

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

Разработка системы мониторинга давления в шинах легкового автомобиля (стартап как диплом)

Научный руководитель:

к.п.н., доцент каф. ЭВМ
Алтухова Мария Александровна

Консультант:

к.э.н., доцент каф. ЭиФ
Бутрина Юлия Владимировна

Автор:

студент группы КЭ-406
Чекрыгин Павел Александрович

Актуальность

В отечественном сегменте рынка существует большое количество автомобилей, не имеющих в своей комплектации систему мониторинга давления в шинах (СМДШ). Стоит заметить, что не только отечественные автомобили, но и некоторые иномарки не обладают данной системой.

Цель

Исследование и разработка косвенной системы мониторинга давления в шинах, работающей на основе данных, полученных из CAN-шины автомобиля при помощи диагностического сканера (то есть на основе не прямого измерения давления в колесе, а через различные вычислительные операции).

Задачи

- 1) анализ предметной области;
- 2) разработка алгоритма определения спущенного колеса;
- 3) разработка мобильного приложения;
- 4) проведение исследовательских испытаний, тестирование;
- 5) стартап-проект.

Анализ предметной области

В ходе анализа рассмотрены существующие технологии СМДШ (прямого и косвенного принципа действия), выявлена возможность разработать продукт, выполняющий мониторинг давления в шинах косвенным путем. Указаны ограничения разрабатываемой системы:

- подходят не все электронные блоки (ЭБУ) автомобилей;
- подходят не все типы автомобилей (только легковые, без блокировки дифференциала).

Анализ предметной области

Разрабатываемая система мониторинга давления в шинах – косвенного типа, так как высчитывает давление в колесах не напрямую, а через внутренние системы автомобиля.

Данный тип системы менее точный, чем система прямого типа, но для его работы не требуются манометрические датчики, его исполнение ниже по цене, а автосканер можно использовать в разных целях.

Разработка алгоритмов

Алгоритм сравнения: позволит вывести информацию, обладая лишь скоростями вращения колес.

Осевой признак	Диагональный признак
$z_o = \frac{\omega_1}{\omega_2} - \frac{\omega_4}{\omega_3} \quad (1)$	$z_d = \frac{\omega_2}{\omega_4} - \frac{\omega_1}{\omega_3} \quad (2)$

ω_1 – угловая скорость вращения переднего левого колеса, рад/с;

ω_2 – угловая скорость вращения переднего правого колеса, рад/с;

ω_3 – угловая скорость вращения заднего правого колеса, рад/с;

ω_4 – угловая скорость вращения заднего левого колеса, рад/с.

Разработка алгоритмов

Алгоритм расчета: имея скорость автомобиля, угловую скорость вращения колеса можно получить его расчетный диаметр, чтобы сравнить с диаметром колеса и сделать выводы.

$$V = d * \pi * \omega \quad (3)$$

d – диаметр колеса, мм;

π – число Пи;

V – скорость автомобиля, м/с;

ω – угловая скорость колеса, рад/с.

Анализ требований

Функциональные:

- вывод приблизительных значений давления колёс на экран;
- звуковое и вибрационное предупреждение в случае падения давления на определенный уровень;
- коррекция уровня поднятия тревоги;
- математические операции выполняются на смартфоне;
- отображение графиков давления по времени для каждого из колёс;
- возможность «обучить» систему;
- обучение для пользователя.

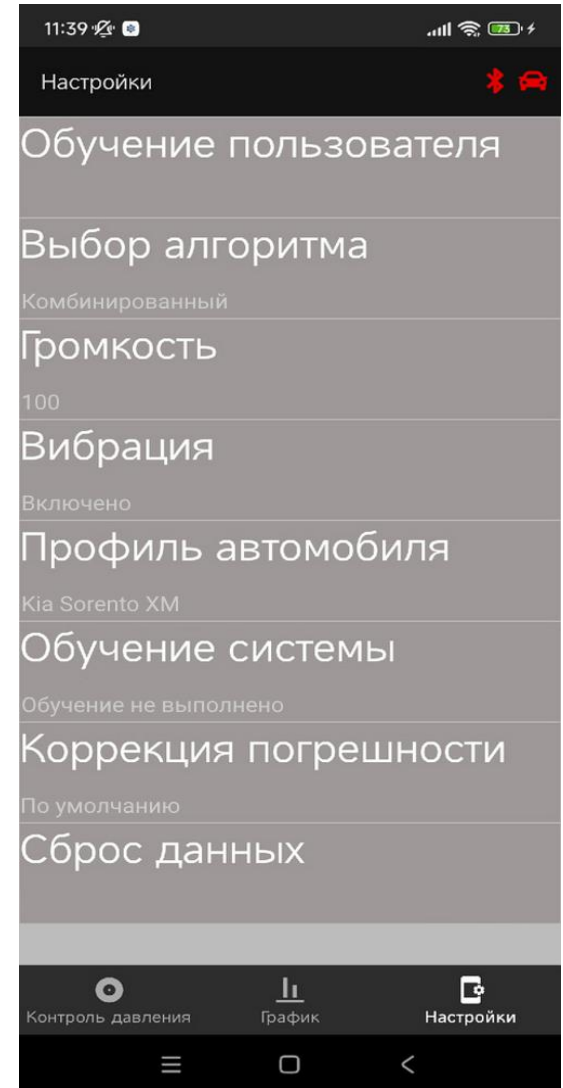
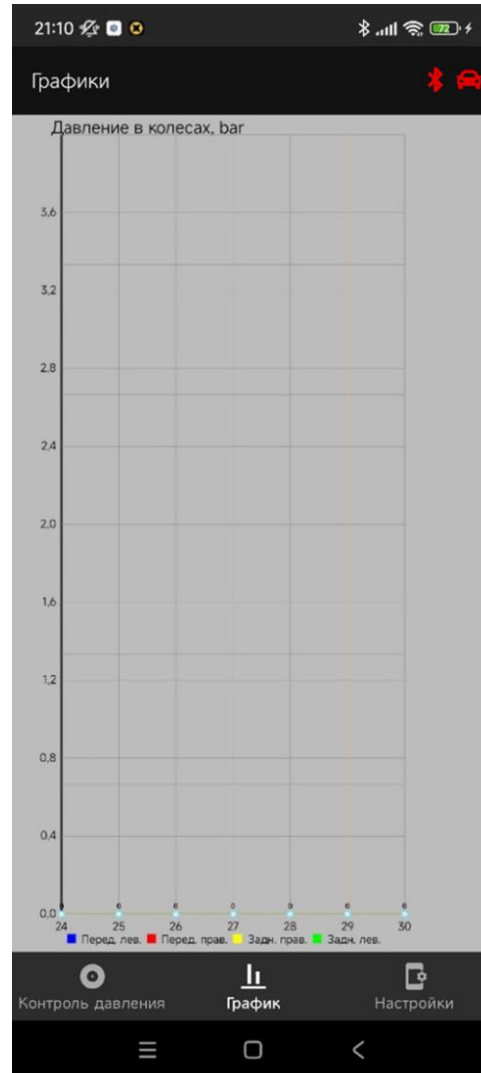
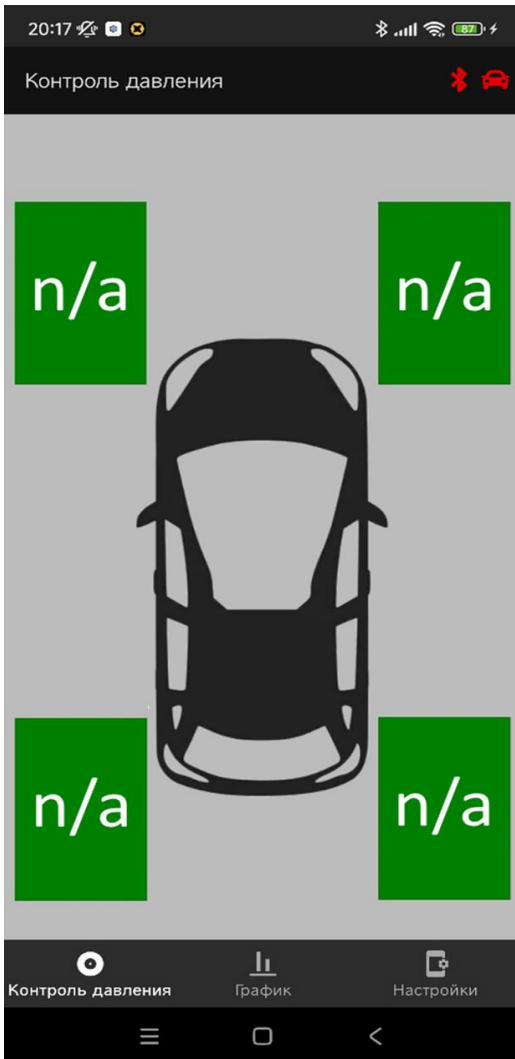
Нефункциональные:

- совместимость с операционной системой (ОС) Android 9 и выше;
- адаптация интерфейса под различные разрешения экранов;
- поддержка работы в фоновом режиме;
- невысокие системные требования (до 128 МБ ОЗУ и 256 МБ общей памяти).

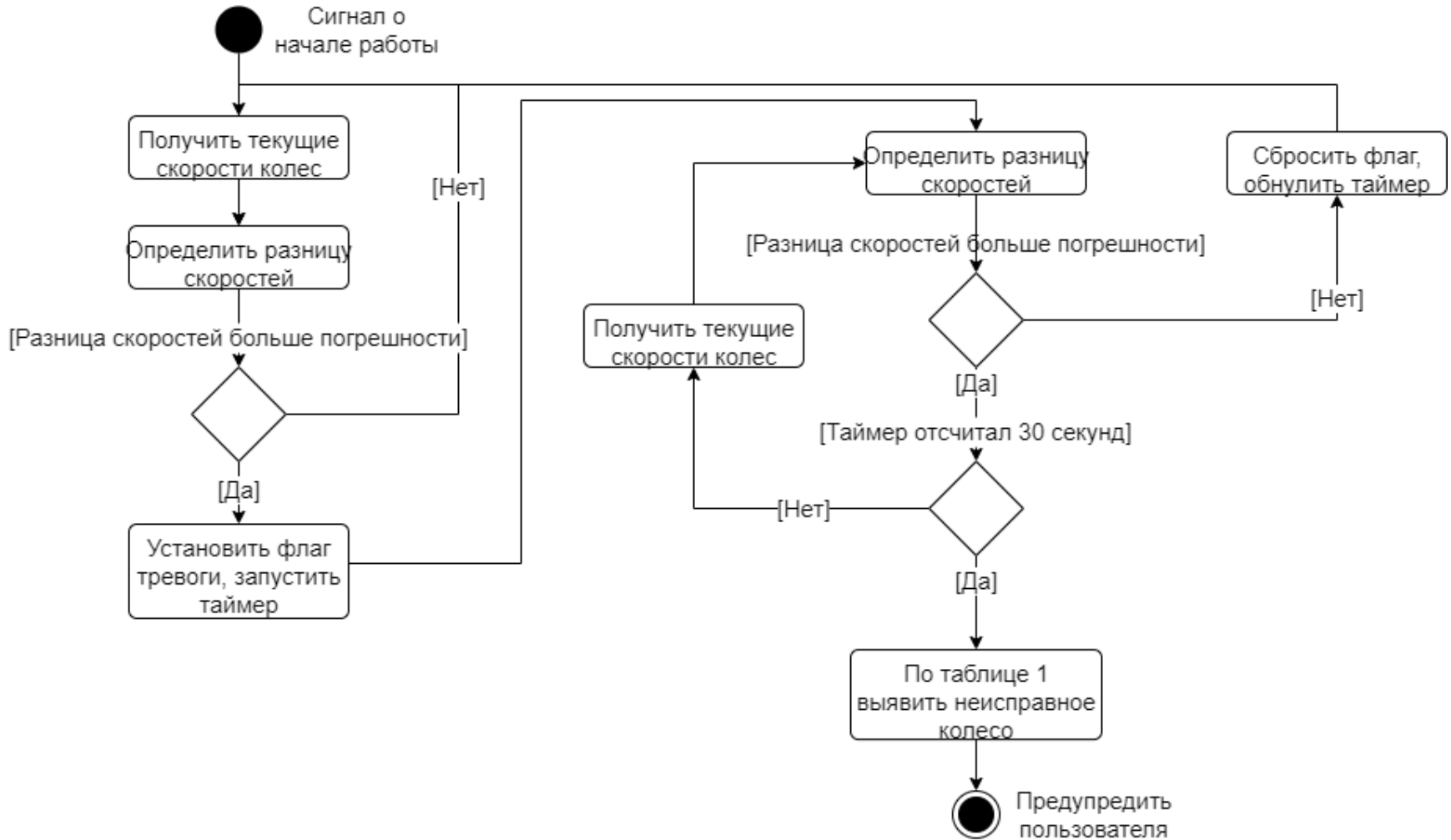
Средства разработки

- среда разработки – Android Studio,
- операционная система – Android 9+;
- язык программирования – Kotlin.

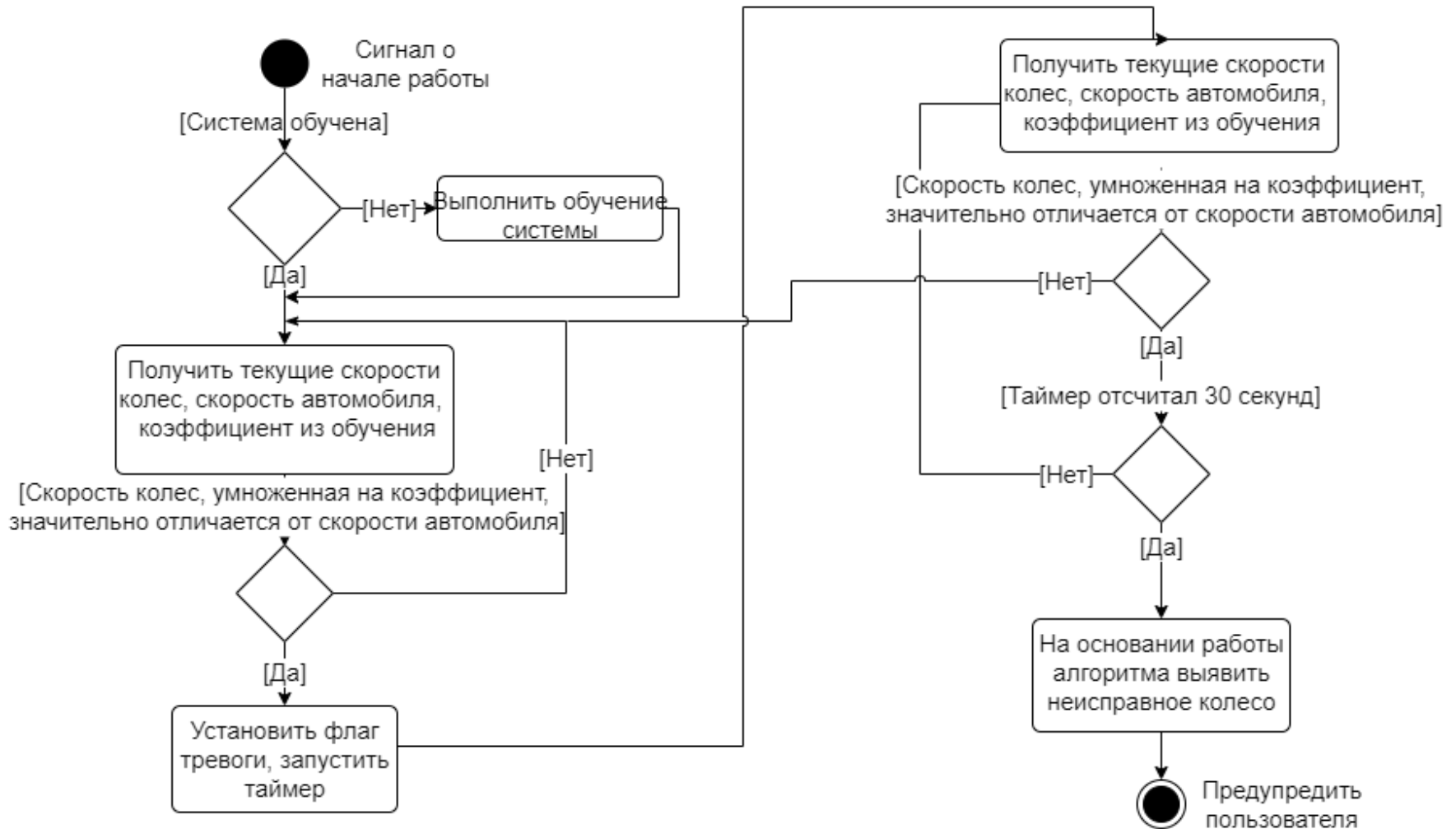
Приложение



Работа алгоритма сравнения



Работа алгоритма расчета



Исследовательские испытания

Испытания проводились в условиях движения по городу с соблюдением правил дорожного движения (следовательно, скорость движения не превышала 60 км/ч) по замкнутой траектории, общая протяженность участка составила 4,9 км.

№	P_1	P_2	P_3	P_4	Алгоритм	Время отклика	P_{1*}	P_{2*}	P_{3*}	P_{4*}
1	2,4	2,4	2,4	2,4	Комб.	-	2,2	2,3	2,4	2,3
2	2,4	2,0	2,4	2,4	Комб.	-	2,3	2,1	2,3	2,4
3	1,7	1,7	2,4	2,4	Комб.	73	1,7	1,6	2,4	2,4
4	1,7	2,4	2,4	2,4	Сравн.	22	-	-	-	-
5	1,2	2,4	2,4	2,4	Комб.	11	1,2	2,3	2,4	2,3
6	1,2	2,4	2,4	2,4	Сравн.	12	-	-	-	-
7	1,2	1,2	2,4	2,4	Сравн.	-	-	-	-	-

Функциональное тестирование

Действие	Результат	Тест пройден?
Пользователь впервые зашел в приложение	Появляется экран с обучением	Да
Пользователь начинает поездку	Система выводит приблизительные значения давления в колесах	Да
Колесо спущено (до 1,7 бар), пользователь начинает поездку	Система подает звуковой и вибрационный сигнал пользователю	Да
Пользователь смотрит историю изменений давления	На экране с графиком отображается усредненная информация по дням об изменениях давления	Да
Пользователь корректирует уровень тревоги	Система изменяет уровень чувствительности	Да
Пользователь впервые запускает мониторинг	Система выполняет обучающую поездку	Да

Нефункциональное тестирование

В начале работы над приложением Android Studio был выбран API 28 «Pie», работающий на устройствах с ОС Android 9 и выше.

За счет использования взаимного расположения объектов и векторных изображений разрешение экрана адаптивно.

Благодаря использованию сервисов приложение работает в фоновом режиме.

Приложение не имеет высоких вычислительных задач, занимает 78 МБ хранилища, 39 МБ ОЗУ.

СТАРТАП-ПРОЕКТ

У приложения не найдено аналогов - ни одно популярное приложение не выполняет мониторинг давления через автомобильный сканер.

Товары-субституты дороже нашего решения, а также точнее.

SWOT-анализ

Сильные стороны	Слабые стороны
Ежемесячная модель монетизации	Продукт находится на ранней стадии разработки
-	Нет большей части производственной команды
-	Не было продвижения
-	У продукта нет продаж
Возможности	Угрозы
Обширный ассортимент поставщиков программного обеспечения	Присутствие сильных субститутов
Отсутствие конкурентов	Ограничения зарубежных магазинов приложений
Субституты дороже и менее универсальны	Введение государством обязательной сертификации на СМДШ
Средний порог входа в отрасль	-
Наличие спроса на подобную систему	-

Решения

После формирования SWOT-таблицы и анализа проблемных полей был составлен рейтинг решений.

Ранг	Наименование	Сумма
1	Старт маркетинговой стратегии	34
2	Ускорение реализации продукта	25
3	Увеличение команды проекта	23
4	Повышение качества продукта	16
5	Открытие компании	14

Основные экономические показатели

Показатели эффективности (горизонт расчета проекта – 18 месяцев):

- чистый приведенный доход – 342 тыс. руб.;
- индекс доходности – 1,19.;
- срок окупаемости проекта – 16 месяцев.;
- потребность в финансировании – 1 770 тыс. рублей.

Заключение

В ходе анализа предметной области были рассмотрены существующие технологии СМДШ и их принципы работы, определено основное направление разработки.

В разделе разработки алгоритма определения спущенного колеса были описаны принципы действия алгоритмов сравнения и расчета для дальнейшей работы с ними.

Было спроектировано и разработано мобильное приложение, осуществляющее подключение к определенному автомобилю и позволяющее проводить мониторинг давления в колесах через автомобильный сканер.

Приложение было протестировано, выявлены замечания для последующей разработки приложения, все требования, указанные во время проектирования, были выполнены.

В ходе стартап-проекта был проведен обширный стратегический анализ продукта, выявлены приоритетные направления для повышения успеха при выходе на рынок, предоставлена общая информация о проекте.

Спасибо за внимание!