

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РЕАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ  
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ДИАГНОСТИКЕ НЕКОТОРОГО  
КЛАССА ЗАБОЛЕВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса 421 группы  
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника  
факультета КНиИТ  
Прохоровой Анастасии Владимировны

Научный руководитель  
доцент, к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_

Ю. А. Бродская

Заведующий кафедрой  
доцент, к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2020

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время люди проводят все больше и больше времени в мобильных устройствах. Телефон в данное время служит не только для звонков, связи людей между собой, но и для работы с финансами, видеохостингом, с различными информационными ресурсами. Поэтому разработка мобильных приложений является как никогда актуальна. Мобильные приложения намного удобнее веб-страниц или приложений, созданных для компьютеров или ноутбуков, так как мобильные телефоны всегда под рукой, дизайн более рассчитан на пользователей, более интуитивен, кроме того содержит всю необходимую информацию по теме, следовательно пользователю не нужно тратить время на поиск информации.

Каждый человек беспокоится о своем здоровье, когда возникает какая-то проблема не всегда получается сходить к врачу из-за недостатка времени или других причин. Поэтому актуально создать приложение, которое будет помогать человеку в распознавании образов возможных заболеваний. С этой целью в рамках данной работы планируется создать демо-версию такого приложения, которое будет рассчитывать вероятность таких классов заболеваний, как хронические нарушения мозгового кровообращения, преходящие нарушения мозгового кровообращения, инсульта и внутричерепные образования.

В рамках кибернетики во второй половине 50-х годов XX в. начало формироваться новое научное направление, связанное с разработкой теоретических основ и практической реализацией устройств, а затем и систем, предназначенных для распознавания неизвестных объектов, явлений, процессов. Новая научная дисциплина получила название «Распознавание образов». Подобное название возникло в связи с тем, что процесс распознавания отождествляется с выявлением вопроса о том, к какому классу объектов (образу) может быть отнесен распознаваемый объект. При этом класс олицетворяет собой некоторую совокупность (подмножество) объектов, обладающих близкими свойствами.

Распознавание образов в медицине является также актуальной проблемой в настоящее время, так как может помочь в постановке диагнозов, возможность более детального анализа больших объемов данных.

В работе будут рассмотрены математические методы распознавания об-

разов и будет выбран наиболее подходящий.

Промежуточные вычисления были рассмотрены в работе, представленной на конференции «Saratov Fall Meeting 2019». В работе рассматриваются методы распознавания образов задач диагностики заболеваний головного мозга. Математические методы распознавания образов позволяют ускорить диагностирование и свести к минимуму субъективные ошибки [1].

Данное приложение будет разработано для пользователей смартфонов iPhone под управление операционной системы iOS. Для разработки приложения будут использованы язык программирования Swift и среда разработки Xcode.

Основной целью выпускной работы является разработка мобильного приложения под операционную систему iOS, осуществляющий функционал распознавания образов некоторых классов заболеваний головного мозга.

Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- изучение основ теории распознавания образов;
- изучение математических методов распознавания образов: вероятностный и геометрический;
- знакомство с языком программирования Swift;
- знакомство со средой разработки Xcode;
- реализация метода на языке программирования Swift для диагностики заболеваний некоторых классов заболеваний головного мозга;
- верстка интерфейса приложения;
- разработка функционала приложения.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка использованных источников и 3 приложений. Общий объем работы - 54 страниц, из которых 44 страниц - основное содержание, включая 10 рисунков, список использованных источников информации - 23 наименований.

## 1 Краткое содержание работы

Первый раздел «Теория распознавания образов: основные понятия» посвящен основной теорией по распознаванию образов. Данный раздел состоит из 3 подразделов.

Первый подраздел "Общие сведения" посвящен основным понятиям распознавания образов.

Распознавание образов (объектов) – это задача идентификации объекта по его изображению (оптическое распознавание), аудиозаписи (акустическое распознавание) или другим характеристикам. Образ – это классификационная группировка, которая позволяет объединить группу объектов по некоторым признакам.

Одним из базовых определений также является и понятие множества. В компьютере множество - это набор неповторяющихся однотипных элементов. «Неповторяющихся» - значит, что элемент в множестве либо есть, либо нет. Универсальное множество включает все возможные элементы, пустое не содержит ни одного.

Методика отнесения элемента к какому-то образу называется решающим правилом. Еще одно важное понятие - метрика - определяет расстояние между элементами множества. Чем меньше это расстояние, тем больше схожи объекты (символы, звуки и др.), которые мы распознаем.

Второй подраздел «Задачи в теории распознавании образов» посвящен основным задачам распознавания образов.

Рассмотрим основные задачи, возникающие в процессе проектирования и построения систем распознавания. При этом необходимо иметь в виду следующее. Процесс разработки системы распознавания требует построения математической или физико-математической модели системы. Только наличие подобной модели позволяет реализовать итеративный процесс построения прообразов системы распознавания, все более и более приближающихся по своим характеристикам (точностным, временным, габаритным, весовым, стоимостным и т. д.) к требуемым характеристикам, задаваемым на стадии разработки тактико-технических требований к системе [2].

- задача определения полного перечня признаков (параметров), характеризующих объекты или явления, для распознавания которых разрабатывается данная система;

- задача проведения первоначальной классификации распознаваемых объектов или явлений, в составлении априорного алфавита классов;
- задача разработки априорного словаря признаков;
- задача описания всех классов априорного алфавита классов на языке признаков, включенных в априорный словарь признаков;
- задача разбиения априорного пространства признаков на области, соответствующие классам априорного алфавита классов;
- задача выбора алгоритмов распознавания, обеспечивающих отнесение распознаваемого объекта или явления к тому или другому классу или их некоторой совокупности;
- задача определения рабочего алфавита классов и рабочего словаря признаков системы распознавания.

Третий подраздел «Математические методы распознавания образов» посвящен знакомству в вероятностным и геометрическим методами распознавания образов.

Вероятностный метод основан на теореме Байеса из теории вероятностей, которая применительно к задаче распознавания может быть сформулирована следующим образом.

Имеется полная группа несовместных гипотез, роль которых при распознавании выполняют образы:

$$A : A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_M.$$

Известны априорные распределения вероятностей этих гипотез, т. е. известно, с какой вероятностью появляется данный образ:

$$P(A_1), P(A_2), \dots, P(A_M)$$

причем, так как группа полная, то

$$\sum_{i=1}^M P(A_i) = 1.$$

В результате опыта наблюдалось какое-то событие  $j$ . В данном случае таким событием является появление конкретной реализации объекта. Требуется определить, как изменяется вероятность появления образов (гипотез)

после этого опыта. В общем случае считаются заданными условные вероятности

$$P(b_j/A_i), i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, T;$$

требуется определить вероятность  $P(A_j b_i)$ .

По теореме умножения вероятностей

$$P(b_j A_i) = P(b_j)P(A_i b_j) = P(A_i)P(b_j A_i).$$

Отбрасывая левую часть, получаем:

$$P(A_i b_j) = \frac{P(A_i)P(b_j A_i)}{P(b_j)}. \quad (1)$$

После определенных действий, рассмотренных в работе, получено:

$$P(A_i/b_j) = \frac{P(A_i)P(b_j/A_i)}{\sum_{i=1}^M P(A_i)(b_j/A_i)}. \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) носят название «правило Байеса». Эти формулы имеют очень большое применение в теории распознавания образов. Отличие формулы (2) от (1) состоит в том, что в нее входят две группы величин: априорные вероятности  $P(A_i)$  и условные вероятности  $P(b_j/A_i)$ , а в формулу (1) помимо этих двух групп величин еще входит третья величина  $P(b_j)$  - безусловная вероятность появления  $j$ -го объекта. Последняя формула позволяет определять, как изменяется вероятность появления события при выполнении опытов, и тем самым позволяет выбрать наилучший опыт, при котором приращение вероятности будет наибольшим, т. е. планировать оптимальный эксперимент [3].

Геометрический метод распознавания основан на использовании некоторой функции подобия (принадлежности)  $S$  объекта данному классу. Эта функция определяет некоторую меру близости объекта  $b_j$  с координатами  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  к множеству эталонов

$$y^m = (y_1^m, y_2^m, \dots, y_N^m).$$

Пусть даны два класса  $A_1$  и  $A_2$ . Для распознавания принадлежности

какого-нибудь объекта  $p$  к классу  $x_m$  определяется величина

$$\begin{aligned} S(p, \{x_m\}) &= \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M d^2(p', x'_m) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (p'_n - p'_{mn})^2 = \\ &= \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \left[ \sum_{s=1}^N a_{ns} (p_s - x_{ms}) \right]^2. \end{aligned}$$

Решающее правило состоит в следующем:

$$\begin{cases} p \in A_1, & \text{если } S_{A_1}(p, \{x_m\}) < S_{A_2}(p, \{x_m\}) \\ p \in A_2, & \text{если } S_{A_1}(p, \{x_m\}) > S_{A_2}(p, \{x_m\}), \end{cases}$$

причем в каждой из функции  $S_{A_1}$  и  $S_{A_2}$  коэффициенты  $a_{ns}$  ищутся, применительно к первому или второму множеству эталонов [4].

Второй раздел «Общая информация о заболеваниях головного мозга» содержит общие данные о классах заболеваний, образы которых будут распознаваться в данной работе. Данный раздел состоит из двух подразделов. Первый подраздел описывает сосудистые заболевания головного мозга такие, как: хроническая недостаточность кровообращения головного мозга, проходящая недостаточность кровообращения головного мозга, инсульт, также внутричерепные образования.

Третий раздел «Реализация метода для диагностики заболеваний головного мозга» посвящен описанию реализации вероятностного метода для диагностирования некоторого класса заболеваний головного мозга. Также рассмотрены 4 примера работы программы.

Четвертый раздел «Основы разработки приложения под iOS на языке программирования Swift» посвящен основной теории по разработке приложений под управлением мобильной операционной системы iOS на языке программирования Swift. Данный раздел состоит из трех подразделов.

Первый подраздел «Язык программирования Swift» посвящен обзору языку программирования Swift.

Компания Apple 2 июня 2014 года представила новый язык программирования с названием Swift. В 2019 году 20 сентября была представлена 5-ая версия языка Swift, которая остается актуальной на данный момент [5].

Swift - открытый мультипарадигмальный компилируемый язык программирования общего назначения. Язык Swift предназначен для разработки под iOS, macOS, watchOS, tvOS, оптимизирован для использования фреймворков серии Cocoa, обладает совместимостью с основными кодами Apple. Swift проектировался как более читаемый и надежный с точки зрения реакции на ошибки программиста язык, чем его предшественник Objective-C [6, 7].

Второй подраздел «Среда разработки Xcode» описывает основные моменты среды разработки Xcode, которая использовалась для написания приложения.

Xcode - интегрированная среда разработки (IDE - Integrated Development Environment) программного обеспечения для платформ macOS, iOS, watchOS и tvOS, разработанная корпорацией Apple. Первая версия выпущена в 2003 году. Xcode включает в себя большую часть документации разработчика от Apple и Interface Builder — приложение, используемое для создания графических интерфейсов [8, 9].

Третий подраздел «Архитектура приложения» посвящен знакомству с часто используемыми в iOS архитектурными шаблонами.

Архитектура приложения - это архитектурный шаблон проектирования, охватывающий все приложение или какую-то его часть, которую обычно называют модулем. Из этих модулей обычно и строится приложение. В качестве модуля могут быть как отдельный экран приложения, так и несколько связанных между собой экранов [10].

Использование определенной архитектуры при разработке приложений крайне важно, так как при таком подходе приложение становится легче поддерживать и уменьшается время для привлечения новых разработчиков, приложение становится хорошо масштабируемым. Хорошо спроектированная программа обладает достаточной гибкостью и расширяемостью при изменении.

В iOS разработке существует 4 основных архитектурных паттерна: MVC, MVP, MVVM и VIPER. Сразу бросаются в глаза, что первые три паттерна похожи, они разделяют сущности приложения на 3 типа:

- Models (M) отвечает за данные или за слой доступа к данным, который ими управляет.
- View (V) отвечает за уровень представления, для окружающей среды



iOS это все, что начинается с префикса UI.

- Controller (C) / Presenter (P) / ViewModel (VM) посредник между Model и View. В основном отвечает за изменение Model, реагируя на действия пользователя, выполненные на View, и обновляет View, используя изменения из Model [11].

Пятый раздел «Разработка iOS приложения» посвящен процессу разработки мобильного приложения для устройств под операционной системой iOS на языке программирования Swift. Данный раздел состоит из 2 подразделов.

В ходе практической части было разработано приложение, позволяющее пользователю находить вероятности заболевания по выбранным симптомам. Для нахождения вероятностей был выбран вероятностный метод распознавания образов, так как он наиболее просто в реализации, а также наиболее популярен в медицине. Пользователь может ознакомиться с классами заболеваний, которые рассмотрены в данной работе. Также в приложении хранится история расчетов вероятностей диагнозов. Данное приложение направлено на то, чтобы указать на возможные проблемы у пользователя и, возможно, он не будет откладывать визит к врачу.

Данное приложение разрабатывалось для мобильных устройств под управление операционной системы iOS 12 и выше. Приложение было написано на языке Swift с использованием архитектуры MVC.

Первый подраздел «Верстка пользовательского интерфейса приложения» посвящен описанию экранов каждого экрана.

Приложение представляет собой 4 основных страниц: главная страница - выбор симптомов и кнопка для расчета вероятностей, при нажатии на которую переходит на экран с результатами; страница информации о заболеваниях; страница профиля и история вычислений.

Второй подраздел «Разработка функционала приложения» описывает разработки функционал для экранов.

У каждого экрана есть класс, в котором прописывается его работа. В работе показаны методы, которые описывают работу приложения на возможные действия пользователя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время проблема распознавания образов в диагностике заболеваний является актуальной. Дифференциальная диагностика – одна из наиболее трудных задач медицины. Она состоит в том, чтобы поставить больному диагноз тогда, когда имеющаяся симптоматика может проявляться при различных болезнях. Часто при этом окончательный диагноз коренным образом меняет тактику лечения.

В данной работе первым методом был рассмотрен вероятностный метод. Для определения вероятности диагноза по методу Байеса на основе предварительного статистического материала формируется диагностическая матрица. Количество строк соответствует количеству возможных диагнозов, а столбцов – симптомов.

Вторым методом был рассмотрен геометрический подход. Данный метод основан на использовании некоторой функции подобия (принадлежности)  $S$  объекта данному классу. При геометрической трактовке распознавания образов прибегают к интерпретации процесса в виде некоторого преобразования системы координат, при котором объекты одного класса сжимаются, а множества различных классов удаляются друг от друга.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была достигнута следующая основная цель: разработка мобильного приложения под операционной системой iOS для распознавания образов в диагностике некоторых классов заболеваний головного мозга.

В рамках работы были рассмотрены и изучены следующие практические задачи:

- реализация вероятностный метод на языке программирования Swift. Данный подход имеет как плюсы, так и минусы. Из плюсов метод просто реализуется и наиболее популярен в медицине; из минусов: требует больших подготовительных данных таких, как вероятности возникновения симптом для данного заболевания;
- изучение основ программирования iOS приложений на языке Swift и необходимых для этого инструментов.

В качестве практической части выпускной квалификационной работы было разработано приложение. Данной приложение разрабатывалось для мобильных устройств с операционной системой iOS 12 и выше. Были разрабо-

таны следующие экраны:

- Экран «Выбора симптомов» для выбора симптомов пользователем;
- Экран «Результат вычислений» для просмотра результатов после вычислений вероятностей заболеваний;
- Экран «Сборник» для ознакомления с информацией о заболеваниях, для которых вычисляются вероятности;
- Экран «Профиль» для истории вычислений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Brodskaya, J. A., Prokhorova, A. V., Theory of image analysis for diagnosis of brain diseases / J. A. Brodskaya, A. V. Prokhorova // International AnnualConference «Saratov Fall Meeting 2019». - 2019.
- 2 Горелик А. Л., Скрипкин В. А. Методы распознавания. Учеб. пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1984. - 208с., ил.
- 3 Мазуров Вл. Д. Математические методы распознавания образов. Уч. пособ. 2-е изд., доп. и перераб. - Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та., 2010. - 101 с.
- 4 Кузин Л. Т. Основы кибернетики. в 2 т. Т.2 Основы кибернетических моделей. Учеб. пособие для вузов. - М.: Энергия, 1979.
- 5 Усов, В. Swift. Основы разработки приложетя под iOS и macOS / В. Усов. Санкт-Петербург: Питер, 2018.
- 6 Manning, J. Learning Swift: Building Apps for macOS, iOS, and Beyond / J. Manning, P. Buttfield-Addison, T. Nugent. - Sebastopol: O'Reilly, 2017.
- 7 Apple. The Swift Programming Language (Swift 5.2). Apple Inc, 2020. - 1266 с.
- 8 Apple Developer Documentation. [Электронный ресурс] / URL: <https://developer.apple.com/documentation/> (дата обращения: 27.05.2020) - Яз. англ.
- 9 Xcode 11 Release Notes [Электронный ресурс] / URL: [https://developer.apple.com/documentation/xcode\\_11\\_release\\_notes](https://developer.apple.com/documentation/xcode_11_release_notes) (Дата обращения: 30.05.2020) - Яз. англ.
- 10 Coursera / Популярные архитектуры [Электронный ресурс] / URL: <https://ru.coursera.org/lecture/user-interface/63populiarnyie-arkhitektury-N69v4> (Дата обращения: 03.06.2020) - Яз. рус.
- 11 Официальный блог компании Badoo / Архитектурные паттерны на iOS [Электронный ресурс] / URL: <https://habr.com/ru/company/badoo/blog/281162/> (Дата обращения: 03.06.2020) - Яз. рус.