055/s-2008-1064006
- [2] Vickers, C.P. (2010). Social networks after the onset of aphasia: The impact of aphasia group attendance. *Aphasiology*, 24(6-- 8), 902–913. doi:10.1080/02687030903438532
- [3] Bello, L., Acerbi, F., Giussani, C., Baratta, P., Taccone, P., & Songa, V. (2006). Intraoperative language localization in multilingual patients with gliomas. *Neurosurgery*, 59(1), 115–125. doi:10.1227/01.neu.0000219241.92246.fb
- [4] Brennan, N.M.P., Whalen, S., de Moraes Branco, D., O'Shea, J.P., Norton, I.H., & Golby, A.J. (2007). Object naming is a more sensitive measure of speech localization than number counting: converging evidence from direct cortical stimulation and fMRI. *Neuroimage*, 37(Supplement 1), S100 – S108. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.04.052
- [5] Serafini S, Gururangan S, Friedman A, Haglund M. Identification of distinct and overlapping cortical areas for bilingual naming and reading using cortical stimulation. Case report. *J Neurosurg Pediatr*. 2008 Mar;1(3):247-54. doi: 10.3171/PED/2008/1/3/247. PMID: 18352772; PMCID: PMC2706700.
- [6] Драгой О.В., Крабис А.В., Толкачева В.А., Буклина С.Б. (2016). Русский интраоперационный тест на называние: стандартизированный инструмент для картирования функции называния существительных и глаголов во время нейрохирургических операций в сознании. *Российский журнал когнитивной науки*, 3 (4), 4-25.
- [7] Синкин М.В., Осадчий А.Е., Лебедев М.А., Волкова К.В., Кондратова М.С., Трифонов И.С., Крылов В.В. Пассивное речевое картирование высокой точности во время операций по поводу глиом доминантного полушария. *Нейрохирургия*. 2019;21(3):37-43. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2019-21-3-37-43>
- [8] RAVLT [Электронный ресурс] // github URL: <https://github.com/yzontov/ravlt> (дата обращения: 01.04.2023, режим доступа: ограничен).
- [9] Karasik [Электронный ресурс] // github URL: <https://github.com/HowToCodeWithPaws/Karasik> (дата обращения: 01.04.2023, режим доступа: ограничен).
- [10] RAT [Электронный ресурс] // github URL: <https://github.com/yzontov/autorat> (дата обращения: 01.04.2023, режим доступа: ограничен).
- [11] Duolingo [Электронный ресурс] // Play Store URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.duolingo> (дата обращения: 01.04.2023, режим доступа: свободный).
- [12] Quizlet [Электронный ресурс] // Play Store URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.quizlet.quizletandroid> (дата обращения: 01.04.2023, режим доступа: свободный).
- [13] "Kotlin Multiplatform" [Электронный ресурс] // Kotlin URL: <https://kotlinlang.org/docs/multiplatform.html> (дата обращения: 01.07.2022).

- [14] Xamarin Forms [Электронный ресурс] // Microsoft Build URL:
<https://learn.microsoft.com/ru-ru/xamarin/xamarin-forms/> (дата обращения: 20.04.2023).
- [15] Cross-platform with Xamarin [Электронный ресурс] // Microsoft URL:
<https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/xamarin/cross-platform> (retrieval date: 10.03.2023).
- [16] Adding Sound to a Xamarin.Forms App [Электронный ресурс] // Microsoft URL:
<https://devblogs.microsoft.com/xamarin/adding-sound-xamarin-forms-app/> (retrieval date: 10.03.2023).
- [17] Images in Xamarin.Forms [Электронный ресурс] // Microsoft URL:
<https://learn.microsoft.com/en-us/xamarin/xamarin-forms/user-interface/images?tabs=windows>
(retrieval date: 10.03.2023).
- [18] Read RESX File in C# [Электронный ресурс] // C# Corner URL: <https://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/65794e/how-to-read-resx-file-in-c-sharp/> (дата обращения: 15/01/2023).
- [19] What is Visual Studio [Электронный ресурс] // Hubspot URL:
<https://blog.hubspot.com/website/what-is-visual-studio> (дата обращения: 20.04.2023).
- [20] What is Github [Электронный ресурс] // Codeinstitute URL:
<https://codeinstitute.net/global/blog/github-might-benefit-using/> (дата обращения: 20.04.2023).
- [21] Kaiten [Электронный ресурс] // Kaiten URL: <https://kaiten.ru/> (retrieval date: 10.02.2023).
- [22] MVC Design Pattern [Электронный ресурс] // GeeksForGeeks URL:
<https://www.geeksforgeeks.org/mvc-design-pattern/> (retrieval date: 10.02.2023).
- [23] JSON vs XML [Электронный ресурс] // Imaginarycloud URL:
<https://www.imaginarycloud.com/blog/json-vs-xml/> (дата обращения: 20.04.2023).