



Android-приложение для проведения лабораторной работы по измерению коэффициента трения-скольжения

Выполнил: студент 2 курса
физического факультета Южного федерального университета

Благодарный Александр Сергеевич

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук

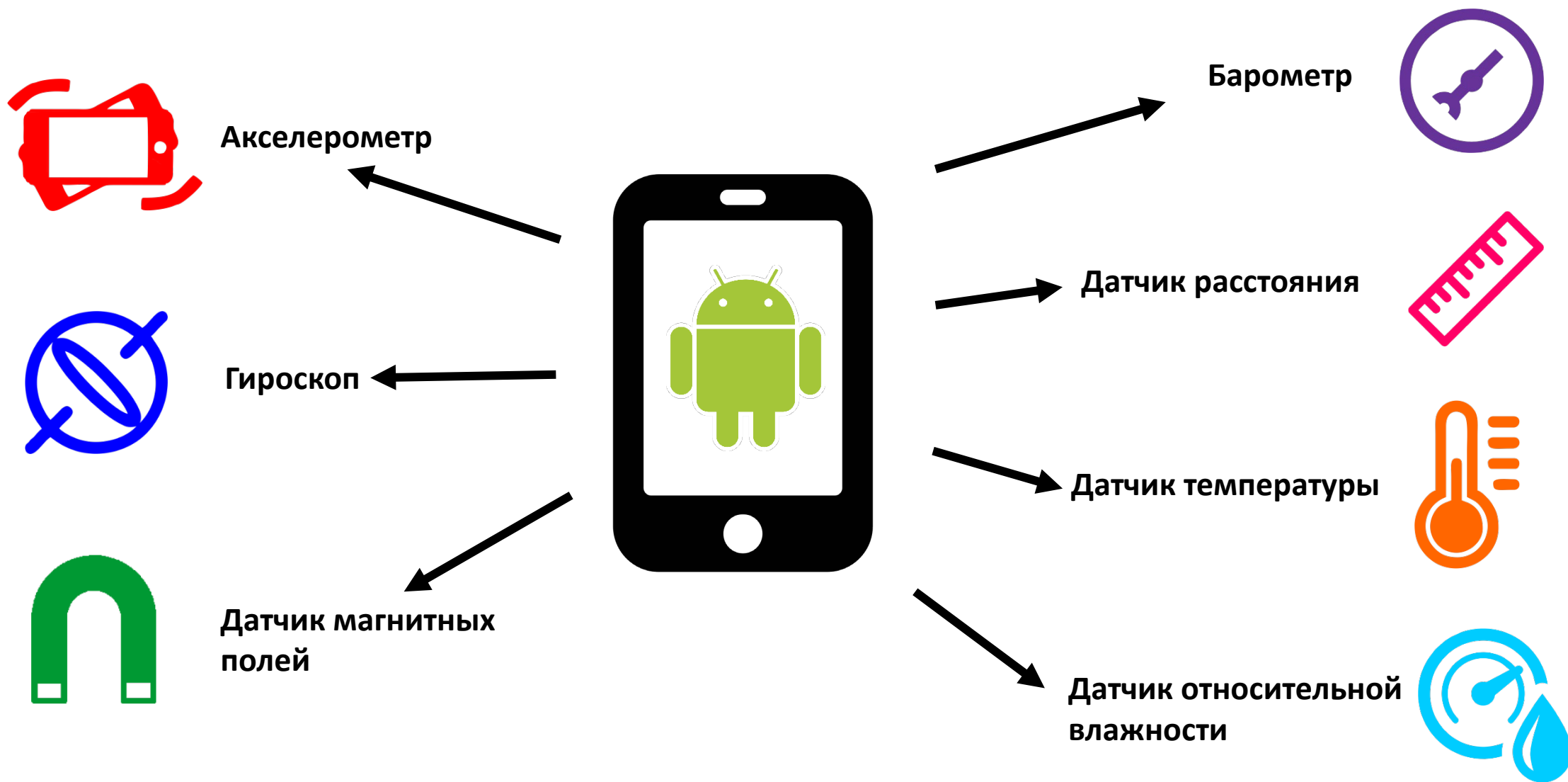
Губский Дмитрий Семёнович

Введение



Оборудование для изучения законов механики

Какие датчики есть у современных устройств?



Цели и задачи

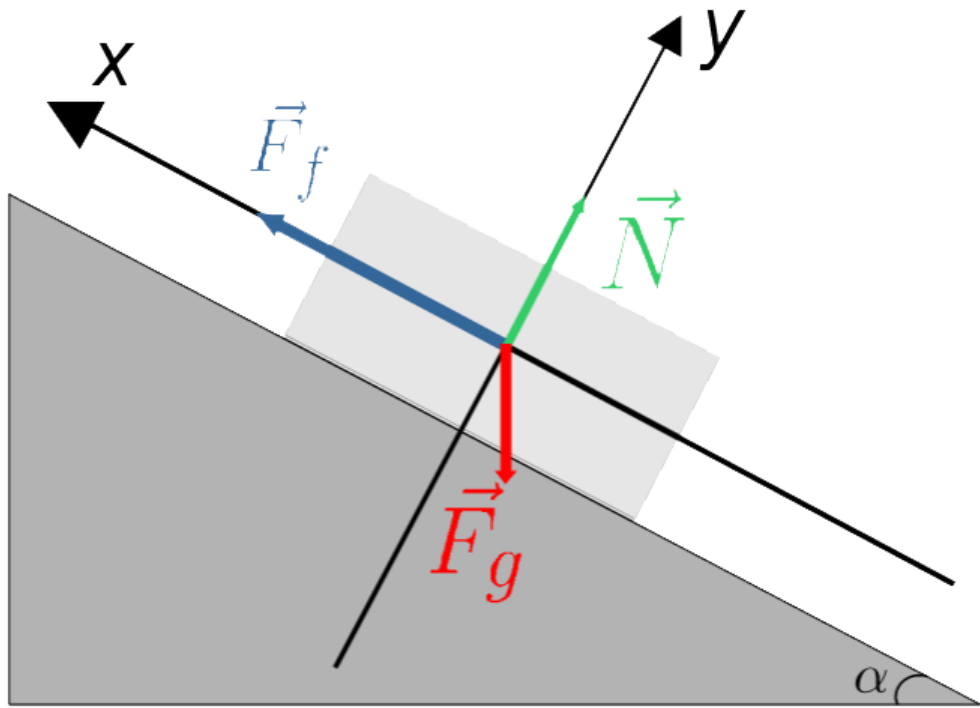
Цель:

Разработать Android-приложение с помощью которого можно провести лабораторную работу по изучению коэффициента трения - скольжения

Задачи:

- 1) Получить оптимальную формулу для вычисления коэффициента трения-скольжения
- 2) Построить алгоритм измерения неизвестных величин
- 3) Оценить инструментальную и методическую погрешности

Вывод формулы



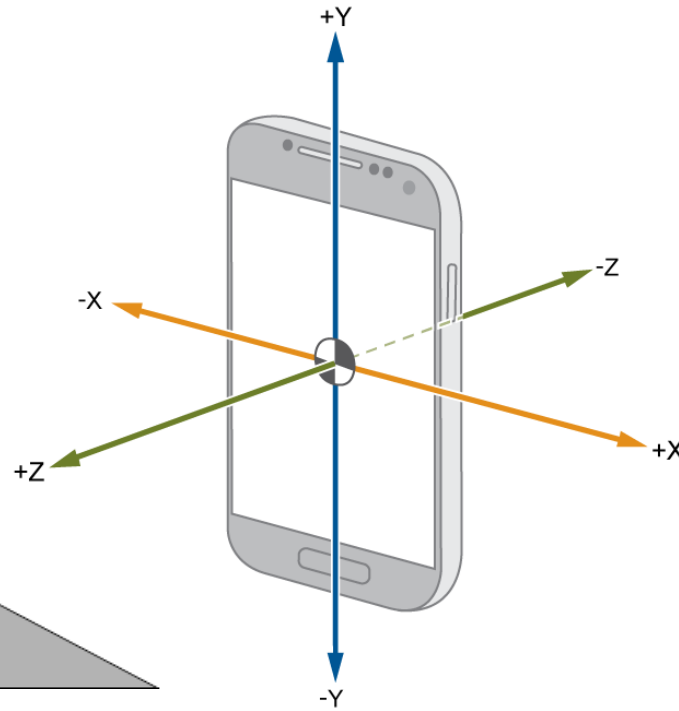
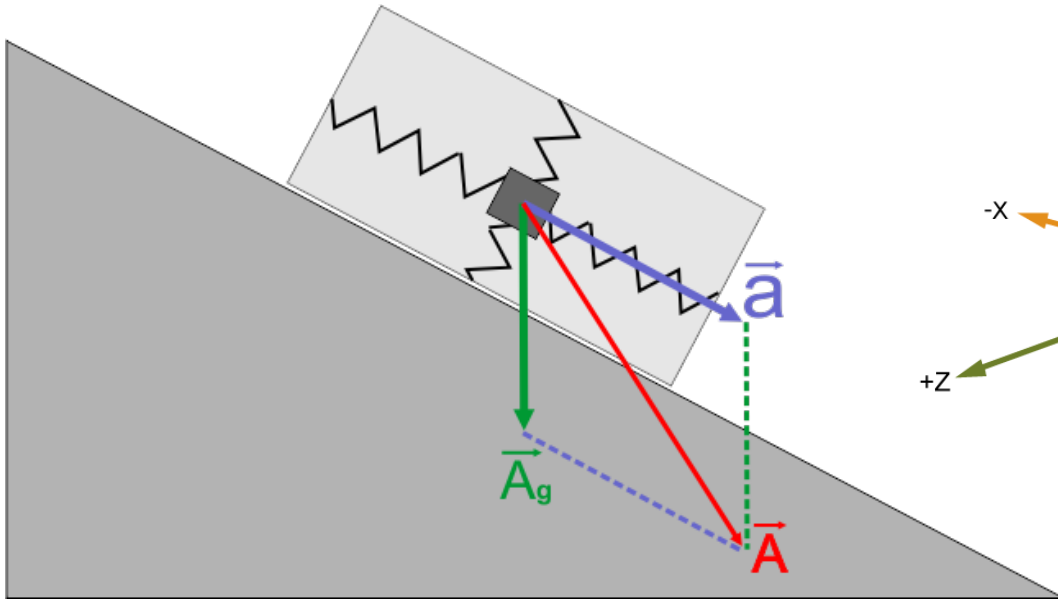
(1) $\vec{F} = \vec{F}_f + \vec{F}_g + \vec{N}$ - Второй закон Ньютона

(2)
$$\begin{cases} ox: \mu N - mg \sin \alpha = -ma \\ oy: N = mg \cos \alpha \end{cases}$$
 - Проекции на координатные оси

(3) $\mu g \cos \alpha = -a + g \sin \alpha$ - Решение системы

(4) $\mu = \frac{g \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{a}{g \cos \alpha} = \textcolor{red}{tg} \alpha - \frac{\textcolor{red}{a}}{\textcolor{red}{g \cos \alpha}}$ - Решение выраженное через μ

Вывод формулы



Акселерометр помимо линейного ускорения, с которым движется тело, измеряет ускорение свободного падения, а точнее их векторную сумму.

Акселерометр измеряет: $\vec{A} = \{A_x; A_y; A_z\}$, где A_x, A_y, A_z - проекции полного ускорения

(5) Тогда $\alpha = \arccos\left(\frac{A_z}{|\vec{A}|}\right)$,

(6) И имеем $\mu = \operatorname{tg}\left(\arccos\left(\frac{A_z}{|\vec{A}|}\right)\right) - \frac{a}{g \cos\left(\arccos\left(\frac{A_z}{|\vec{A}|}\right)\right)}$

Вывод формулы

(7) Очевидно, что $\cos(\arccos(\frac{A_z}{|\vec{A}|})) = \frac{A_z}{|\vec{A}|}$

(8) $\sin(\arccos(\frac{A_z}{|\vec{A}|})) = \sqrt{1 - (\frac{A_z}{|\vec{A}|})^2}$

(9) Тогда $\mu = \frac{|\vec{A}|g\sqrt{1 - (\frac{A_z}{|\vec{A}|})^2} - a|\vec{A}|}{A_z} = \frac{g\sqrt{|\vec{A}|^2 - A_z^2} - a|\vec{A}|}{A_z}$, раскрываем модуль

(10) $\mu = \frac{g\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} - a|\vec{A}|}{A_z}$

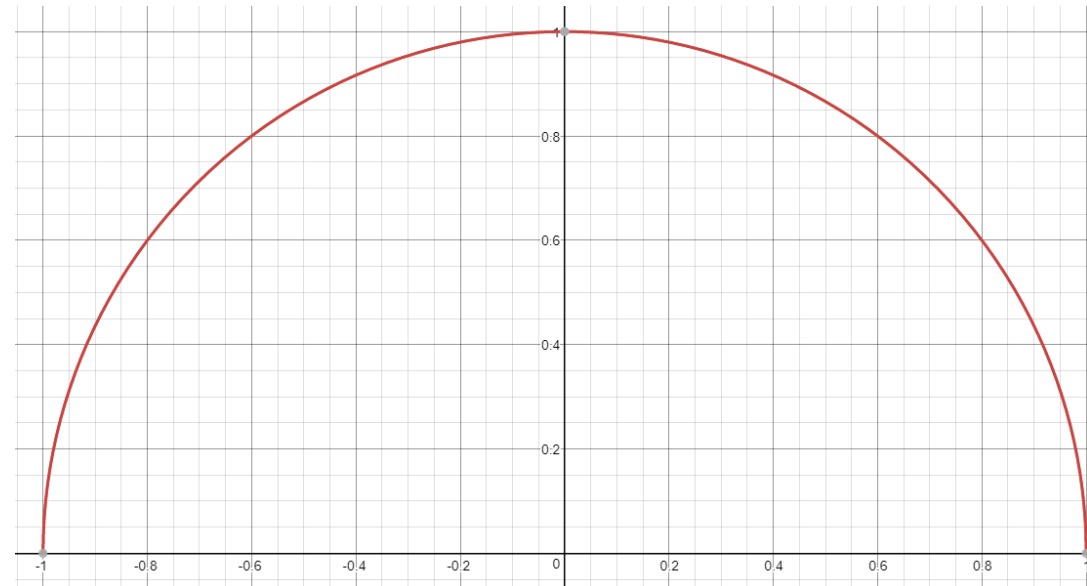


График $\sin(\arccos(\frac{A_z}{|\vec{A}|}))$ –
 полуокружность с центром в (0; 0),
 и радиусом 1.
 Известно, что уравнение окружности имеет вид
 $x^2 + y^2 = R^2$, а уравнение положительной
 полуокружности соответственно $y = \sqrt{1 - x^2}$

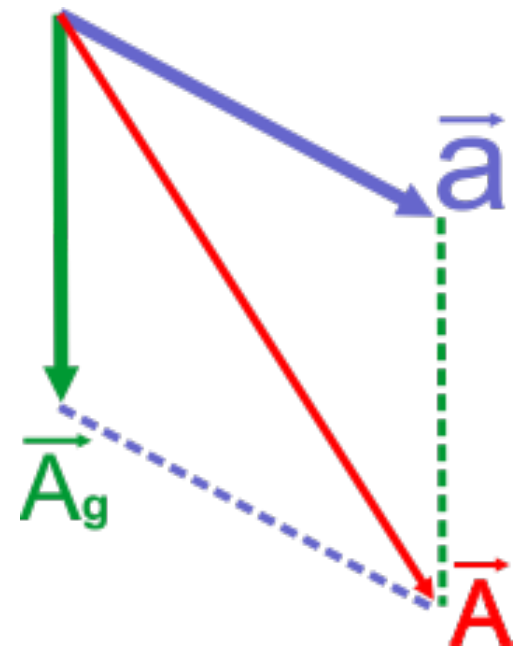
Вывод Формулы

(11) Откуда получаем $\mu = \frac{g\sqrt{A_x^2 + A_y^2} - a|\vec{A}|}{A_z}$

(12) Раскрыв модуль и неизвестное a , получаем:

$$\mu = \frac{g\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} - \frac{\sqrt{\left((A_x - A_{g_x})^2 + (A_y - A_{g_y})^2 + (A_z - A_{g_z})^2\right)(A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)}}{A_z}$$

Где, $\{A_{g_x}; A_{g_y}; A_{g_z}\} = \vec{A}_g$



Расчет погрешности

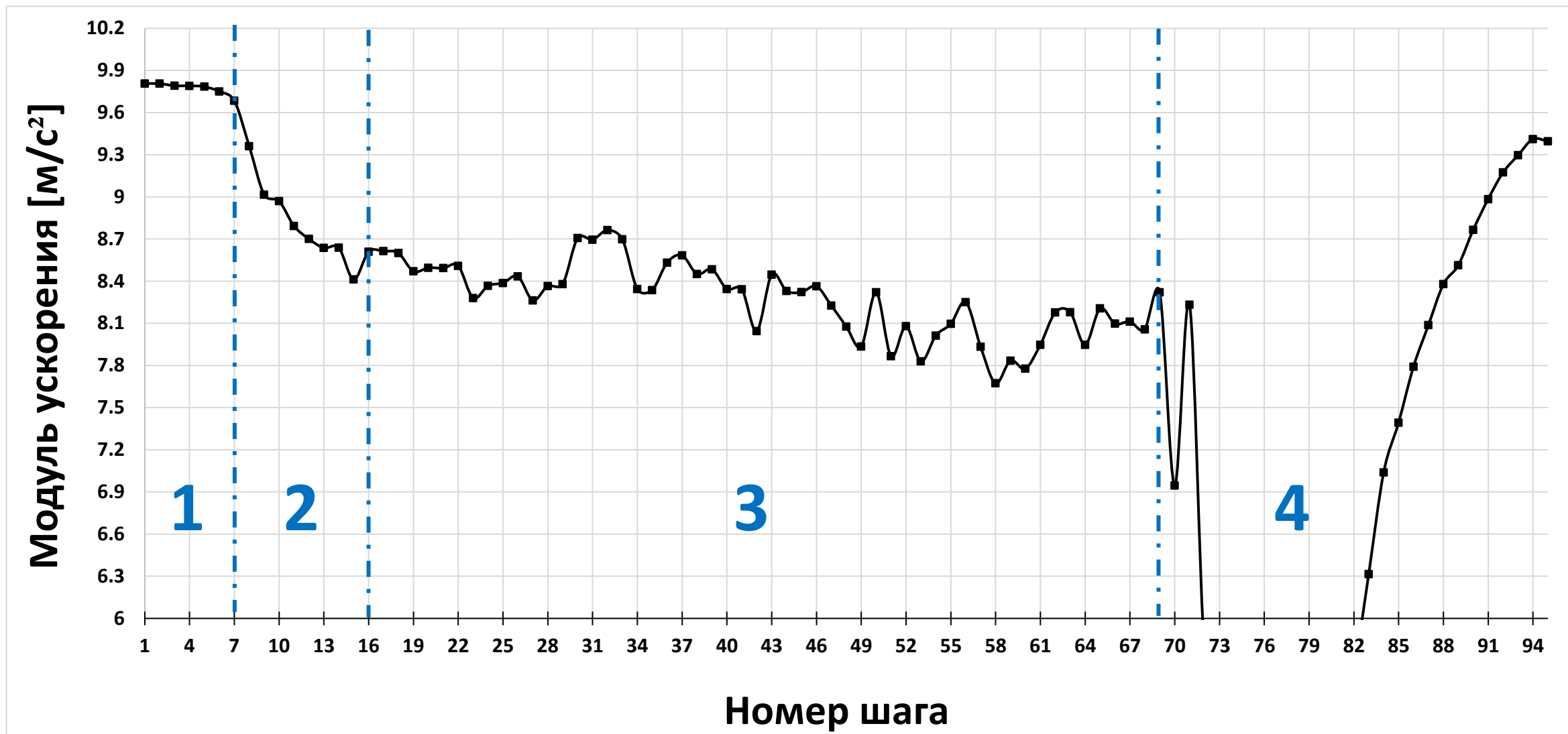
(13) $\tilde{\mu} = \sqrt{\sum_{i=x,y,z} \left(\frac{\partial \mu}{\partial A_i}\right)^2 \Delta A_i^2}$ — Погрешность косвенных измерений

При измерении необходимо пользоваться формулой:

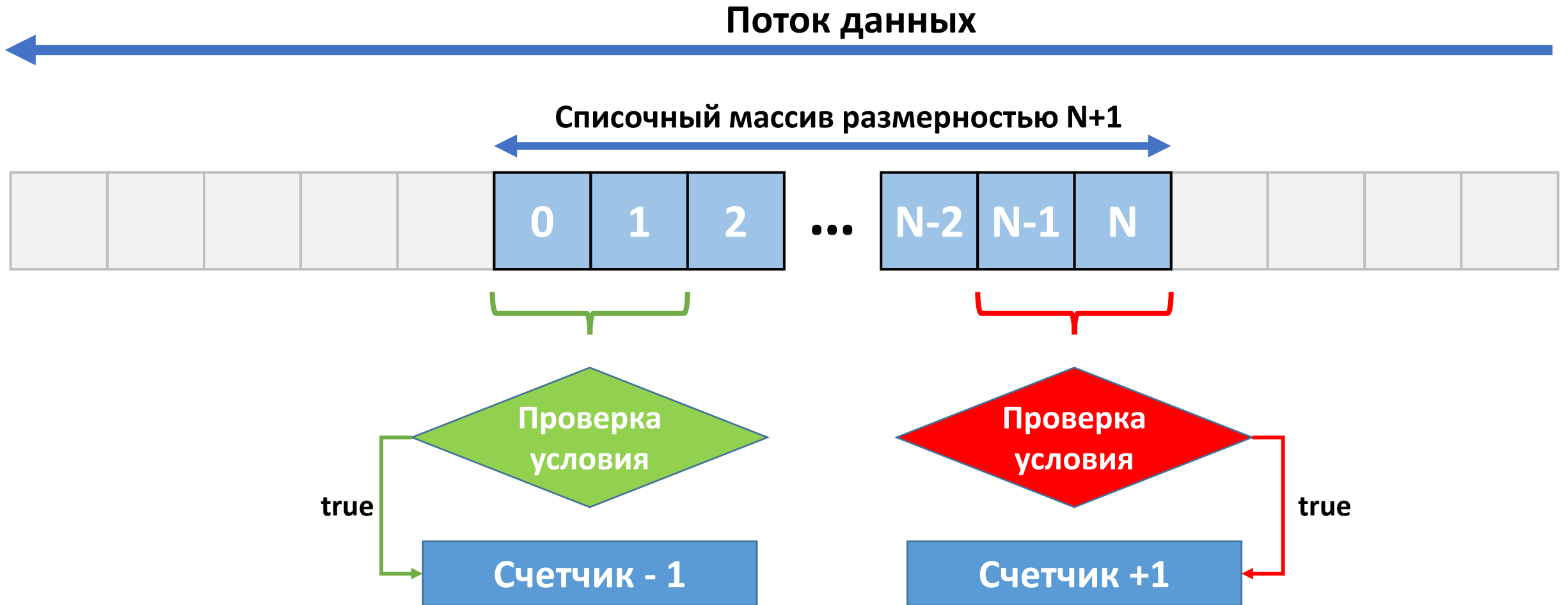
(14) $\tilde{\mu} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ — Среднее квадратическое отклонение

(15) Где $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, \bar{x} — среднее арифметическое, n — количество измерений, x_i — результат i -ого измерения

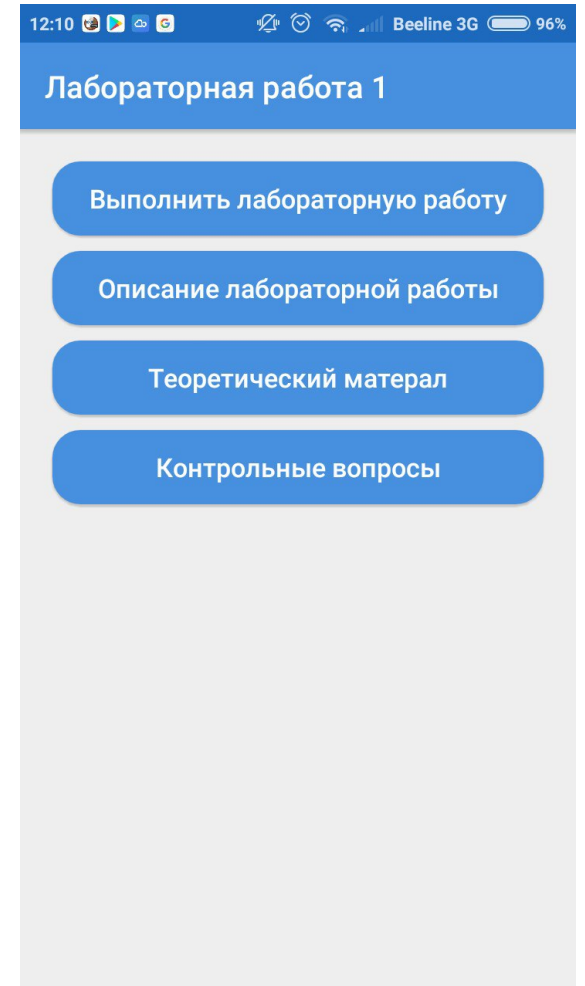
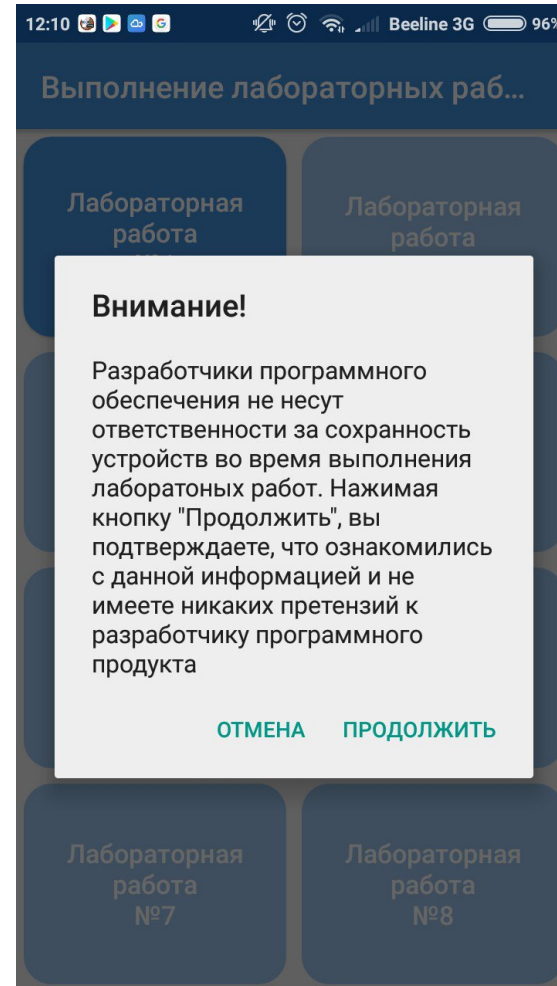
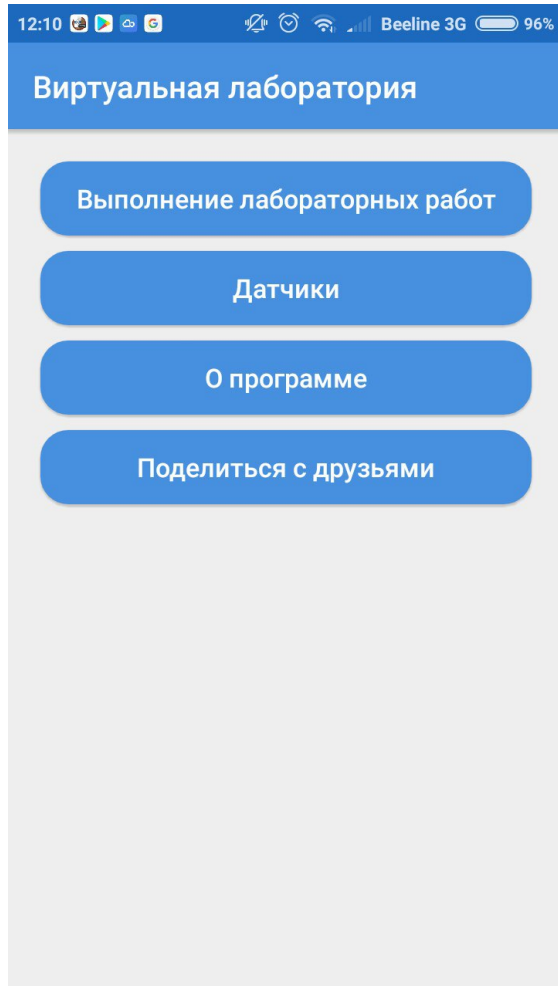
Анализ данных



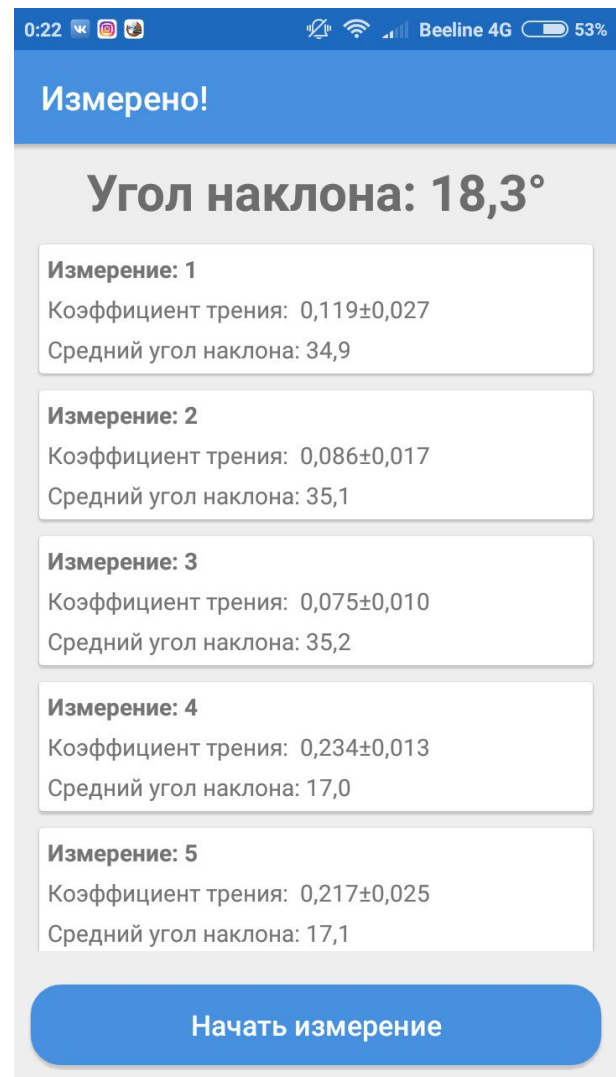
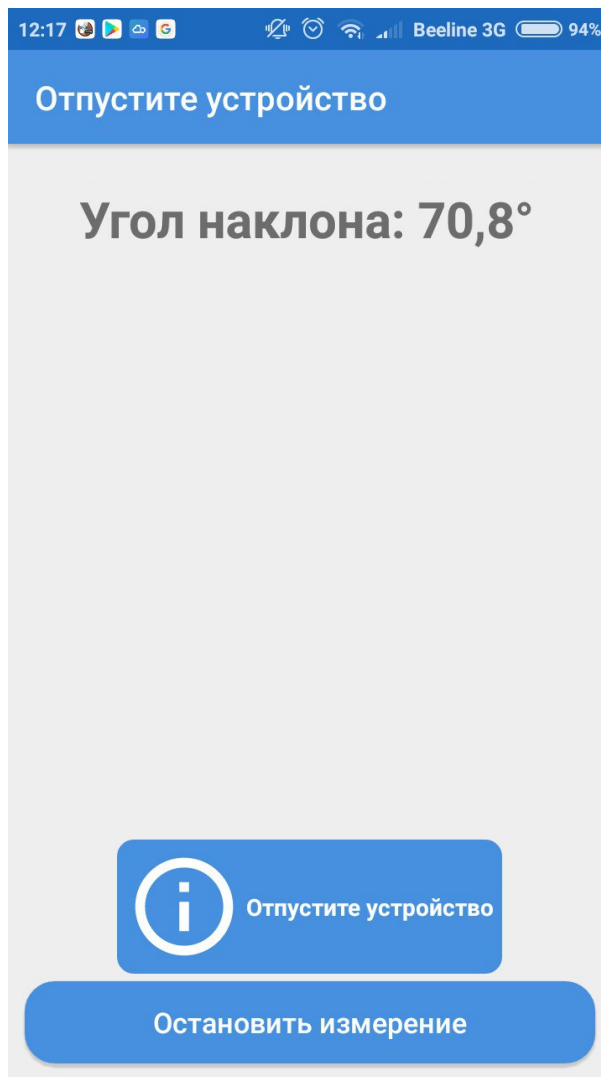
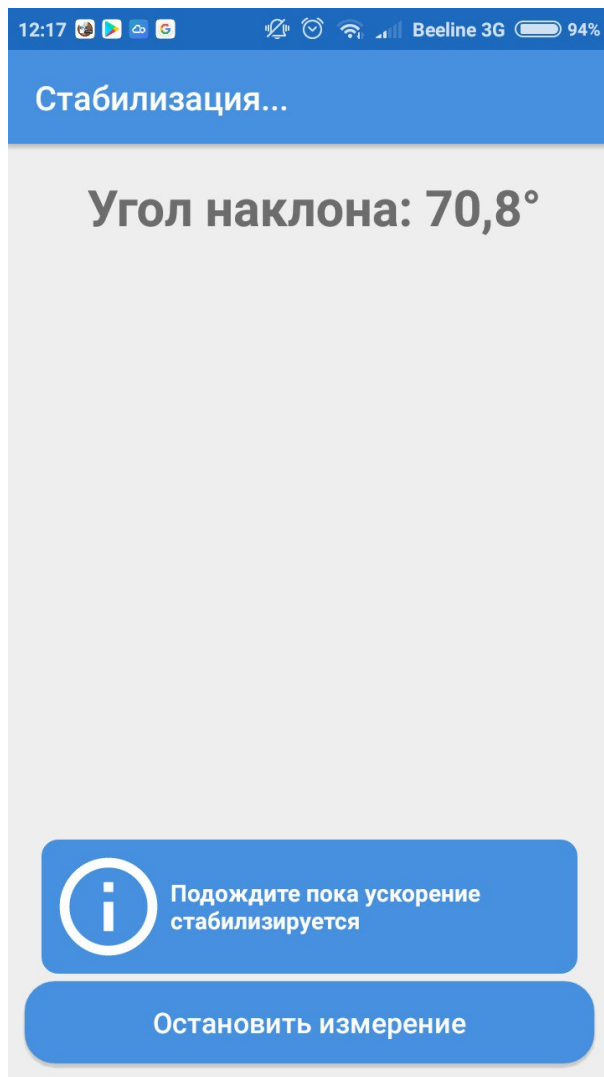
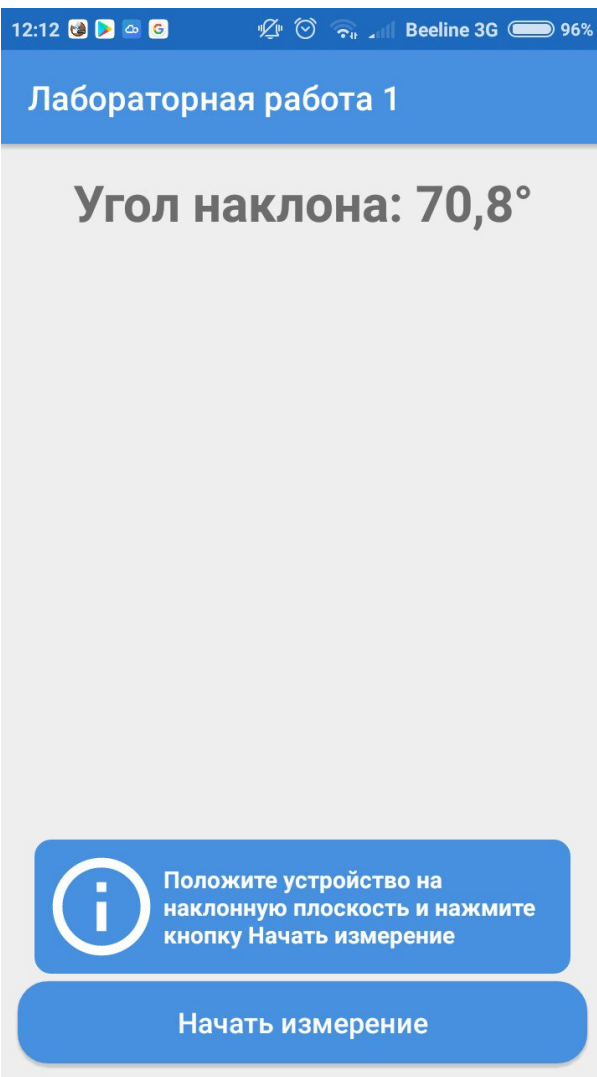
Описание алгоритма



Скриншоты приложения



Скриншоты выполнения лабораторной



Скриншоты датчиков



Вывод

- 1) Разработано Android-приложение с помощью которого можно провести лабораторную работу по изучению трения-скольжения
- 2) Получена формула для вычисления неизвестных величин
- 3) Оценена погрешность формулы и измерения
- 4) Построен алгоритм обработки данных

Спасибо за внимание!