

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математики, информатики, физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКТА ARDUINO ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 5 курса 152 группы
направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)»,
профили «Математика и физика»,
факультета математики и естественных наук
Антипина Марина Дмитриевна

Научный руководитель
доцент кафедры математики, информатики, физики,
кандидат физико-математических наук,
доцент _____ *MC 30.05.2025* А.Н. Сорокин
(подпись, дата)

Зав. кафедрой математики, информатики, физики
кандидат педагогических наук,
доцент _____ *ЕВ 30.05.2025* Е.В. Сухорукова
(подпись, дата)
Балашов 2025

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития образования особую актуальность приобретает внедрение инновационных технологий в процесс обучения физике. Робототехнические комплекты на базе Arduino представляют собой перспективный инструмент для визуализации и практического изучения сложных физических явлений, в частности электромагнитных волн.

Актуальность данной бакалаврской работы обусловлена необходимостью совершенствования методики преподавания физики в средней школе с использованием современных технических средств обучения.

Использование робототехнического комплекта Arduino в школьной программе, было рассмотрено в работах таких авторов как: О. Л. Халвицкая и Е. О. Биловол, С. В. Марков и А. Н. Марьин, В. А. Петин.

Объект исследования: методика изучения физики.

Предмет исследования: методика применения комплекта Arduino для изучения электромагнитных волн в курсе физики средней школы.

Цель работы: разработать методические рекомендации по применению робототехнического комплекта Arduino для визуализации и практического изучения электромагнитных волн в курсе физики средней школы.

Задачи работы:

1. Определить особенности изучения электромагнитных волн, включая экспериментальный компонент, в курсе физики средней школы.
2. Провести анализ методической литературы по изучению электромагнитных волн в курсе физики средней школы
3. Провести комплексный анализ существующих образовательных ресурсов по подготовке к ЕГЭ по темам, связанным с электромагнитными волнами.
4. Разработать набор демонстрационных опытов и лабораторных работ по изучению электромагнитных волн с использованием датчиков из набора Arduino, включая подробные методические рекомендации по их проведению.

Методы исследования: анализ, синтез, обобщение, измерение, наблюдение и описание.

Материалы исследования прошли частичную апробацию в ходе педагогической практики 2, проведённой в школе МОУ СОШ №16 г. Балашова в период с 5 ноября по 30 декабря 2024 года.

Приняла участие:

- во II Всероссийском конкурсе научных, методических, творческих работ «Россия: новое поколение и знание», проводимый с 15 по 20 января 2024 года, в ходе которого получила диплом III степени.

- во II Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей (с международным участием) «Инновационные технологии развития образования в пространстве социально-гуманитарных, психолого-педагогических и технических наук», организованной ГБОУ ВО СГПИ (Филиал в г. Ессентуки) 12 февраля 2025 года, тема доклада «Использование робототехнического комплекта Arduino для демонстрации электромагнитных волн».

- в ежегодной научно-практической конференции преподавателей и студентов БИ СГУ «Актуальные проблемы науки и образования» 8 апреля 2025 года, тема доклада: «Методические рекомендации по использованию робототехнического комплекта Arduino для изучения электромагнитных волн в средней школе».

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка используемых источников, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе «Методические особенности изучения электромагнитных волн в курсе физике средней школы» рассматриваются ключевые аспекты преподавания данной темы.

Так в параграфе «Особенности изучения электромагнитных волн в школе» рассматривается принцип организации обучения в 11 классе темы электромагнитные волны.

На изучение данной темы предусмотрено 2 учебных часа в рамках базового курса физики и 4 учебных часов в рамках углублённого курса, без учета резервного урока, предложенного рабочей программе в конце года.

Теоретический материал включает в себя 6 ключевых положений, изучаемых на обоих уровнях, но с разной глубиной проработки. На базовом уровне, основное внимание уделяется освоению основных понятий, когда на углублённом – детальному анализу и математическому моделированию.

В образовательных программах предусмотрено разное количество демонстрационных экспериментов. На базовом и углублённом уровнях ученики изучают две основные демонстрации: процесс образования и распространения поперечных и продольных волн, а также исследование ключевых свойств электромагнитных волн, таких как отражение, преломление, поляризация, дифракция и интерференция. При этом углублённая программа включает дополнительный демонстрационный эксперимент по обнаружению инфракрасного и ультрафиолетового излучений.

Контроль знаний осуществляется с помощью самостоятельной работы, проводимой на последнем занятии, по изучению темы, а также с помощью итоговой контрольной работы по разделу «Колебания и волны», в который входит тема электромагнитные волны.

В параграфе «Комплексный анализ образовательных ресурсов и оценочных материалов ЕГЭ» представлен детальный разбор учебных материалов.

Так в рамках анализа были изучены учебники таких авторских составов как: Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин, Н. А. Парфентьева (базовый и углублённый уровни, классический подход к изложению материала); Г. Я. Мякишев, М. А. Петрова (базовый уровень); Г. Я. Мякишев, А. З. Синяков (углублённый уровень); Е. В. Коршак, А. И. Ляшенко, В. Ф. Савченко (базовый уровень, стандартный подход к изложению материала); В. В. Жилко, Л. Г. Маркович (базовый уровень, классический подход к подаче материала).

Была составлена таблица сравнительного анализа, включающая следующие показатели: количество параграфов, отведенных на изучение каждой темы, число задач различного уровня сложности, количество проектных работ и докладов, а также расчет среднего арифметического количества вопросов в конце каждого параграфа.

По результатам анализа, была выявлена значительная разница в объёме представленного материала. Так, наиболее полное освещение темы представлено в учебнике Мякишева Г.Я. и Синякова А.З., где теме посвящено целых 17 параграфов. Второе место по количеству отведенных параграфов на изучение темы электромагнитные волны, занимает учебник Мякишева Г.Я., Буховцева Б.Б., Чаругина В.М., Парфентьевой Н.А., который предлагает 9 параграфов (3 для базового и 6 для углубленного уровня). Минимальное количество материала представлено в учебнике Жилко В.В. и Марковича Л.Г. - всего 1 параграф.

В ходе анализа были детально рассмотрены задания ЕГЭ по физике, связанные с темой электромагнитных волн. Так в первой части, номера 13, 15, 16 проверяют понимание базовых знания по теме.

Во второй части экзамена представлены более сложные задания по теме электромагнитных волн – это задачи 24, 26 и 29, каждая из которых оценивается в 3 первичных балла. В отличие от тестовых заданий первой части, здесь требуется не только знание теории, но и умение применять её на практике, проводить логические рассуждения и математические вычисления.

Рассмотрим одну из задач представленную во второй части ЕГЭ: на плоскую цинковую пластинку ($A_{\text{вых}} = 3,75 \text{ эВ}$) падает электромагнитное излучение с длиной волны $0,3 \text{ мкм}$. Какова напряженность задерживающего однородного электрического поля, вектор напряженности которого перпендикулярен пластине, если фотоэлектрон может удалиться от поверхности пластинки на максимальное расстояние $d = 2,5 \text{ мм}$?

Используем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

$$E = A_{\text{вых}} + E_k.$$

Где E – энергия фотона, $A_{\text{вых}}$ -минимальная энергия необходимая для вырывания электрона из вещества. E_k – максимальная кинетическая энергия выбитого электрона.

Энергия фотона (E), равная произведению постоянной Планка (h), на скорость света (c) к длине волны λ :

$$E = \frac{hc}{\lambda},$$

Так как электрическое поле совершает работу по торможению электронов, получим формулу:

$$E_k = eU_3,$$

Где e – элементарный заряд, U_3 – разность потенциалов. Так в однородном электрическом поле, разность потенциалов можно найти по формуле:

$$U_3 = Ed,$$

Где d – расстояние между точками с различным потенциалом (расстояние, на котором действует электрическое поле)

Подставив данные формулы в уравнение Эйнштейна для фотоэффекта получим:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + eEd.$$

Выразим из данной формулы напряжение электрического поля, и подставим значения из условия:

$$E = \frac{hc - A_{\text{вых}}\lambda}{ed\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 - 3,75 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,3 \cdot 10^{-6}}{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}} = 150 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

В параграфе «Демонстрации и опыты по изучению электромагнитных волн в школе» представлены различные экспериментальные установки для изучения свойств электромагнитных волн. Основу большинства демонстраций составляет установка с рупорными антеннами, включающая излучатель, приемник и индикатор приема. С помощью этого оборудования демонстрируются основные свойства электромагнитных волн: поперечность, отражение, преломление, дифракция и интерференция.

Так для демонстрации отражения электромагнитных волн необходимо расположить рупоры под одинаковыми углами относительно металлической пластинки, поместив саму пластинку между рупорами.

Для демонстрации инфракрасного излучения рекомендуется использовать один из следующих приборов: ИК-лампу, специальный термометр или инфракрасный визор. Обнаружить ультрафиолетовое излучение можно с помощью УФ-лампы в сочетании с флуоресцентными материалами или при помощи черно-белой фотопленки.

Во второй главе «Использование робототехнического комплекте Arduino для изучения электромагнитных волн» представлены методики применения робототехнического набора Arduino при проведении демонстраций и лабораторных работ в курсе физики средней школы.

В параграфе «Методические особенности проведения демонстраций» были представлены демонстрации с использованием инфракрасного приемника VS1838, направленные на изучение свойств электромагнитных волн такие как: отражение и преломление. Также была представлена демонстрационная установка, показывающая практического применение показа инфракрасного сигнала в системах дистанционного управление.

Были рассмотрены схемы экспериментальных установок, а также способ их подключения. Так для проведения демонстраций необходимо к макетной плате подключить инфракрасный приемник VS1838, светодиод, резистор с сопротивлением на 220 Ом, и провода по схеме, представленной на рисунке 7. Где светодиод выполняет функцию индикатора инфракрасного сигнала, подтверждая его наличие и передачу.

Для того, чтобы наглядно показать свойство отражения электромагнитных волн, необходимо использовать зеркальную поверхность. Она позволяет продемонстрировать, как инфракрасное излучение достигает приемника, отражаясь от зеркала.

Для демонстрации преломления электромагнитных волн, вместо зеркала применяется пенопласт. Благодаря низкой плотности этого материала становится

возможным наглядно продемонстрировать, как электромагнитные волны меняют своё направление при прохождении через диэлектрик на границе раздела сред.

В параграфе «Методические особенности проведения лабораторных работ» с помощью датчиков из набора Arduino», предложены две лабораторные работы «Исследование отражения электромагнитных волн с помощью ИК-датчика VS1838», «Исследование электромагнитных волн видимого спектра с помощью датчика TCS230»

Первая лабораторная работа позволяет исследовать свойства отражения электромагнитных волн с помощью инфракрасного приёмника VS1838. Экспериментальная часть позволяет учащимся наглядно продемонстрировать процесс отражения инфракрасного излучения от зеркальной поверхности, а также изучить зависимости отражения от угла наклона зеркала.

В ходе лабораторной работы необходимо определить предельные значения угла, при которых сохраняется отражение электромагнитных волн. Также требуется вычислить диапазон (апертуру) углов, в пределах которого наблюдается устойчивое отражение сигнала, и зафиксировать изменения в работе приёмника вписав результаты в таблицу.

В конце лабораторной работы представлены контрольные вопросы, направленные на проверку усвоения теоретического материала и практической части исследования.

Вторая лабораторная работа даёт возможность исследовать электромагнитные волны видимого спектра с помощью датчика цвета TCS230, работающего на основе фотодиодной матрицы с 16 элементами, оснащенными светофильтрами красного, зеленого, синего цвета.

При выполнении лабораторной работы, учащимся необходимо провести анализ RGB характеристик цветов видимого спектра, в диапазоне 380 – 780 нм. В ходе эксперимента учащиеся изучают, как световые волны разной частоты воздействуют на полупроводниковые элементы и преобразуются в электрические сигналы.

На основе полученных данных учащиеся заполняют таблицу, где для каждого цвета фиксируют длину волны в нм, и RGB характеристики каждого

цвета. В конце лабораторной работы необходимо ответить на контрольные вопросы, которые помогут систематизировать полученные знания и проверить понимание принципов работы с датчиком TCS230, а также закрепить теоретические основы исследования электромагнитных волн видимого спектра.

В параграфе «Методические рекомендации по проведению демонстраций и лабораторных работ с помощью робототехнического набора Arduino», представлены ключевые аспекты по организации учебного процесса.

Так перед проведением демонстраций и лабораторных работ, необходимо ознакомить всех учащихся с принципами работы микроконтроллера Arduino, а также с назначением каждого используемого датчика и компонента. Для детального изучения рекомендуется использовать документ-камеру, которая позволит рассмотреть всем ученикам каждый элемент из набора.

При проведении демонстраций и лабораторных работ важно обеспечить исправность всего оборудования: необходимо провести предварительный визуальный осмотр компонентов, проверить работоспособность каждого элемента, включая светодиоды, инфракрасные приемники и датчики цвета. Особое внимание следует уделить подготовке рабочего пространства – оно должно быть организовано с соблюдением техники безопасности, иметь достаточно места для манипуляций и удобное размещение всех приборов.

В параграфе «Анализ использования робототехнического набора Arduino для изучения электромагнитных волн» подробно рассматривается практическое применение современных образовательных технологий в процессе обучения физике. Особое внимание уделяется роли демонстрационных экспериментов и лабораторных работ в освоении сложного материала.

Использование робототехнического комплекта Arduino в обучении показало впечатляющие результаты. Особенно эффективным оказалось взаимодействие учащихся с оборудованием во время лабораторных работ,

когда они могли самостоятельно собирать схемы и пронаблюдать за экспериментами в реальном времени. Такой подход не только повысил интерес к техническим дисциплинам, но и развил практические навыки работы с современными технологиями.

Результаты исследования наглядно демонстрируют преимущества инновационного метода. Успешность освоения темы учащимися, изучающими электромагнитные волны с помощью робототехнического комплекта Arduino составила 88,24% это на 21,57% выше, чем при изучении темы словесно. Качество знаний улучшилось на 33,82%, степень обученности — на 21,51%, средний балл — на 1,21. Результаты доказывают, что наглядные демонстрации повышают усвоение материала и мотивацию учащихся.

Качество знаний выросло до 58,82%, что в 2,35 раза превышает показатель обычного класса (25%). Уровень обученности достиг 58,59%, что на 21,51% больше результата традиционного класса (37,08%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была всесторонне рассмотрена роль и значимость темы электромагнитных волн в процессе обучения физике в средней школе. Проведен комплексный анализ методических особенностей изучения данной темы, выявлены ключевые аспекты преподавания и разработаны эффективные методы обучения.

В работе проведен анализ методической литературы и учебных материалов по теме «Электромагнитные волны», включая учебники по физике и современные Интернет-ресурсы для подготовки к ЕГЭ. Особое внимание уделено демонстрационным экспериментам, направленным на изучение свойств электромагнитных волн (отражение, преломление, дифракция, интерференция), а также демонстрациям для обнаружения инфракрасного и ультрафиолетового излучения.

В рамках бакалаврской работы были созданы три демонстрационных эксперимента и две лабораторные работы, направленные на изучение электромагнитных волн с помощью робототехнического комплекта Arduino.

В работе проведен анализ методической литературы и учебных материалов по теме «Электромагнитные волны», включая учебники по физике и современные Интернет-ресурсы для подготовки к ЕГЭ. Особое внимание уделено демонстрационным экспериментам, направленным на изучение свойств электромагнитных волн (отражение, преломление, дифракция, интерференция), а также демонстрациям для обнаружения инфракрасного и ультрафиолетового излучения.

В рамках бакалаврской работы были созданы три демонстрационных эксперимента и две лабораторные работы, направленные на изучение электромагнитных волн с помощью робототехнического комплекта Arduino. Разработанные методические рекомендации оптимизируют процесс проведения экспериментов, обеспечивая активное участие учащихся и способствуя более глубокому пониманию изучаемых явлений.

Результаты оценки эффективности использования робототехнического набора Arduino в 9-11 классах показали значительное улучшение понимания учебного материала и повышение интереса к изучению физики. Применение современных технических средств и активных методов обучения в старших классах дает максимальный эффект благодаря наличию у учащихся необходимого теоретического базиса.

Разработанные демонстрации и лабораторные работы с использованием Arduino делают процесс обучения более интерактивным и увлекательным, что подтверждает высокую эффективность применения современных технологий в образовательном процессе и открывает новые перспективы для дальнейших исследований в области преподавания физики.

30.05.25.
М.Д. Антонина