

можно использовать симплексную связь. На программном уровне платформа Arduino Nano собирает структуру, содержащую три значения с датчиков. И передает её на платформу NodeMcu V3. Arduino Nano считывает показания с NTC термисторов и передает данные на NodeMcu V3.

Созданный прототип измерительного устройства включает в себя преимущества двух разных микроконтроллеров. Arduino Nano позволяет подключать большее количество аналоговых датчиков, чем NodeMcu v3, а NodeMcu v3, в свою очередь, позволяет отправлять данные по Wi-Fi. Прототип может быть использован в качестве основы для создания различных измерительных устройств, в том числе и беспроводных, что существенно расширит возможности проведения различных физических экспериментов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AVR-RISC Микроконтроллеры. Архитектура, аппаратные ресурсы, система команд, программирование, применение / пер. с нем. В. П. Репало, В. И. Кириченко, Ю. А. Шпак. – М. : МК Пресс, 2006. – 123 с.
2. UART – универсальный асинхронный приёмопередатчик [Электронный ресурс] / Larduino. – Режим доступа: <https://wiki.iarduino.ru/page/serial-protocols-uart/>. – Дата доступа: 07.09.2023.
3. Гулевич, Т. П. Использование датчиков температуры в физическом эксперименте / Т. П. Гулевич, С. А. Вабищевич // Физика конденсированного состояния : материалы XXXI Междунар. науч.-практ. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Гродно, 13–14 апреля 2023 г. / Гродненский государственный университет имени Янки Купалы ; гл. ред. Г. А. Гачко ; редкол.: О. А. Жарнова [и др.]. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2023. – С. 273–275.
4. Гулевич, Т. П. Использование беспроводной сети Wi-Fi в автоматизации физического эксперимента / Т. П. Гулевич, С. А. Вабищевич // Актуальные вопросы физики и техники : материалы XII Респ. науч.-практ. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Гомель, 20 апреля 2023 г. – Гомель : ГГУ им. Франциска Скорины, 2023. – С. 344–347.

### ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА «ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И МАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ»

*Н. В. Козловский, А. И. Слободянюк*

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*

В докладе подробно описывается экспериментальная установка для лабораторного практикума по курсу «Электричество и магнетизм», разработанная на кафедре общей физики физического факультета БГУ и произведенная компанией «АктивБиоТех». Установка предназначена для изучения магнитных полей, создаваемых постоянными токами и постоянными магнитами, а также сил взаимодействия между магнитами различной формы.

Установка смонтирована в едином корпусе и позволяет выполнять следующие экспериментальные задания.

1. Измерение зависимости индукции магнитного поля на оси дисковых и кольцевых магнитов.

Для измерения индукции магнитного поля используется датчик Холла. Положение датчика позиционируется с помощью электронного штангенциркуля с точностью 1 мм. Использование гипотезы Ампера позволяет произвести точный расчет данной зависимости как для дискового, так и для кольцевого магнитов.

2. Измерение зависимости индукции магнитного поля двух катушек с постоянным током.

Катушки являются тонкими, так что их можно считать круговыми витками. Две катушки смонтированы в одном держателе в одной плоскости коаксиально. Диаметр внешней катушки совпадает с диаметром используемого дискового магнита и внешним диаметром кольцевого магнита. Силы тока в катушках можно задавать независимо. Такая компоновка позволяет экспериментально подтвердить гипотезу Ампера: подбирая необходимые значения сил токов в катушках, можно добиться полного совпадения распределения магнитных полей токов и постоянных магнитов.

3. Измерения силы взаимодействия магнитов различной формы.

Для измерения силы взаимодействия используются электронные весы. Положение один из магнитов (дисковый или кольцевой) располагаются непосредственно на электронных весах. Второй, небольшой цилиндрический магнит перемещается с помощью электронного штангенциркуля. По известной (измеренной) зависимости индукции магнитного поля от расстояния можно провести теоретический расчет силы взаимодействия и сравнить результаты расчетов с экспериментальными данными.

4. Измерение силы взаимодействия постоянного магнита и ферромагнитного стержня.

Измерения проводятся аналогично измерениям в части 3. Однако теоретическая зависимость силы от расстояния в этом случае иная. Этот расчет также может быть проведен по известному распределению магнитного поля. Интересно отметить неожиданный факт: в некоторой области немагнитный стержень может отталкиваться от кольцевого магнита. Этот эффект может быть теоретически описан и измерен экспериментально.

5. Измерение индукции магнитного поля внутри сплошного стержня.

Установка позволяет измерять индукцию магнитного поля на поверхности стержня. Стержень располагается по оси дискового магнита, при этом измеряется нормальная к боковой поверхности составляющая вектора индукции магнитного поля. По этой зависимости с помощью теоремы о магнитном потоке можно рассчитать осевую составляющую магнитного поля внутри стержня.

Таким образом, данная установка позволит использовать методический принцип вариативности заданий при проведении лабораторных работ. В ходе выполнения данной работы студенты теоретически и экспериментально изучают следующие вопросы курса:

- понятие вектора индукции магнитного поля;
- закон Био – Савара – Лапласа;
- теорема о магнитном потоке;
- намагничение магнетиков;
- гипотеза Ампера о токах намагничения;
- расчет сил магнитного взаимодействия.

Кроме того, в ходе выполнения работы студентам необходимо обработку достаточно сложных нелинейных зависимостей, в том числе с использованием операций численного дифференцирования и интегрирования.

Все это делает данную установку весьма перспективной для использования в учебном процессе.

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

*М. А. Романова*

*Государственное учреждение образования «Средняя школа № 177»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Целью лабораторных занятий в первую очередь является обучение, воспитание и развитие личностных компетенций, которые позволят обучающимся вести самостоятельный поиск информации, методов и способов выполнения поставленных задач, оценивать их качество, применять полученные знания в практической деятельности. При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей дидактической целью у обучающихся формируются практические умения и навыки работы с лабораторным оборудованием и исследовательские умения.

Проведение лабораторных занятий должно проходить под контролем учителя и с соблюдением всех правил техники безопасности. Перед выполнением работы учитель проводит подробный инструктаж по технике безопасности, каждый ученик расписывается в специальном журнале учета. Учитель несет ответственность за соблюдение правил учениками. При подготовке к занятию учитель должен организовать идеальное проведение лабораторной работы и предпринять все меры для развития у обучающихся практических умений и навыков в работе с лабораторным оборудованием. Для проведения лабораторного занятия ученикам предоставляется весь необходимый материал на предыдущем уроке. Материалы должны быть представлены в письменном виде и содержать в себе: название работы, цель, приборы и материалы, наглядные пособия, задание к работе и порядок выполнения, контрольные вопросы, правила обращения с лабораторным оборудованием и мерами технической и пожарной безопасности. Перед началом выполнения лабораторной работы ученики должны получить допуск к работе после проверки усвоения последовательности проведения работы и контрольных вопросов, указанных в задании и техники безопасности.