

Известны следующие методы измерения угла сдвига фаз: метод непосредственной оценки и метод сравнения. Угол сдвига фаз измеряется в градусах или в радианах.

В цифровых фазометрах преобразуется угол сдвига фаз в интервал времени; величина интервала времени соответствует значению измеряемого угла сдвига фаз.

Для измерения интервала времени применяются метод дискретного счета и метод с промежуточным преобразованием интервала времени в величину постоянного напряжения, соответствующую этому интервалу. Метод дискретного счета основан на непосредственном преобразовании интервала времени в код.

Разновидностями фазометров с непосредственным дискретным счетом являются фазометры с измерением входных напряжений за один период, которые носят название фазометров мгновенного значения, и фазометры с измерением входных напряжений за несколько периодов, называемых фазометрами среднего значения. Наибольшее применение находят фазометры среднего значения, носящие также название фазометров с постоянным временем измерения.

Рассматриваемый в работе цифровой фазометр выполнен на базе микроконтроллера ATmega16. Для измерения интервалов времени использована микросхема ПЛИС серии MAX7000S, изготовленная фирмой Altera. Сигналы формируются с помощью компаратора AD8564. Для получения счетных импульсов применен кварцевый генератор JCO14 с частотой 100 МГц. На выходе прибора используется интерфейс UART. К выходу прибора может быть подключен также внешний дисплей.

УДК 004.42

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ С ТРЁХМЕРНОЙ ГРАФИКОЙ ДЛЯ ОТЛАДКИ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Студент гр. 121191 Стрельцов Д.С.

Кандидат техн. наук, доцент Матвеев В.В.

ФГБОУ ВО «Гульский государственный университет»

Отладка гироскопических систем в лабораторных условиях играет важную роль при разработке образцов техники. Чаще всего эта задача решается с использованием цифровых моделей приборов, реализованных в прикладных программах *Matlab*, *MatchCad* и др. Однако не всегда можно определить поведение систем в условиях, приближенных к реальным.

Разработан аппаратно-программный комплекс с использованием трёхмерной графики, моделирующей полёт самолёта (рис.).

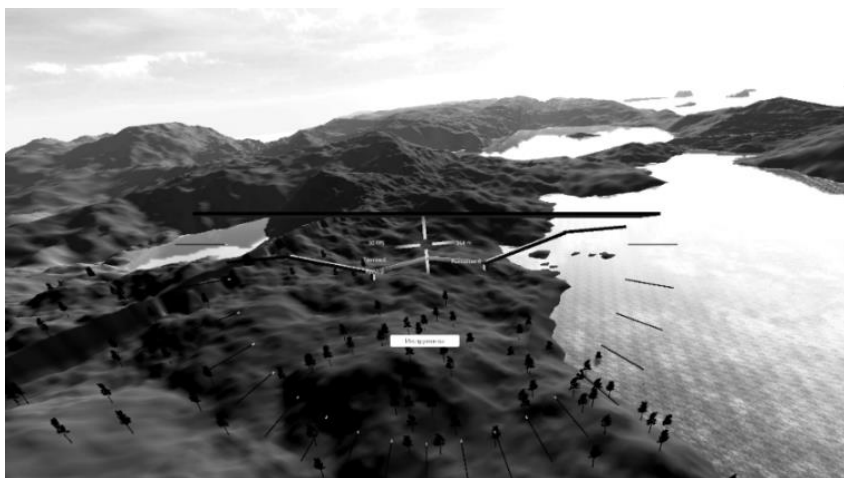


Рис. Вид разработанной программы

Визуализация полёта осуществляется на основе реальных данных микромеханических гироскопов и акселерометров, считываемых с помощью платы *Arduino* [1]. Их обработка происходит внутри нескольких сценариев, написанных на языке программирования *C#*. С помощью разработанных программ было установлено влияние погрешностей датчиков на основные режимы полёта самолёта и определены некоторые их характеристики [2].

### Литература

1. Сравнение характеристик микромеханических гироскопов. «Хабр», 2012. – <https://habr.com/ru/post/139110>.
2. Стрельцов Д.С., Матвеев В.В. Испытания волнового твердотельного гироскопа// Промышленная революция 4.0: взгляд молодежи: тезисы докладов II Межрегиональной научной конференции. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2020. – С. 49.

УДК 621.396

### ПОРТАТИВНЫЙ LCR-МЕТР

Студент гр. 11303118 Точило П.М.

Кандидат техн. наук, доцент Савёлов И.Н.

Белорусский национальный технический университет

Портативный LCR-метр предназначен для измерения индуктивности, ёмкости, сопротивления, добротности, коэффициента затухания, тангенса угла диэлектрических потерь, эквивалентного последовательного и па-