

С. Л. Шергин^{1}*

Применение смартфона в лабораторной работе по определению магнитного поля Земли

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: serkron@mail.ru

Аннотация. Приведен краткий анализ использования функциональных возможностей смартфонов в процессе обучения. Рассмотрена возможность применения смартфона в качестве инструмента натурального эксперимента при выполнении лабораторной работы «Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли» раздела «Магнетизм» по дисциплине «Физика». Смартфон использовался в лабораторной установке «тангенс-гальванометр» вместо компаса. Рабочим элементом смартфона являлся встроенный в него датчик Холла, способный регистрировать величину и направление магнитного поля. Проведен краткий сравнительный анализ стрелочного компаса и смартфона на предмет использования их в качестве элемента лабораторной установки по определению магнитного поля Земли. Показано преимущество использования смартфона перед стрелочным компасом в рамках выполнения рассматриваемой лабораторной работы.

Ключевые слова: смартфон, лабораторная установка, лабораторная работа по физике, датчик Холла, магнитное поле

S. L. Shergin^{1}*

The use of a smartphone in laboratory work to detect the earth's magnetic field

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: serkron@mail.ru

Abstract. A brief analysis of the use of smartphone capabilities in the learning process is given. The choice of the possibility of using a smartphone as a tool for a full-scale experiment when performing the laboratory work "Determination of the horizontal magnitude of the Earth's magnetic field" section "Magnetism" in the discipline "Physics". The smartphone was used in a laboratory installation "tangent-galvanometer" instead of a compass. The working element of the smartphone was the Hall sensor built-in-sensor, capable of registering the magnitude and direction of the magnetic field. A brief comparative analysis of a pointer compass and a smartphone was carried out for their use as an element of a laboratory installation for determining the Earth's magnetic field. The advantage of using a smartphone over a pointer compass in the framework of the considered laboratory work is shown.

Keywords: smartphone, laboratory installation, laboratory work in physics, Hall sensor, magnetic field

Введение

Смартфон является инструментом для быстрого поиска, доступа и обмена информацией, в состав которого входят не только устройства для обработки и вывода информации на экран, но и большое количество сенсоров,

обеспечивающих регистрацию различных физических величин, например, положение в пространстве, ускорение, температура, давление, интенсивность звука, интенсивность света, индукция магнитного поля и т.д. Данные возможности смартфона открывают большие перспективы его применения в образовательной деятельности.

На данный момент существует большая теория и практика применения современных мобильных устройств на всех уровнях общего и профессионального образования [1–5]. В некоторых случаях смартфон может выступать как инструмент для поиска, хранения, обмена и работы с информацией [6,7], а также как устройство для проведения лабораторного физического эксперимента [8–10]. Также смартфон применяется в качестве центра обработки данных поступающих от внешних датчиков [11], а его приложения используются в качестве программ, моделирующих физический эксперимент [12–14]. Преподавателями кафедры физики СГУГиТ также приобретен опыт применения смартфона в натуральных лабораторных работах по дисциплине «Физика».

Методы и материалы

На кафедре физики СГУГиТ при проведении лабораторных работ по разделу «Оптика» используется одна из функций смартфона – «Фотокамера», для регистрации интерференционных (рис. 1а) и дифракционных максимумов (рис. 1б) с последующим визуальным определением расстояния между центрами максимумов по сделанным фотографиям.

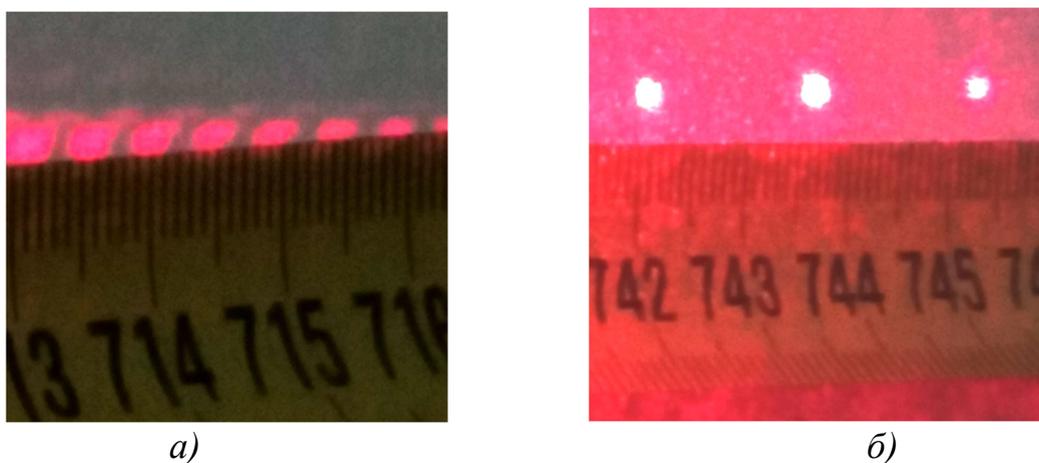
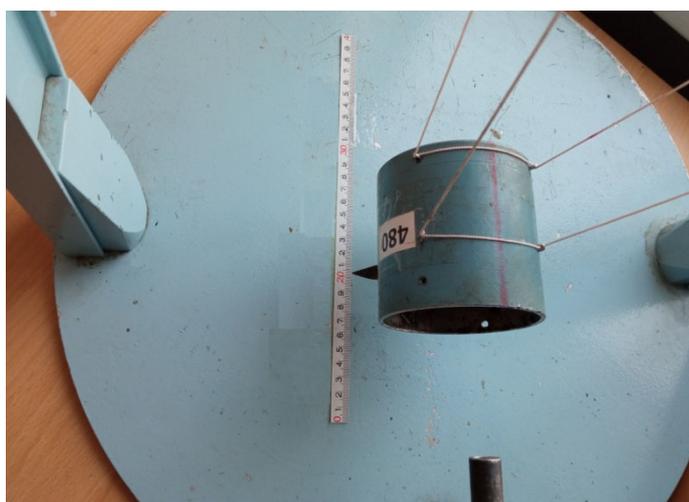


Рис. 1. Регистрация:

- а) интерференционной картины в опыте Юнга;
- б) дифракционной картины от пропускающей дифракционной решетки

Также, в лабораторных работах по разделу «Механика» визуально исследуют полученные при помощи смартфона фотографии или стоп кадры видео для более точного определения параметра отклонения цилиндра баллистического маятника (рис. 2а) или параметра смещения груза маятника Обербека, совершающего поступательные колебания (рис. 2б).



а)



б)

Рис. 2. Регистрация смещения:

а) цилиндра баллистического маятника; б) груза закрепленного на маятнике Обербека

В данной работе представлен опыт использования сенсора магнитного поля (датчика Холла) в составе смартфона и соответствующего программного обеспечения (приложения) для определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли на лабораторной работе по дисциплине «Физика». Датчики Холла, используемые в современных смартфонах, являются сенсорами, позволяющими определять направление и интенсивность магнитного поля. Одной из функций данного сенсора является «Цифровой компас».

Первоначально лабораторная работа выполнялась при помощи стрелочного компаса, который устанавливался между катушками Гельмгольца таким образом, чтобы его стрелка была параллельна плоскости катушек (рис. 3а). Затем, в области расположения компаса создавали искусственное магнитное поле, которое накладывалось на горизонтальную составляющую магнитного поля Земли, и стрелка компаса отклонялась в направлении результирующего магнитного поля на угол β . Далее, зная скалярное значение искусственно созданного магнитного поля и угол отклонения стрелки компаса, определяли горизонтальную составляющую магнитного поля Земли по формуле [15]

$$H_2 = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{N \cdot I}{R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right)},$$

где N – число витков в двух катушках Гельмгольца; I – сила тока, протекающего по катушкам Гельмгольца; R – радиус катушек Гельмгольца; β_1, β_2 – углы отклонения стрелки компаса.

Результаты

Далее, смартфон встраивался в тангенс-гальванометр вместо компаса для регистрации направления результирующего магнитного поля, представляющего собой векторную сумму горизонтальной составляющей магнитного поля Земли и искусственного магнитного поля, создаваемого катушками Гельмгольца (рис. 3б).

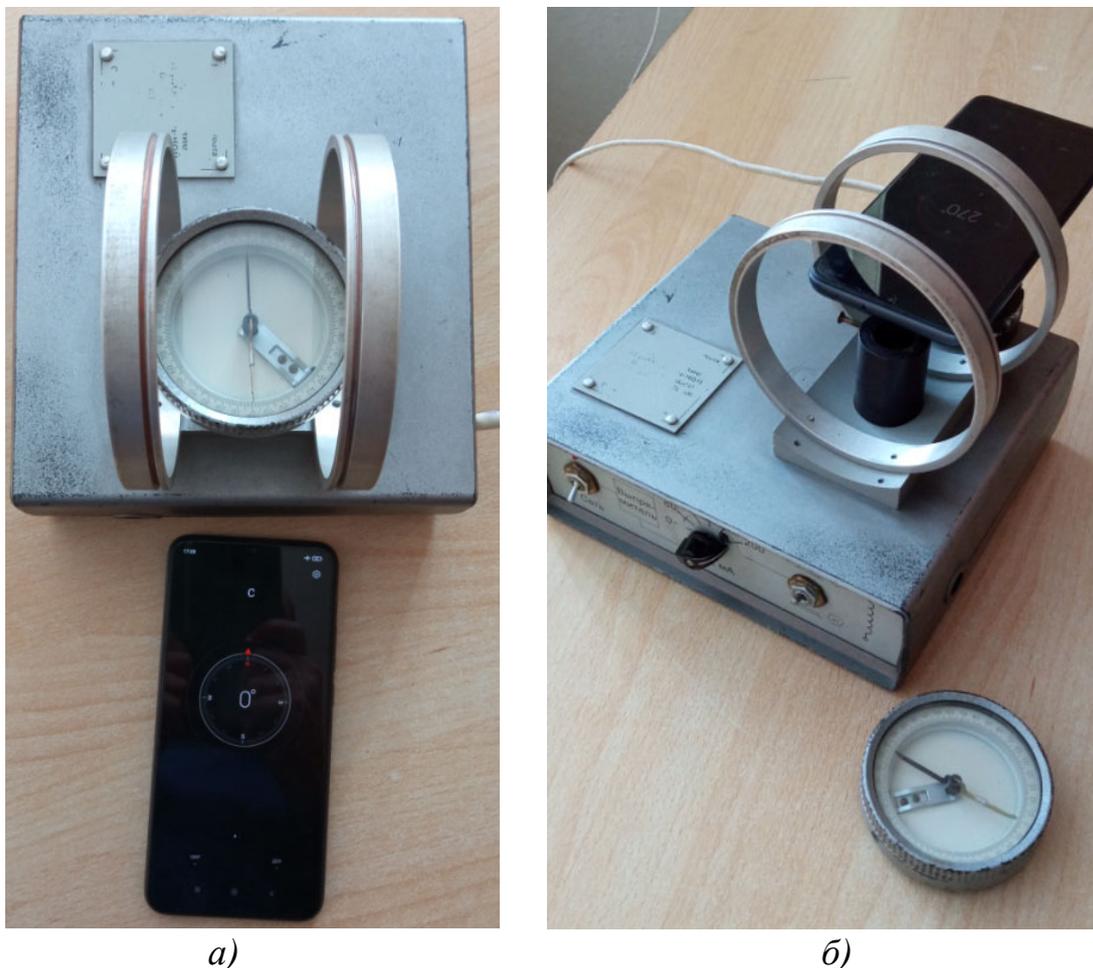


Рис. 3. Тангенс-гальванометр со встроенным:

а) стрелочным компасом; *б)* смартфоном

При помощи приложения «Компас», на экране смартфона отображалась информация о направлении магнитного поля в виде крутящейся красной стрелки. Смартфон располагали на тангенс-гальванометре таким образом, чтобы направление стрелки было параллельно плоскости катушек Гельмгольца (рис. 4а). При возникновении тока в катушках Гельмгольца стрелка смартфона отклонялась в направлении результирующего магнитного поля, равного векторной сумме горизонтальной составляющей магнитного поля Земли и искусственного магнитного поля, создаваемого катушками Гельмгольца (рис. 4б). Далее, исходя из направления результирующего магнитного поля, рассчитывалось магнитное поле Земли по приведенной выше формуле.



а)



б)

Рис. 4. Регистрация смартфоном направления:
 а) горизонтальной составляющей магнитного поля Земли;
 б) результирующего магнитного поля

Обсуждение

Результаты измерений горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи смартфона и стрелочного компаса отличались не более чем на 10%. Погрешность в измерение магнитных полей вносит остаточная намагниченность стрелки компаса. Также с течением времени появляется коррозия в точке контакта магнитной стрелки и иглы компаса, что вызывает несоответствие угла отклонения стрелки направлению воздействующего на нее магнитного поля, в результате чего возникают «промахи» при измерении. Для корректной работы стрелочный компас должен располагаться горизонтально.

Заключение

Преимуществом использования смартфона в данной лабораторной работе служит отсутствие остаточной намагниченности и высокая скорость отображения направления результирующего магнитного поля в отличие от магнитной стрелки компаса, что влияет на точность измерений и на время выполнения работы.

Смартфон показал себя как основательный технологический инструмент для проведения научных исследований, постановки физического эксперимента и нахождения многих физических параметров окружающего мира. Применение смартфона в учебном процессе на лабораторных занятиях позволяет преподавателю мотивировать студентов к изучению физики, а также повышает интерес обучающихся к исследовательской деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудрявцев А.В. Новые возможности использования мобильных устройств в учебном процессе ВУЗа. // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С. 71–76.
2. Колесников В. Н. Мобильный телефон в учебной деятельности современного старшеклассника и студента / В. Н. Колесников, Ю. И. Мельник, Л. И. Теплова // Непрерывное образование: XXI век. – 2018. – № 2(22). – С. 75–84.
3. Микова, Т. Е. Возможности и последствия применения смартфонов в обучающейся деятельности. Современная высшая школа: инновационный аспект, 2019. – Т. 11. – № 3. – С. 53–61.
4. Безгодова С. А. Смартфон как инструмент обучения: психологический анализ / С. А. Безгодова, А. В. Микляева, Е. А. Юмкина // Герценовские чтения: психологические исследования в образовании. – 2020. – № 3. – С. 81–91.
5. Капариха, М. П. Смартфоны как образовательный инструмент / М. П. Капариха // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. – 2016. – № 2. – С. 223–227.
6. Мишина, А. В. К вопросу использования мобильных телефонов на аудиторных занятиях / А. В. Мишина // Роль инновационной деятельности в обеспечении качества образования: Материалы докладов заочной научно-практической конференции, Тверь, 27 февраля 2015 года / Петропавловская В.Б. (ответственный редактор). – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2015. – С. 73–75.
7. Кожевников, И. Р. Использование смартфона в учебном процессе (из опыта работы) / И. Р. Кожевников // Использование информационно-коммуникационных технологий в современной системе образования: Сборник научных статей и докладов, Владивосток, 30 марта – 01 апреля 2017 года / Дальневосточный федеральный университет. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2017. – С. 57–59.
8. Абдулов Р. М. Использование современных технических средств в исследовательской и проектной деятельности в процессе обучения / Р. М. Абдулов, Е. В. Абдулова // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 1. – С. 135–140.
9. Потапова М. В. Методика проведения лабораторных и творческих работ с применением мобильных гаджетов / М. В. Потапова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2021. – № 7. – С. 13–30.
10. Сухарев, Е. М. Домашние лабораторные работы по физике в техническом вузе с использованием смартфонов / Е. М. Сухарев // Аллея науки. – 2017. – Т. 1. – № 9. – С. 748–750.
11. Применение смартфона в физическом лабораторном практикуме / Н. В. Ермолаева, В. И. Ратушный, Д. А. Севастьянов, Ю. А. Усикова // Современный физический практикум. – 2016. – № 14. – С. 148–149.
12. Лозовенко С.В., Паутова А.А. Использование смартфонов и планшетных компьютеров в учебном физическом эксперименте / Школа будущего. – 2014. – № 3. – С. 92–97.
13. Перман, М. В. Использование смартфона в опытах по физике / М. В. Перман // Ratio et Natura. – 2020. – № 2(2).
14. Кудряшов, В. И. Использование современного цифрового оборудования для проведения физического эксперимента / В. И. Кудряшов // Учебный эксперимент в образовании. – 2017. – №1 (81).
15. Физика. Механика. Электричество. Магнетизм [Текст]: практикум / И. Н. Карманов, В. С. Корнеев, Д. С. Михайлова, Д. М. Никулин, А. С. Сырнева, С. Л. Шергин; под общ. ред. И. Н. Карманова. – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – 68 с.

© С. Л. Шергин, 2023