

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТОЯНСТВА НЕОДНОРОДНОСТЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОМЕЩЕНИИ

Голованова А.А. (ГБОУ гимназия №406), Власова М.А. (Университет ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»), Климова Е.Н. (Университет ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»)

**Научный руководитель –**

**к.т.н. Золотаревич В.П.** (Университет ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»), **Седова И.И.** (ГБОУ Гимназия № 406)

**Введение.** В настоящее время самый доступный и распространённый способ определения местоположения в пространстве, как в промышленных, так и в пользовательских масштабах – использование спутниковых навигационных систем [1]. Приложения-навигаторы помогают определять путь и местоположение людей и робототехнических систем, как в городе, так и в путешествиях на дальние расстояния с помощью приёмников спутниковых сигналов, встроенных, как в телефоны, так и в специальные GPS-модули. Однако в случае определения местоположения с помощью спутников в помещениях, возникает проблема: их сигналы не проходят через стены зданий, что делает невозможным применение такого способа навигации [2]. Особенно актуален этот вопрос для сложных инженерных сооружений, например, больниц, выставочных комплексов, аэропортов. Альтернативный способ навигации в помещении – навигация по магнитному полю [3]. Он заключается в измерении и сравнении магнитного поля с заранее составленной картой измерений магнитных полей. Этот способ требует от потребителя лишь наличие мобильного телефона, в состав которого по умолчанию входят магнитометры. Задача разработчика – создание и поддержание в актуальном виде карты магнитного поля в помещении. В работе предложена методика измерения магнитного поля с помощью магнитометров мобильного телефона для составления карты магнитных полей помещения.

**Методика измерений магнитного поля.** Проведение измерений магнитного поля проводилось в помещении коридора гимназии №406 размером 2.4 x 48 м. Для равномерности съёма данных на пол коридора была «нанесена» координатная сетка. Одна единица координатной сетки – квадрат размером 60x60 см. Размер квадрата обусловлен размером кафельной плитки, которой уложен пол коридора. Измерения проводились в узлах сетки с шагом 60 см.

Для съёма данных магнитного поля использовался мобильный телефон и установленное на него приложение Physics toolbox sensor suite. Приложение измеряет 4 значения напряжённости магнитного поля: координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , а также суммарный вектор магнитного поля в данной точке. В каждой точке пространства данные записывались по 10 секунд для исключения возможных ошибок измерений, связанных с переходными процессами. Данные, записанные приложением, сохранялись в табличном формате \*.csv.

Опытным путём были выявлены требования к проведению замеров магнитного поля:

1. Оси магнитометров в телефоне не должны смещаться относительно заданной системы координат (в рассмотренном случае стен: ось  $ox$  направлена по длине коридора,  $oy$  – по ширине коридора,  $oz$  – перпендикулярно поверхности пола). Перемещение телефона проводилось поступательно параллельно «длинной» стене.
2. Телефон должен находиться на одной высоте, то есть координата по  $z$  должна быть «закреплена». На данном этапе разработки системы навигации по магнитным полям планируется решение двумерной задачи навигации и составление карты лишь по двум координатам. Для этого в задаче используется картонная коробка, на верхней поверхности которой закрепляется мобильный телефон.

3. Время от времени должна проводиться калибровка устройства [4] для повышения точности измерений.

Измеренные по описанной выше методике данные были импортированы на компьютер для дальнейшей обработки с помощью программного пакета Excel и языка программирования Python и использования результатов обработки для составления карты магнитных полей. Всего для одного этапа измерений был получен 81 .csv файл. Каждый файл – запись магнитного поля в узле координатной сетки на протяжении 10 секунд. Измерения производились 3 раза в разные даты с использованием разного оборудования (телефонов). Последующая обработка измерений показала, что градиенты магнитного поля со временем и изменением модели телефона не изменялись, а значит, измерения корректны и методика применима для измерений магнитных полей в других помещениях

**Выводы.** В проекте предложена методика проведения измерений магнитного поля в помещении. Представлена информация об измеряемом помещении, требованиям к использованию датчика-магнитометра, встроенного в мобильный телефон. Полученные данные корректны, неоднородности магнитного поля не изменяются с течением времени и при изменении модели телефона, на котором установлен магнитометр, измеряющий поле. Методика применима для измерений магнитных полей в других помещениях. В перспективе планируется усовершенствовать методику для решения задачи составления трёхмерной карты помещения.

#### **Список использованных источников:**

1. Урличич Ю. М. Состояние и перспективы развития и применения системы ГЛОНАСС //Интеграл. – 2011. – №. 2. – С. 4-10.
2. Петрова О. А., Табунщик Г. В., Мероде Д. В. Метод определения текущего расположения в системах позиционирования и навигации внутри помещения //Electrotechnic and Computer Systems. – 2017. – №. 25 (101). – С. 270-278.
3. Аминов Н. И., Миронов А. С. Оценка возможности использования датчика магнитного поля смартфона для определения местоположения внутри помещений //Информационные технологии XXI века. – 2020. – С. 230-235.
4. Василюк Н. Н. Калибровка коэффициентов линейной модели интегрального магнитометра за счет использования измерений трехосного гироскопа //Гироскопия и навигация. – 2019. – Т. 27. – №. 1. – С. 104.