

А.К. Кожоголова, altynaikozhogulova@gmail.com

ЗАО "Альфа-Телеком", Кыргызстан, Бишкек,

аспирантка Института машиноведения и автоматизации НАН КР

ТЕСТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ УСТАЛОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ

В статье приведен пример разработки интеллектуального мобильного приложения на базе экспертной системы, дано описание видов тестирования для оценки состояния водителей, приведены результаты пробного тестирования разработанного приложения с участием респондентов разного стажа вождения.

Ключевые слова: Android-приложение, интеллектуальные системы, приложения для мобильной системы, сервер-приложение, протокол передачи данных, тестирование приложения.

Введение. В настоящее время существует множество сценариев разработки медицинских мобильных приложений (mHealth). Как правило, все mHealth-приложения включают в себя следующие компоненты [1]:

1. Мобильное устройство с доступом в Интернет;
2. Датчики (гаджеты), от которых поступает информация на мобильное устройство;
3. Базы данных для хранения и обработки информации;
4. Средства передачи информации (Интернет, Bluetooth, сотовая связь).

В зависимости от своего назначения, mHealth-приложения принято делить на несколько категорий [1, 2]:

- для сбора данных о медицинских показателях пользователя;
- для контроля лечения, точности выполнения медицинских предписаний и принятия медикаментов;
- для лечения определенной болезни;
- Фитнес-приложения, функции которых включают в себя замеры физических показателей пользователя и их анализ, а также составление программы тренировок и физической активности;
- Приложения для диагностики, позволяющие получить консультацию от эксперта на основе данных, получаемых с помощью мобильного устройства;
- Медицинские приложения, позволяющие осуществлять мониторинг состояния пользователя, сообщать врачу о здоровье пациента. Подобные приложения обладают функцией принятия решения.

В рамках данной работы создано Android-приложение оценки усталости водителей для мобильного устройства на основе множества параметров с применением клиент-серверной архитектуры; создано Android Wear-приложение оценки усталости для смарт-часов с возможностью снятия физических показателей пользователя, а также с возможностью передачи данных на мобильное устройство; определен протокол передачи данных между мобильным устройством и смарт-часами; определен облачный сер-

вер для хранения знаний и данных; разработано сервер-приложение для взаимодействия мобильного приложения с облачным хранилищем; разработана база знаний, содержащая факты и знания об усталости водителей и база данных, хранящую информацию о пользователях и их состоянии;

Категории MHealth-устройств

В настоящее время активно разрабатываются специальные устройства, которые обладают функциями оценки физического состояния пользователя, синхронизации данных со смартфоном, а также передачи полученных данных специалисту. Некоторые из таких устройств, позволяют отправлять данные на облачные сервера [2]:

- Фитнес-трекеры предназначены для контроля физической активности и физиологических показателей пользователя, таких как пульс, калории, количество пройденных шагов, данные от которых передаются на смартфон или компьютер, где с помощью специального приложения производится анализ здоровья и активности пользователя и выдаются рекомендации;
- Устройства, осуществляющие мониторинг одного показателя (глюкометры, тонометры, ингаляторы) предназначены для контроля определенного показателя с целью выявления и лечения болезней, возникающих в результате сбоя или болезни, непосредственно связанного с этим показателем. Вся информация с этих устройств передается на смартфоны или облачные сервера;
- Смарт-часы обладают возможностями соединения и синхронизации со смартфоном, а также работать как отдельные устройства, чаще всего они оснащены специальными датчиками (пульсометрами, тонометрами и т.д.).

Постановка задачи. Провести тестирование разработанного мобильного приложения оценки усталости водителя и проанализировать результаты.

Требования к мобильному приложению

Для реализации мобильного приложения оценки усталости водителя нами были определены следующие функциональные требования:

- Возможность регистрации и авторизации пользователя в системе;
- Возможность просмотра личных данных;
- Возможность тестирования пользователя на усталость;
- Возможность отображения физических показателей пользователя (пульс, температура, давление);
- Возможность просмотра рекомендаций пользователю на основе проведенного тестирования.

Предлагаемое решение. При проектировании Android-приложения оценки состояния усталости водителей была выбрана трехзвенная архитектура «клиент-сервер-база данных». Было решено базу данных разместить в облачном сервисе. Это позволит приложению работать с большим количеством данных, а также работать с общими данными и знаниями в случае реализации приложения для других мобильных платформ. В качестве механизма взаимодействия с облачными сервисами выбран архитектурный стиль REST API. Таким образом, была сформирована структура мобильной системы для оценки усталости водителей, которая состоит из следующих элементов:

1. Android-приложение оценки усталости водителей для смартфона, предназначенное для тестирования и оценки состояния пользователя;

2. Android Wear-приложение для смарт-часов, собирающее информацию с датчиков о физических показателях пользователя и с возможностью синхронизации со смартфоном;
3. База знаний, содержащая информацию о фактах, связанных с усталостью водителя и синдромом хронической усталости;
4. База данных, содержащая персональные данные о пользователях;
5. Сервер, предназначенный для обмена данными между базой данных и мобильным приложением.

Функционирование приложения начинается с синхронизации данных с приложением для смарт-часов. По выбору пользователя открывается тест для оценки состояния водителя. Из базы знаний извлекаются факты. По окончании теста осуществляется оценка усталости пользователя, согласно имеющимся знаниям. Мобильное приложение генерирует соответствующее результату тестирования экспертную рекомендацию для водителя. Далее данные, полученные со смарт-часов и результаты тестирования, заносятся в локальную и удаленную базы данных.

В качестве фреймворка для разработки мобильного приложения была выбрана платформа Xamarin, предназначенная для разработки кроссплатформенных мобильных приложений на ОС Android, IOS, Windows Phone, основанная на реализации платформы NET-Mono. Разработка приложений осуществляется на языке программирования C#.

Для хранения и обработки знаний и данных мобильного приложения выбрана платформа Microsoft Azure, позволяющая создать службу мобильных сервисов, которая обеспечивает единую логику для всех мобильных операционных систем (Android, IOS, Windows Phone), надежное хранение файлов и реляционных данных в облаке, а также безопасную проверку подлинности пользователей [3].

В качестве языка серверной логики был выбран язык Net Web API, поскольку он обладает всеми необходимыми возможностями для разработки облачного бэкенда, а также позволяет сохранять и обрабатывать данные как в SQL, так и в NO-SQL базах данных. Для разработки базы знаний мобильного приложения оценки усталости водителей были использованы средства языка разметки XML.

Реализация серверной части приложения.

Архитектура сервер-приложения состоит из 3 слоев: базы данных, серверной логики и представления (рис. 1).



Рисунок 1 – Структура мобильного приложения

База знаний осуществляет хранение фактов (знаний), описывающих конкретную предметную область. Для принятия решения в работе [4] был произведен сравнительный анализ существующих моделей представления знаний и выбрана наиболее подходящая предметная область [5]. Для представления знаний и фактов усталости водителей была выбрана фреймовая модель.

В ходе разработки мобильного приложения оценки усталости водителей было реализовано следующее:

- Регистрация пользователя;
- Авторизация пользователя;
- Главная страница приложения;
- Экран с личной информацией о пользователе;
- Экран с информацией о текущем состоянии пользователя;
- Тестирующая система с мини-играми и контрольными вопросами для выявления усталости;
- Тестирующая система выявления нарушений качества сна;
- Экран с результатами теста и соответствующими рекомендациями.

Регистрация пользователя. Для регистрации пользователя необходимо заполнить поля «Введите логин», «Введите пароль», «Повторите пароль» (рис. 2 а). При корректном заполнении полей и совпадении паролей осуществляется переход на страницу заполнения личных данных. Переход возможен при наличии подключения к Интернету. Страница «Личные данные» содержит поля «Имя», «Возраст», «Пол», «Род деятельности» (рис. 2 б).

На главной странице приложения доступны кнопки перехода к тестированию на усталость, а также выявления нарушений в качестве сна пользователя (рис. 2.в), отображается главное и контекстное меню приложения для перехода на страницы личной информации, информации о программе и выхода из системы. После прохождения теста появятся текущие результаты тестов.

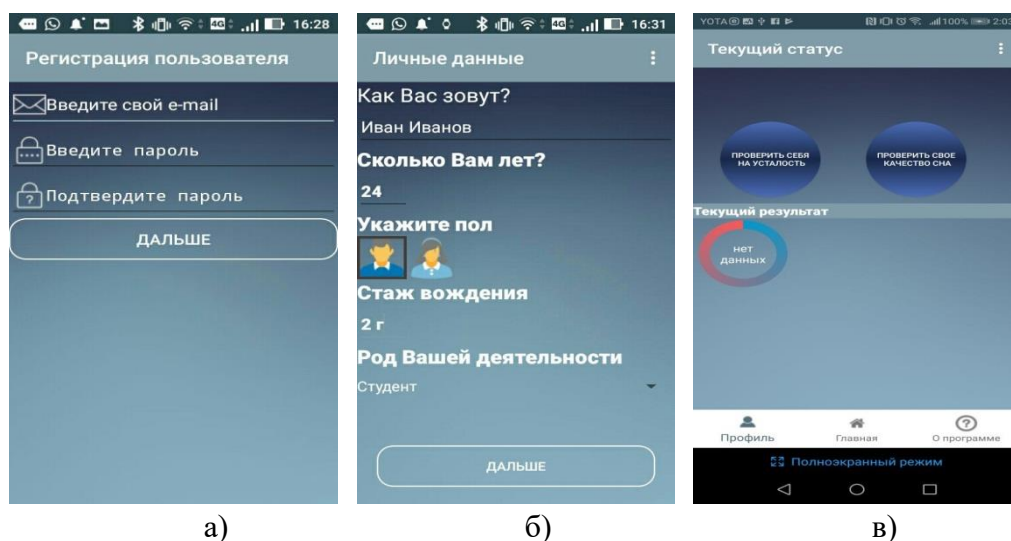


Рисунок – 2. а) Страница приложения «Регистрация пользователя»;
б) Страница приложения для ввода личных данных;
в) Главная страница приложения

Тестирующая система с мини-играми и контрольными вопросами для выявления усталости.

Методика Ю.В. Шувалова комплексной оценки психофизиологического состояния организма включает в себя 2 этапа: 1) тестирование с целью выявления функциональных характеристик организма; 2) Расчет психофизиологического потенциала человека, оценка результатов на основе тестирования [6].

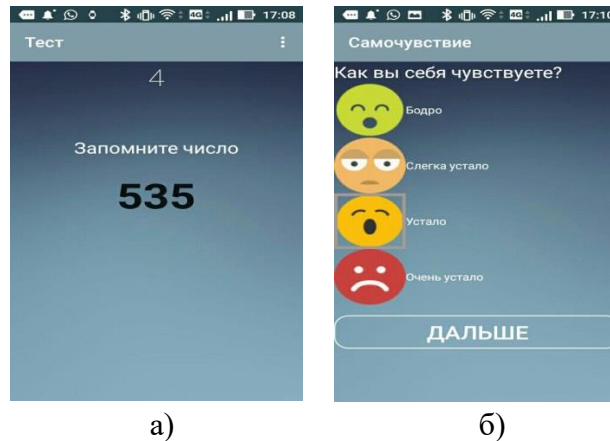


Рисунок 3 а) – Страница тестирования «Самочувствие», б) – «Память».

При запуске тестирующей системы открывается экран с изображением числа, необходимого для запоминания (рис. 3 а). Это число требуется ввести в конце тестирования. Данный тест необходим для оценки концентрации памяти пользователя, нарушение которой может быть одним из признаков усталости [7,8].

Далее открывается экран с вопросом о самочувствии пользователя (рис. 3 б). Этот вопрос необходим для оценки уровня эмоциональной усталости. Для пользователя доступен выбор одного из вариантов ответов. С этого экрана пользователю доступна функция перехода на следующий этап тестирования.

При нажатии кнопки «Дальше» открывается экран с вопросами, напрямую связанных с симптомами усталости. Эти вопросы загружаются из базы знаний приложения, которая размещена на сервере. На этой странице возможен выбор одного или нескольких симптомов, соответствующих состоянию пользователя. Каждый симптом соответствует определенной степени физической усталости. При отсутствии симптомов пользователь может пропустить данный раздел тестирования. Для этого необходимо нажать на кнопку перехода на следующую страницу (рис. 4).

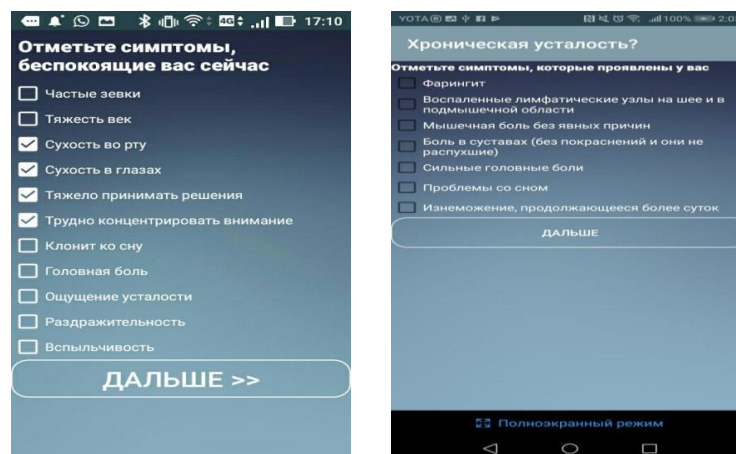


Рисунок 4 – Страницы выявления симптомов усталости и выявления симптомов хронической усталости.

При обнаружении у пользователя наличия симптомов усталости четвертой степени, для пользователя дополнительно открывается страница с вопросами их выявления симптомов хронической усталости. Доступен выбор одного или нескольких симптомов. При отсутствии таковых пользователю доступна кнопка перехода в следующий раздел тестирования. На следующей странице отображается страница для ввода данных о времени пробуждения пользователя, эта информация необходима для сбора данных о ре-

жиме сна и бодрствования водителя, что также влияет на усталость пользователя [8]. Пользователю доступен элемент интерфейса для выбора времени пробуждения, а также кнопка перехода в следующий раздел.

При нажатии кнопки перехода открывается страница с вопросами о количестве времени, отведенного на сон в течение последнего дня (двух дней при первичном тестировании). Также задан вопрос о количестве предстоящих часов за рулем. Эти данные также необходимы для сбора информации о режиме сна и бодрствования пользователя. Пользователю доступны поля для ввода количества часов, а также кнопка перехода на следующую страницу (рис. 5).

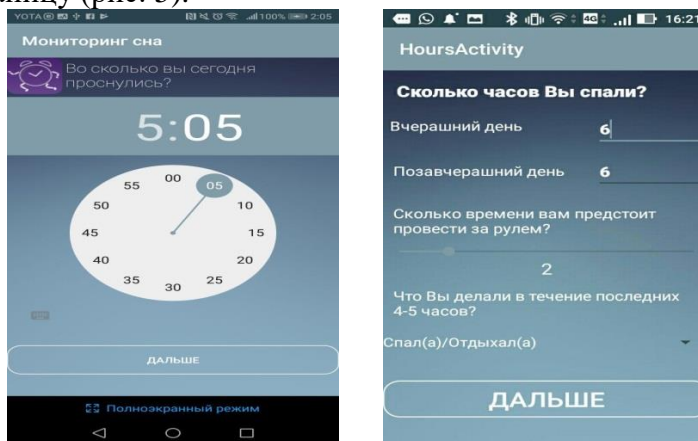
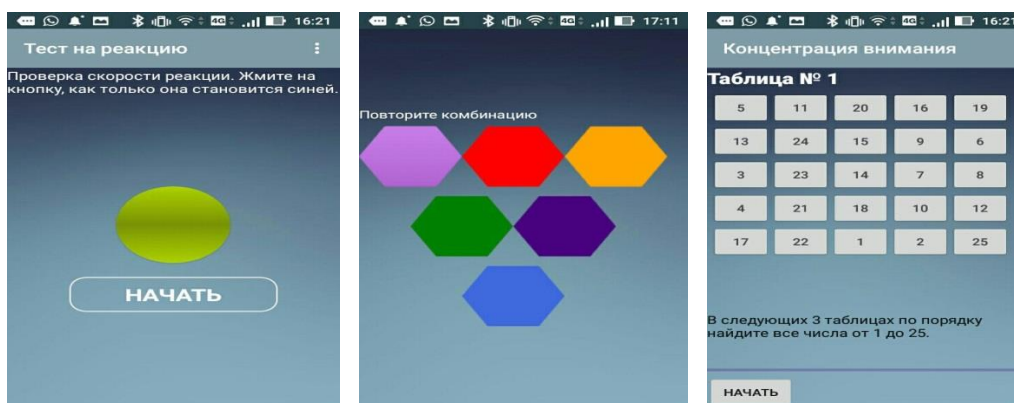


Рисунок 5 – Страницы анализа сна пользователя

Далее открывается страница с мини-игрой для проверки скорости реакции пользователя. Этот тест необходим для выявления нарушений в скорости реакции на визуальный сигнал, что также является признаком усталости пользователя [8]. При нажатии кнопки «Начать» запускается игра. В течение игры необходимо нажимать на кнопку, как только она меняет свой цвет. Скорость реакции оценивается в миллисекундах и ее значением является отрезок времени от смены цвета до нажатия на кнопку пользователем. (Рисунок 6 а). По завершении мини-игры на скорость реакции открывается мини-игра на память. Данная игра позволяет обнаружить нарушения в концентрации памяти (рис. 6 б). Далее открывается страница с мини-игрой на переключение и концентрацию внимания. Нарушение концентрации внимания является одним из психофизиологических признаков усталости [6,7].



а)

б)

в)

Рисунок 6 а) – Страница для тестирования скорости реакции, б) – Страница тестирования памяти пользователя, в) – Страница тестирования концентрации внимания.

В разработанном приложении тестирование внимания пользователя осуществляется при помощи таблиц Шульте, которые представляют собой таблицы размером 5×5 с расположенными в случайном порядке числами от 1 до 25. Скорость прохождения теста определяет уровень концентрации внимания пользователя. На странице приложения отображены правила игры, а также кнопка «Начать» (Рисунок 6 в). Далее открывается экран для ввода числа, которое необходимо было запомнить в начале теста. На экране доступна кнопка «Дальше», при нажатии которой открывается экран с результатами и рекомендациями.

Тестирующая система выявления нарушений качества сна

Выявление нарушений сна и выдача соответствующих рекомендаций по повышению его качества является одним из основных аспектов борьбы с усталостью и предотвращению синдрома хронической усталости [9]. Приложение оценки усталости водителей также включает в себя функцию выявления нарушений сна пользователя. Для начала тестирования необходимо нажать на кнопку «Проверить свое качество сна» главной странице приложения. Оценивание осуществляется по следующим параметрам: скорость засыпания, продолжительность сна, глубина сна и самочувствие после пробуждения (рис. 7 а). При нажатии кнопки «Дальше» приложение анализирует полученные баллы, в зависимости от которых приложение продолжает или завершает тестирование при достаточном количестве баллов. При продолжении тестирования открывается страница с вопросами о наличии симптомов нарушений сна, загружаемыми из базы знаний приложения, размещенной на сервере (рис. 7 б). При наличии определенного количества перечисленных симптомов, заданных в системе, система завершает тестирование и выдает результат.

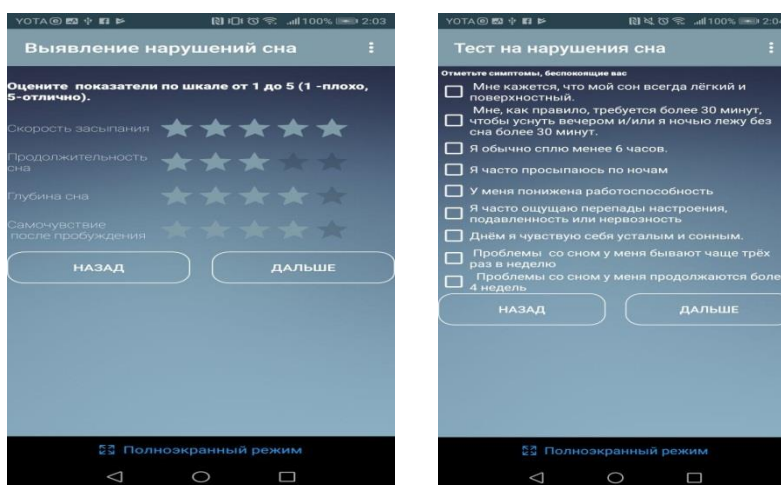


Рисунок 7 а) – Страница оценки качества сна. б) – Симптомы нарушения сна

Экран с результатами теста и соответствующими рекомендациями. По завершению прохождения теста происходит анализ результатов теста, на основе анализа результатов теста формулируются рекомендации о самочувствии, состоянии физических показателей, режиме сна и степени усталости пользователя. Далее открывается страница с результатами. Экран поделен на две части: в верхней части отображены результаты тестирования, а в нижней – выданы сформулированные рекомендации пользователю (рис.8).

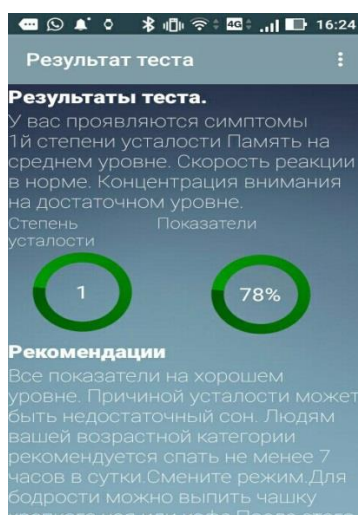


Рисунок 8 – Страница результатов тестирования

Пользователь не может сознательно приостановить выполнение теста, а при нажатии кнопки «Выйти» все данные и прогресс прохождения теста не сохраняются.

Реализация приложения для смарт-часов. Устройство, работающее на ОС Wear OS (Android Wear), взаимодействует со смартфоном посредством технологии беспроводной передачи данных Bluetooth. Приложение оценки усталости водителя, реализованное на платформе Wear OS, работает как самостоятельное и также включает функцию синхронизации данных с приложением оценки усталости для платформы Android. Передача данных осуществляется в случае, если пользователь авторизован в приложении. Для подключения к слою данных использовались библиотеки GoogleApi. Для обмена сообщениями и данными между устройствами использовались классы Node API, Message API, Data API [10].

Приложение начинает работу со страницы замера физиологических показателей пользователя с помощью сенсоров, встроенных в смарт-часы (рис.9).



Рисунок 9 – Страница замера пульса

Далее открываются страницы с мини-играми, аналогичные приложению по оценке усталости, предназначенному для ОС Android. Но для оценки концентрации внимания пользователя тесты с таблицами Шульте были заменены на цветовой тест Струпа. Тест Струпа представляет собой набор слов, значение которых определено названием какого-либо цвета, при этом цвет шрифта слова может не совпадать с его значением. Задача испытуемого – определять название цвета шрифта вне зависимости от значения слова [11]. Скорость ответа на каждый вопрос, а также количество допущенных ошибок позволяют сделать вывод о концентрации внимания пользователя (рис.10).

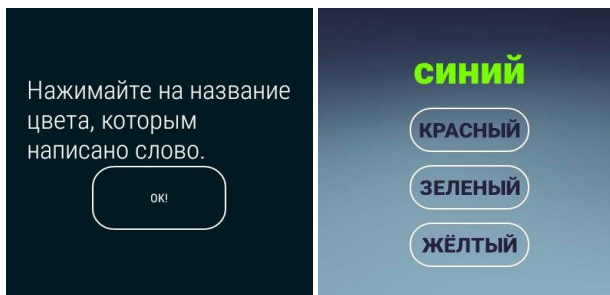


Рисунок 10 – Страница тестирования концентрации внимания

Далее открывается мини-игра для оценки скорости реакции пользователя (рис. 11).

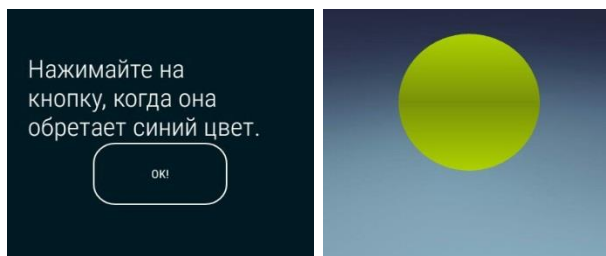


Рисунок 11 – Страница тестирования скорости реакции

После прохождения теста на проверку скорости реакции пользователю предлагается тест для оценки концентрации памяти.

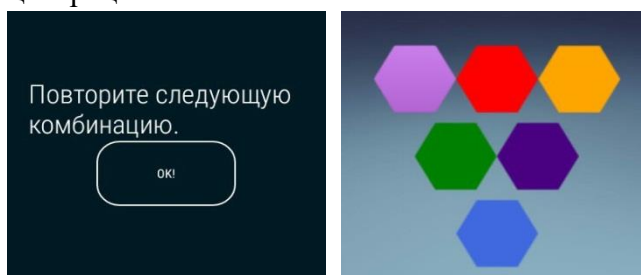


Рисунок 12 – Страница тестирования памяти пользователя

По завершении теста приложение выдает результат анализа показателей пользователя (рис. 13). При наличии связи с приложением для платформы Android-приложение отправляет результаты тестирования на смартфоны. Эти результаты далее анализируются Android-приложением и передаются в базу данных.

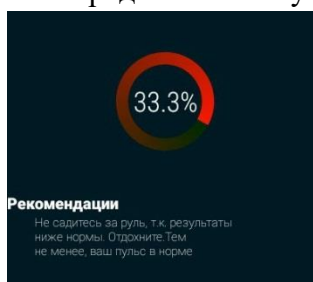


Рисунок 13 – Страница результатов тестирования

ТЕСТИРОВАНИЕ РАБОТЫ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Исходные данные при проведении тестирования. Для анализа работы приложения были выбраны 10 человек (респондентов) разного возраста и рода деятельности, которые были протестированы на усталость при помощи разработанного мобильного приложения (табл. 1).

Таблица 1 – Данные пользователей

№ респондента	Пол	Возраст	Род деятельности	Стаж вождения (в годах)
1	Мужской	57	Работа по сменам	39
2	Мужской	35	Работа по сменам	9
3	Женский	22	Студент	отсутствует
4	Женский	25	Студент	отсутствует
5	Женский	23	Работа 5 дней 8 часов в неделю	6
6	Мужской	23	Работа по сменам	3
7	Женский	22	Студент	4
8	Мужской	23	Работа по сменам	5
9	Женский	22	Работа по сменам	1
10	Мужской	23	Студент	4

При сборе данных о пользователе приложение учитывает следующие характеристики: *Возраст; Пол; Стаж вождения; Сфера деятельности.*

При первичном прохождении теста приложение оценивает пользователя по следующим критериям: *Время пробуждения; Количество часов, потраченных на сон в течение последних двух дней; Вид занятия, которым пользователь занимался в течение последних часов до прохождения теста.*

Анализ результатов тестирования

Тест 1. Оценка усталости респондентов

Каждый респондент был протестирован на усталость с помощью разработанного приложения. Все результаты, полученные мобильным приложением, были сохранены в облачной базе данных (таблица 2).

Из 10 тестируемых респондентов у 8 пользователей была выявлена усталость, при этом у 2-х пользователей была выявлена 4 степень усталости, у 1-го – 3-я степень усталости, у 2-х пользователей была диагностирована 3-я степень усталости и у 3 – 1 степень усталости.

Таблица 2 – Результаты тестирования пользователей

№ респондента	Концентрация внимания, с	Пульс	Память, баллы	Скорость реакции, с	Степень усталости
1	57	79	100	1204	1
2	65	73	10	823	4
3	41	82	10	420	0
4	58	90	50	800	2
5	44	68	100	377	0
6	55	76	50	416	1
7	50	70	50	519	1
8	63	82	100	505	2
9	59	72	50	1452	4
10	60	78	100	519	3

Для оценки концентрации внимания в приложении использованы таблицы Шульте. В ходе тестирования у пользователей с симптомами усталости были выявлены нарушения концентрации внимания (Рисунок 14). У 2 пользователей оценка концентрации внимания дало удовлетворительные результаты.



Рисунок 14 – Результаты тестирования концентрации внимания

При оценке скорости реакции приложение сравнивало результаты пользователей с нормами скорости реакции человека на визуальный сигнал [8]. В ходе тестирования у 4 респондентов с симптомами усталости были выявлены отклонения. У 5 респондентов скорость реакции в пределах нормы, а высокие результаты – у пользователя без признаков усталости (рисунок 15).



Рисунок 15 – Результаты тестирования скорости реакции

По результатам тестирования концентрации памяти 4 респондента полностью справились с предложенными приложением тестами. Тест не смогли пройти 2 респондента, у одного из которых была выявлена 4 степень усталости, а у второго симптомы усталости отсутствовали (рис. 16).

В результате проведенного исследования следует вывод, о том, что мобильное приложение оценки усталости водителей отвечает всем функциональным требованиям и готово к использованию.

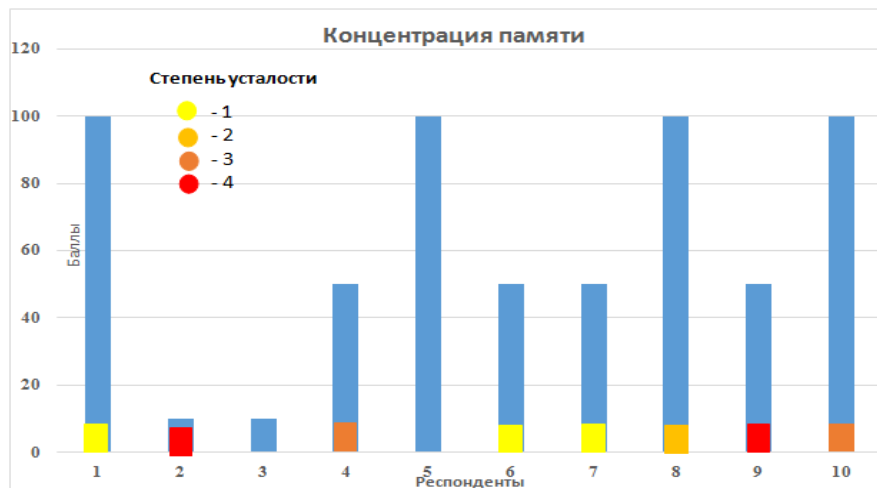


Рисунок 16 – Результаты тестирования концентрации памяти

Тест 2. Использование смарт-часов

С помощью приложения оценки усталости, работающего под управлением операционной системы Wear OS, для выявления усталости и развития риска утомления в работе [8] были произведены тестирование и замеры пульса у каждого из респондентов. Для этого приложение было установлено на смарт-часы Ticwatch, работающие под управлением Android Wear 2.0. Далее данные были переданы на мобильное приложение, работающее под ОС Android. На основе анализа значения пульса, последней активности и длительности бодрствования приложение выявило симптомы утомления у 3 респондентов (рис.17).

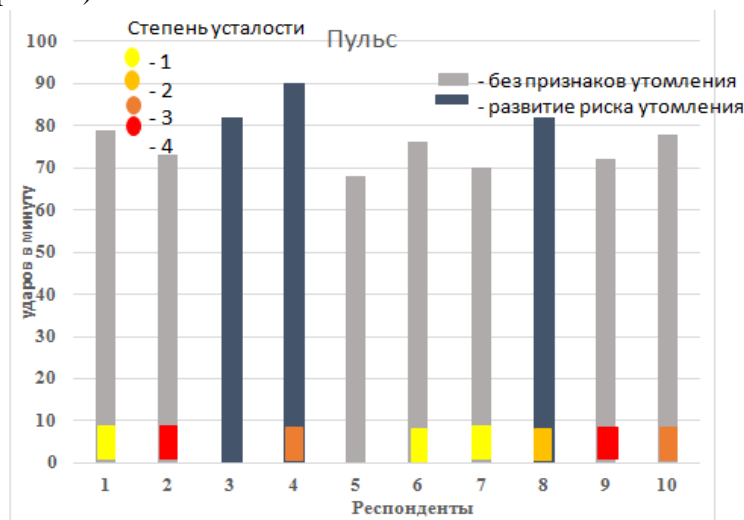


Рисунок 17 – Замеры пульса у респондентов

Тест 3. Установка связи между психофизическими показателями и возрастом пользователей

Для определения связи между возрастом и психофизическими показателями, такими как концентрация внимания и скорость реакции, необходимо рассчитать коэффициент корреляции, который показывает направление связи между зависимыми и независимыми переменными, а также ее мощность и рассчитывается по формуле (1):

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (1),$$

где n – количество в выборке элементов.

По результатам исследования, коэффициент корреляции между возрастом респондентов и результатами теста на концентрацию внимания составляет 0,33, что означает, что в зависимости возраст также имеет влияние на скорость прохождения теста, при этом чем больше возраст, тем дольше времени требуется пользователю для прохождения теста (рис. 18).

По результатам вычислений, коэффициент корреляции между скоростью реакции и возрастом пользователей составляет 0,5, а значит эти данные имеют более сильную связь, чем концентрация внимания и возраст, при этом имеется тенденция замедления скорости реакции с увеличением возраста (рис. 19).

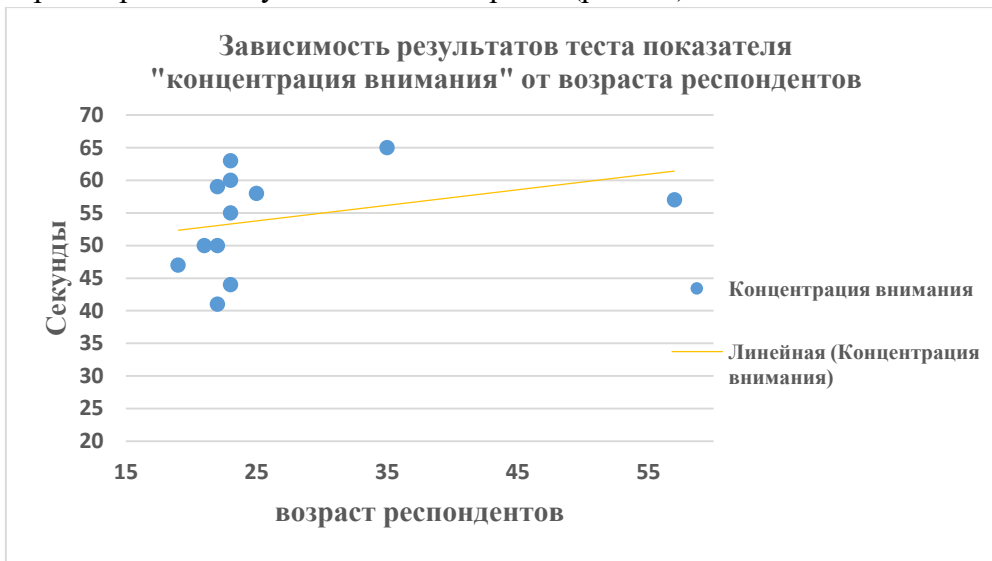


Рисунок – 18. График зависимости результатов теста концентрации внимания от возраста респондентов.

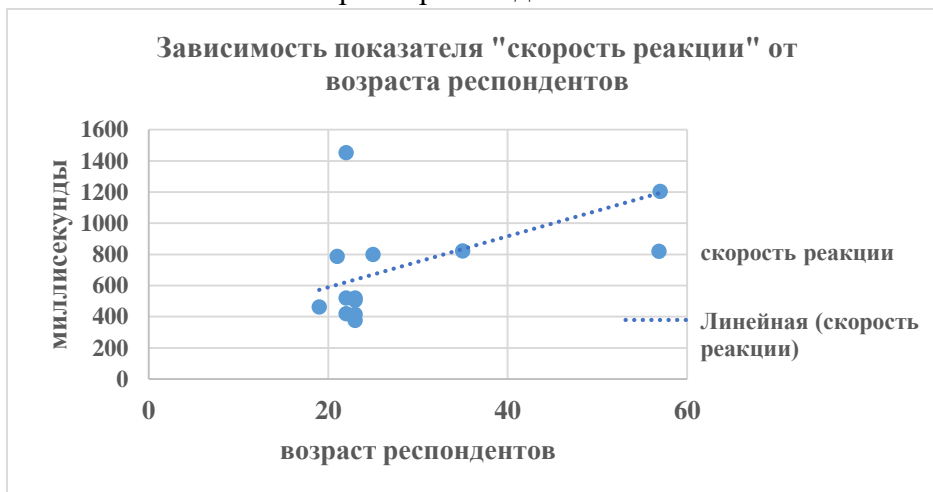


Рисунок 19 – График зависимости скорости реакции от возраста респондентов

По окончании прохождения тестирования, на основе полученных данных, приложение выдало соответствующие индивидуальные рекомендации каждому пользователю по улучшению самочувствия и улучшения показателей.

Были проведены еще два теста: Тест 4 на определение влияния времени суток на состояние респондентов и Тест 5 на определение динамики изменения пульса респондентов в течение дня. Тестирование проводилось утром, в дневное время суток и вечером. в

течение дня. В ходе проведенного тестирования, было выявлено, что в течение рабочего дня психофизиологические показатели у всех пользователей имеют тенденцию к снижению, что может быть результатом накопления усталости. При этом после каждого прохождения теста, приложение выдавало респондентам рекомендации.

В результате было выявлено, что динамика изменения показателей в периоде «утро-день» составляет от 20% до 25%, а динамика изменения показателей в периоде «день-вечер» колеблется в пределах от 25% до 75% .

Выработка рекомендаций приложением на основе полученных результатов

Для каждого респондента мобильное приложение сформировало рекомендации в зависимости от результатов тестирования. При обнаружении усталости первой и второй степени и незначительных отклонениях психофизиологических показателей приложение выдало рекомендации о кратком перерыве и отдыхе перед тем как сесть за руль. При обнаружении симптомов третьей и четвертой степени усталости приложение выдало рекомендации по полному восстановлению сил и нежелательном нахождении за рулем. При наличии симптомов хронической усталости приложение рекомендовало принять меры и обратиться к специалисту.

При отсутствии симптомов усталости, но наличии неудовлетворительных значений психофизических показателей приложение выдало рекомендации, используя данные последних действий пользователя, пульсе, режиме сна и количества часов бодрствования, при этом также рекомендовало о нежелательном нахождении за рулем.

При обнаружении симптомов развития утомления на основе данных о времени суток и значении пульса приложение выдало рекомендации по смене деятельности и необходимости полного восстановления.

Заключение. В ходе выполнения данной работы были получены следующие результаты:

1. Реализовано мобильное приложение для оценки усталости водителей под управлением операционной системы Android, позволяющее собирать данные о состоянии пользователя, которое включает в себя специальные тесты на концентрацию внимания, память и скорость реакции – основные показатели усталости водителя, в результате выполнения которых приложение выдает рекомендации;
2. Разработано мобильное приложение для умных часов под управлением операционной системы Android Wear, позволяющее использовать физические данные, которые можно измерить часами, для анализа состояния пользователя. Также был реализован программный интерфейс передачи данных между умными часами и мобильным приложением.
3. Реализована серверная часть приложения, необходимая для взаимодействия мобильного приложения и облачного сервера.
4. Проведено пробное тестирование разработанного приложения с участием респондентов разного стажа вождения и рода деятельности;
5. По результатам проведенного тестирования установлены закономерности между возрастом респондентов и психофизическими показателями, а также закономерности влияния времени суток на состояние респондентов; установлена взаимосвязь между физической активностью и показателями пользователя.

В перспективе планируется расширение возможностей мобильного приложения для оценки усталости работников различных сфер деятельности, а также разработка версий приложения для других платформ.

Литература

1. П.В. Никитин, А.А. Мурадянц, Н.А. Шостак. Мобильное здравоохранение: возможности, проблемы, перспективы / П.В. Никитин, А.А. Мурадянц, Н.А. Шостак // Клиницист Т.9 – 2015. – № 4 – с.13-21
2. Сысоев Ю.В. Изменения психофизиологических функций при длительной и напряженной деятельности: Автореф. дис. канд. пед. наук:13.00.04 / Сысоев Юрий Васильевич. – Тарту, 1974. – 32 с.
3. Владимир Юнев. Облачный бэкенд как сервис для Windows, iOS, Windows Phone, Android и мобильных HTML5-приложений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/dn271646.aspx> Дата обращения: 14.02.2018
4. Кожоголова, А.К. Сравнительный анализ моделей представления знаний в экспертных системах / А.К. Кожоголова // Современная техника и технологии в научных исследованиях: Сборник материалов IX Международной конференции молодых ученых и студентов (Бишкек, 27–28 марта 2017г.). – 2017. – С. 354–359.
5. Кожоголова, А.К. Выбор модели представления знаний в мобильном приложении для оценки риска усталости / А.К. Кожоголова // Сборник трудов VI Всероссийского конгресса молодых ученых (Санкт-Петербург, 2017 г.). – 2017. – С. 99–104.
6. Крушельницкая Я.В. Физиология и психология труда: Учебник – М.: Финансы и статистика, 2003. – 367 с.
7. Павлова А.М. Психология труда: учебное пособие / А.М. Павлова; под ред. Э.Ф. Зеера. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». – 2008 – 156 с.
8. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная // Учебник для высших учебных заведений физической культуры. – М.:Терра-спорт – 2001 – 520 с.
9. Газенкампф К.А., Шнайдер Н.А., Дмитренко Д.В., Кантимирова Е.А., Медведева Н.Н. Влияние нарушений продолжительности и качества сна на состояние психофизиологического здоровья и успеваемости студентов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12-2. – С. 257–260.
10. Android Wearable Programming [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://apprize.info/google/programming_1/2.html (Дата обращения 01.04.2018).
11. Federica Scarpina, Sofia Tagini. The Stroop Color and Word Test [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5388755/> (Дата обращения 02.04.2018).