

VI Международная конференция учащихся
«НАУЧНО-ТВОРЧЕСКИЙ ФОРУМ»

**«Создание действующей модели металлоискателя и изучение принципа его
работы»**

*Автор: Белохвост Владимир Владимирович
ученик 11 «А» класса*

*Научный руководитель: Иванова Татьяна Анатольевна
учитель физики
МБОУ СОШ № 46 г. Калуги*

Калуга, 2025 год.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	6
§ 1.1. Общий принцип работы металлоискателя	6
§ 1.2. Вихревые токи	7
§ 1.3. Ферромагнитные металлы	7
Глава 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
§ 2.1. Социальный опрос	8
§ 2.2. Выбор оборудования, инструментов, приспособлений	11
§ 2.3. Изготовление модели металлоискателя	12
§ 2.3.1 Изготовление электрической схемы	13
§ 2.3.2 Изготовление корпуса	16
§ 2.3.3 Монтаж составных элементов прибора	19
§ 2.4. Оценка работоспособности	24
§ 2.5. Экономический расчет	25
§ 2.6. Индикаторы успешности	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	35
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	37

ВВЕДЕНИЕ

Металлоискатель (металлодетектор) — электронный прибор, позволяющий обнаруживать металлические предметы в нейтральной или слабопроводящей среде за счёт их проводимости. Металлоискатель обнаруживает металл в грунте, воде, стенах, в древесине, под одеждой и в багаже, в пищевых продуктах, в организме человека и животных и т. д.

В наши дни такое замечательное изобретение человечества, как металлоискатель, чрезвычайно востребовано во многих отраслях: эти приборы являются незаменимыми помощниками в сфере охраны, без них не обходятся на раскопках профессиональные археологи, служащие вооружённых сил России и Росгвардии зачастую используют металлоискатель для поиска соответствующих улик на месте преступления, либо же разминирования при возможных терактах.

В промышленности пользуются металлоискателями для поиска трубопроводов и проводки кабелей, с их помощью производят разведку полезных ископаемых. Особенно важную роль выполняют металлоискатели в армии: миноискатели спасли не одну тысячу жизней.

Ну и, конечно же, металлоискатели стали верными спутниками и друзьями для множества людей, которые занимаются увлекательным и интересным хобби — при помощи металлодетектора искать в земле старинные монеты и клады. Туристам в золотоносных районах многих стран (в Австралии, Канаде, США, Мексике) устраивают кладоискательские туры под лозунгом «Найди, откопай и разбогатеи» — и металлодетекторы составляют важную часть этих туров.

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

§ 1.1. Общий принцип работы

Известно, что проводящий предмет уменьшает индуктивность расположенной рядом катушки. Эффект в чём-то подобен влиянию на катушку короткозамкнутого витка и объясняется следующим образом. За счёт протекания переменного тока I_1 через катушку L_1 , вокруг неё создаётся переменное магнитное поле ($\mathbf{B}_1$). Под действием переменного магнитного поля в находящихся рядом проводящих телах возникают вихревые токи. Вихревые токи, в свою очередь, создают своё магнитное поле ($\mathbf{B}_2$); результирующее поле складывается из магнитного поля катушки и магнитного поля вихревых токов в проводящем предмете ($\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2$). В итоге, магнитный поток,

пронизывающий катушку, при наличии рядом проводящего предмета оказывается отличающимся по амплитуде и фазе от магнитного потока при отсутствии предмета (при одних и тех же параметрах переменного тока I_1 через катушку). Это эквивалентно изменению индуктивности и активного сопротивления самой катушки.

Объекты из ферромагнитных материалов также влияют на индуктивность находящейся рядом катушки, увеличивая её. Благодаря этому они также могут быть обнаружены по изменению индуктивности катушки-датчика. Причём по знаку изменения индуктивности мы можем легко отличить ферромагнитные материалы от материалов, не являющихся ферромагнитными. Правда, если материал является и ферромагнитным, и проводящим (например, железо и многие его сплавы), то будут одновременно проявляться оба эффекта. Какой из них будет преобладать, зависит от частоты тока в катушке, от размеров и формы предмета, от взаимного расположения катушки и предмета. В принципе, даже для одного и того же предмета возможно изменение знака отклонения индуктивности в зависимости от условий. Но на низких рабочих частотах для не слишком массивных предметов можно ожидать преобладания эффекта увеличения индуктивности [3].

§ 1.2. Вихревые токи

Вихревые токи — это замкнутые токи, протекающие в проводящей среде и индуцированные в ней изменяющимся магнитным полем. Возбуждение вихревых токов осуществляется переменным электрическим полем, создаваемым специальной катушкой, по которой протекает переменный электрический ток (рисунок 1.1). Электромагнитная энергия, проникающая в металлический предмет, частично превращается в тепло, а частично переизлучается [1].

§ 1.3. Ферромагнитные металлы

Ферромагнитные материалы получили свое название от “железистый”, что означает железо, поскольку железо было первым металлом. Ферромагнетизм - это особое магнитное поведение, наблюдаемое в определенных веществах, таких как железо, кобальт, сплавы и т.д. Это явление приводит к тому, что эти материалы приобретают постоянный магнетизм или привлекательные свойства. Это связано с сильным притяжением электрически незаряженных материалов друг к другу. Ферромагнетизм - это свойство, которое учитывает не только химический состав, но также микроструктуру и кристаллическую структуру материала [4].

Глава 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

§ 2.1. Социальный опрос

Перед началом проектной деятельности мной было проведено исследование в форме интернет-опроса с целью получения мнения обучающихся о важности непосредственного наблюдения физических явлений (Опрос доступен по ссылке: [Опрос по теме проекта "Создание действующей модели металлоискателя и изучения принципа её действия"](#)). Опрос проводился среди 50 учащихся 8, 9, 10, и 11 классов МБОУ СОШ №46 г. Калуги (в т. ч. учащиеся профильных “технического” и “физико-математического” классов).

Полученные результаты опроса подтверждают актуальность моей проектной работы, тем самым повышая её научную и общественную значимость. С результатами опроса можно ознакомиться в Приложении № 2.

§ 2.2. Выбор оборудования, инструментов, приспособлений

Перед началом фактической работы над созданием металлоискателя, я ознакомился с различными вариациями пробора. Мной было принято решение о создании металлоискателя. Для создания данного металлоискателя мне потребовался следующий список оборудования, инструментов и материалов (Рисунок 1.2).

Микросхема К157УД2 х1

Микросхема NE555 х1

Резисторы

R1 на 1 кОм х1

R2 на 1.6 кОм х1

R3 на 100 кОм х1

R4 на 470 Ом х1

R5 на 100 Ом х1

R6 на 150 Ом х1

R7 на 220 Ом х1

R8 на 390 Ом х1

R10 на 62 кОм х2

R11 на 2 МОм х1

R14 на 62 кОм х2

R15 на 120 кОм х1

R16 на 470 кОм х1

R17 на 10 Ом х1



Рисунок 1.2 Комплектующие платы

Транзисторы

T1 BC557 x1

T2 IRF740 (биполярный структуры с направлением К-Э не ниже 200В) x1

T3 BC547 x1

Конденсаторы

C1 на 100 п x2

C2 на 100 п x2

C3 на 1 мкфХ16в x2

C4 на 10 мкфХ16в x2

C5 на 1 п x1

C6 на 1 мкфХ16в x2

C7 на 1 мкфХ16в x2

C8 на 1000 мкфХ16в x1

Диоды КД521 x2

Кроватка под NE555 x1

Кроватка под КД157УД2 x1

Кусок текстолита 5х10см x1

Оксид железа(в банке) x1

Кабель “Витая пара” 3,5 метра

Кусок стеклопластиковой трубки длиной 0,8 метра

Аккумулятор 18650 x1

Плата с разъемом Micro USB

Регулируемый повышающий блок питания MT3608 2А

Т-образное крепление для трубы диаметром 20мм

Углепластиковая труба, диаметром 20мм x1

Набор цветных проводов x1

Двухэтапный переключатель x1

Динамик x1

Распаечная коробка 150х100мм x1

Мультиметр

Паяльник

Канифоль

Припой

Суперклей

Лак для ногтей

§ 2.3. Изготовление модели металлоискателя

Изготовление модели металлоискателя будет происходить в три этапа:

1. Изготовление электрической схемы
2. Изготовления корпуса
3. Монтаж составных элементов прибора

§ 2.3.1 Изготовление электрической схемы

Перед началом работы над изготовлением электронной схемы необходимо вытравить плату и отобрать подходящие резисторы и транзисторы. Для вытравки платы на потребуется нанести на кусок текстолита, рисунок будущей плат, для этого используем мамин лак для ногтей (рисунки 1.4 - 1.5)



Рисунок 1.4



Рисунок 1.5

После нанесения рисунка платы, погружаем текстолит в раствор оксида железа на 12 часов, после достаем (рисунки 1.6 - 1.7)



Рисунок 1.6



Рисунок 1.7

После 12 часовой ванны, с пластины текстолита ушла вся ненужная медь, она осталась только на месте дорожек. Затем смываем лак с пластины с помощью растворителя. И получаем готовую плату (рисунки 1.8 - 1.9) .

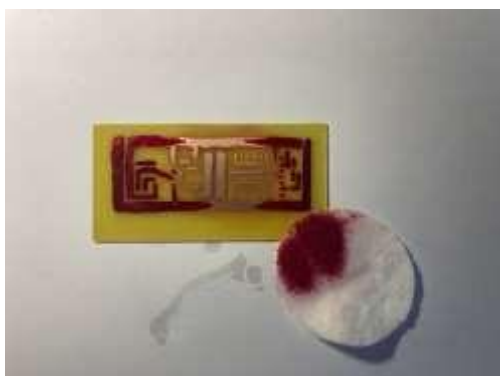


Рисунок 1.8

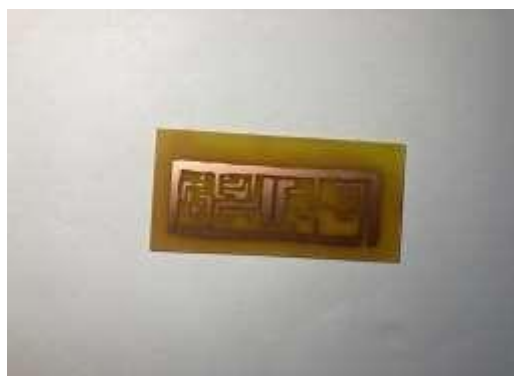


Рисунок 1.9

Затем, в соответствии с рисунком платы размечаем сверлильные отверстия, для будущей пайки деталей, с помощью кернера (рисунок 1.10), а затем просверливаем отверстия миллиметровым сверлом (рисунок 1.11).



Рисунок 1.10

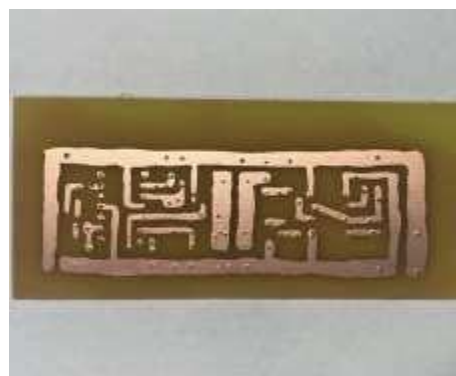


Рисунок 1.11

После проделывания отверстий залуживаем плату и обрезаем по контуру рисунка (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12

После всех манипуляций плата готова. Теперь нужно отобрать подходящие резисторы. Для этого воспользуемся мультиметром, так как на деле сопротивление

резисторов может отличаться на 5-10%. Именно поэтому необходимо вручную отобрать резисторы с одинаковыми параметрами, для более стабильной работы нашего прибора. Для измерения сопротивления необходимо: установить поворотный переключатель мультиметра, на шкалу измерения в кОм. По показанию прибора подбираем нужные резисторы.

После подбора нужных резисторов, припаиваем все комплектующие к плате по схеме (рисунок 1.13).

Рисунок 1.13
Схема платы

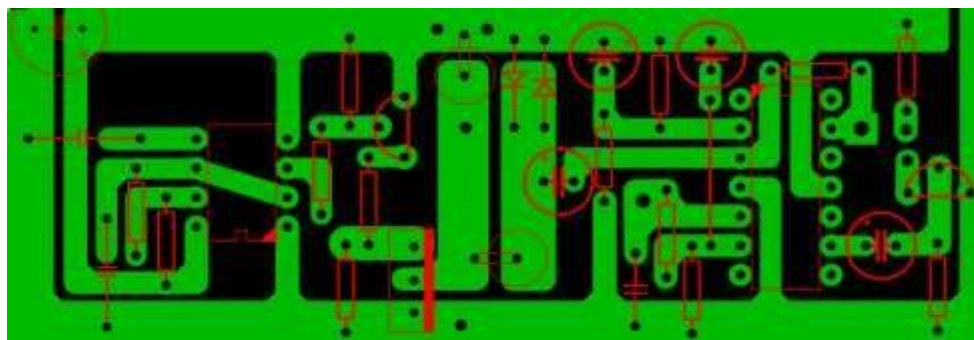


Рисунок 1.14
Полная схема



Плата разделена на две части, одна из них генерирует импульс, который проходит через медную катушку и возвращается к операционному усилителю (рисунок 1.14). В виде главного генератора помех выступает микросхема NE555, а в виде операционного усилителя используется КД157УД2, и с нее электрический заряд, обозначающий нахождение металла, переходит на динамик.

§ 2.3.2 Изготовление корпуса

Корпус металлоискателя состоит из нескольких элементов: катушки, рамы, коробка для платы и источника питания и рукоятка. Для изготовления катушки требуется: кусок углепластиковой трубки диаметром 20 миллиметров и длиной 0.8 метра, кабель “Витая пара” длиной 3.5 метра и Т-образный сантехнический переходник для труб диаметром 20 миллиметров (рисунки 2.0 -2.1).



Рисунок 2.0



Рисунок 2.1

Затем, сгибаем трубку в окружность и закрепляем концы в Т-образном переходнике (рисунок 2.2 - 2.3).



Рисунок 2.2



Рисунок 2.3

После завершения создания корпуса катушки, приступаем к размещению кабеля внутри корпуса (рисунки 2.4 - 2.6). Для создания катушки необходимо 4 витка провода, так как в одном витке содержатся 8 медных проволоки, и в итоге мы получим 24 витка медной проволоки.



Рисунок 2.4



Рисунок 2.5



Рисунок 2.6

После, необходимо оголить концы провода (рисунок 2.7), потом соединить каждый провод (рисунок 2.9), чтобы получить рабочую катушку, схема соединения взята с любительского сайта, а потом залудить места контактов (рисунок 2.10).



Рисунок 2.7



Рисунок 2.8 Схема соединения



Рисунок 2.9



Рисунок 2.10

После лужения, необходимо поставить термоусадку, это сделано для большей сохранности контактов. Термоусадку я ставил при помощи зажигалки и щипцов (рисунки 2.11 - 2.13).

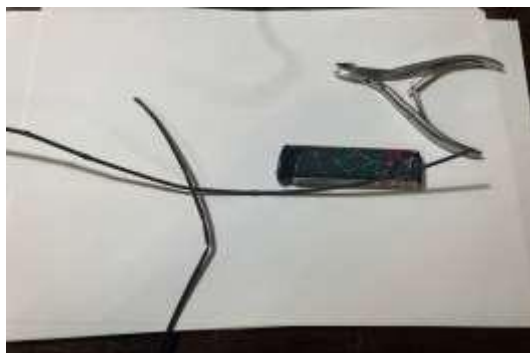


Рисунок 2.11



Рисунок 2.13



Рисунок 2.12

После заматываем все контакты изолентой, для их большей сохранности. После всех этих манипуляций катушка для металлоискателя готова (рисунки 2.14 - 2.15).



Рисунок 2.14



Рисунок 2.15

§ 2.3.3 Монтаж составных элементов прибора

После создания катушки и платы, необходимо соорудить каркас для металлоискателя. Для этого понадобится пластиковая трубка диаметром 20 мм, и сантехнический поворот под углом 45 градусов. От пластиковой трубы отрезаем куски длиной 1.2 и 0.3 метра (рисунки 3.0 - 3.1). Затем стачиваем один конец трубы для фиксации в повороте.



Рисунок 3.0



Рисунок 3.1

С помощью специального клей-пистолета намазываем сточенную часть трубы и крепим ее в сантехнический поворот (рисунки 3.2 - 3.3).



Рисунок 3.2



Рисунок 3.3

После приступаем к расположению платы в коробе. Для этого потребуется распаечная коробка 10x10x5 см, два закрытых крепления для трубы диаметром 20 мм, 3 болта, 3 гайки и скичко из под смесителя (рисунки 3.4 - 3.5)



Рисунок 3.4



Рисунок 3.5

В коробе необходимо просверлить отверстия для:

- переменных резисторов x2
- выключателя
- провода идущего к катушке
- динамика
- крепления короба на корпус x2
- крепления платы



Рисунки 3.6 - 3.8
(необходимые
отверстия)



Внутри короба необходимо убрать несколько перегородок, так как они будут мешать плате встать на свое место (рисунок 3.9). Также стоит приклеить ленточку на внутреннюю сторону и крышку короба, так как провода ведущие на динамик короткие и если открыть крышку полностью то они оторвались (рисунок 3.10).



Рисунки 3.9



Рисунок 3.10

Прикручиваем крепления с нижней стороны коробки при помощи 2 болтов и гаек (рисунок 3.11) и приклеиваем сеточку на отверстие от динамика (рисунок 3.12).



Рисунок 3.11



Рисунок 3.12

Следующим действием размещаем плату в корпус и фиксируем ее с помощью болта и гайки, при этом приклеиваем блок питания к передней стенке корпуса, потом фиксируем резисторы и выключатель в отверстиях под них при помощи гаек которые шли вместе с резисторами и выключателем. Последним действием приклеиваем динамик к крышке корпуса. Провод идущий к катушке продеваем через отверстие на дне корпуса, также на корпусе высверливаем отверстие и продеваем провод через него (рисунки 3.13 - 3.18).



Рисунок 3.13



Рисунок 3.14



Рисунок 3.15



Рисунок 3.16



Рисунок 3.17



Рисунок 3.18

Выводим провод из трубы и припаиваем концы провода к концам провода катушки (рисунки 3.19 - 3.20).



Рисунок 3.19



Рисунок 3.20

После изолируем контакт при помощи изолянт, потом вставляем штангу в Т-образный переходник и закручиваем крепление. Вот и получаем металлоискатель пират (рисунки 3.21 - 3.22)



Рисунок 3.21



Рисунок 3.22

§ 2.4. Оценка работоспособности

Металлоискатель - это устройство которое должно находить металл, при помощи электромагнитной индукции. Следовательно для проверки моей модели требуются предметы содержащие металл.

Для большей достоверности я взял полностью металлические щипцы, ножницы и монетку. Этот опыт производился для проверки работоспособности платы и катушки.



QR-код на видео теста металлоискателя после сборки платы и катушки

На видео был слышен несколько раз громкий писк металлоискателя, это означает что обнаружен металл. Следовательно, плата и катушка работают исправно.

Вторая проверка работоспособности была проведена после окончательной сборки. Ее результаты не изменились, металлоискатель все также реагирует на металл



QR-код на видео теста металлоискателя после предварительной сборки корпуса

Последняя проверка была совершена после полной сборки прибора. На видео мы слышим как прибор реагирует на металлическую ручку шкафа, дырокол и металлическую гантелю.



QR-код на видео итогового теста металлоискателя

Изготовленный мной металлоискатель полностью работоспособен, малоэнергозатратен и выполняет свою главную функцию - обнаруживает металлы. Таким образом, я могу сделать вывод о том, что с изготовлением продукта своего проекта я справился успешно.

§ 2.5. Экономический расчет

Себестоимость продукта проекта – это выраженные в денежной форме затраты на производство и реализацию продукта (в данном случае прибора – металлоискателя).

$C = Z_m + Z_{\text{эп}}$, где C – себестоимость,

Z_m – материальные затраты

$Z_{\text{эп}}$ – затраты на электроэнергию.

Наименование единицы материала/оборудования	Цена	Количество	Стоимость, рублей
Резистор R1 1кОм	5 руб/штука	1	5
Резистор R2 1,6 кОм	5 руб/штука	1	5
Резистор R3 100 кОм	6 руб/штука	1	6
Резистор R4 470 Ом	6 руб/штука	1	6
Резистор R5 100 Ом	7 руб/штука	1	7
Резистор R6 150 Ом	6 руб/штука	1	6
Резистор R7 220 Ом	6 руб/штука	1	6
Резистор R8 390 Ом 0,5 В	9 руб/штука	1	9
Резистор R9 47 кОм	6 руб/штука	1	6
Резистор R10 62 кОм	5 руб/штука	1	5
Резистор R11 2 МОм	5 руб/штука	1	5
Резистор R14 62 кОм	5 руб/штука	1	5
Резистор R15 120 кОм	5 руб/штука	1	5

Резистор R16 470 кОм	10 руб/штука	1	10
Резистор R17 10 Ом 0,25 В	6 руб/штука	1	6
Транзистор Т1 BC557	17 руб/штука	1	17
Транзистор Т2 IRT 740	250 руб/штука	1	250
Транзистор Т3 BC 547	13 руб/штука	1	13
Конденсаторы С1 100 нф	25 руб/штука	1	25
Конденсаторы С2 100 нф	25 руб/штука	1	25
Конденсаторы С3 1 мкф 16 В	20 руб/штука	1	20
Конденсаторы С4 10 мкф 16 В	15 руб/штука	1	15
Конденсаторы С5 1 нф	37 руб/штука	1	37
Конденсаторы С6 10 мкф 16 В	15 руб/штука	1	15
Конденсаторы С7 1 мкф 16 В	20 руб/штука	1	20
Конденсаторы С8 2200 мкф 16 В	28 руб/штука	1	28
Диоды D1 и D2 1N4148	2 руб/штука	2	4
Диод D3 1N4007	6 руб/штука	1	6
Микросхема NE555	40 руб/штука	1	40
Микросхема K157УД2	300 руб/штука	1	300

Кроватка под NE555	100 руб/штука	1	100
Кроватка под K157УД2	100 руб/штука	1	100
Динамик	250 руб/штука	1	250
Переменный резистор на 100 Ом	200 руб/штука	1	200
Переменный резистор на 10 Ом	150 руб/штука	1	150
Двухэтапный выключатель	50 руб/штука	1	50
Батарейный отсек для аккумулятора 18650 Li-Ion 3,7 В	100 руб/штука	1	100
Аккумулятор 18650 Li-Ion 3,7 В	900 руб/штука	1	900
Регулируемый повышающий блок питания MT3608 2A	104 руб/штука	1	104
Зарядная плата для литиевых аккумуляторов на 3,7 В	55 руб/штука	1	55
Распаечная коробка Navigator 100-100-50 мм	70 руб/штука	1	70
Труба PN диаметром 20 мм	101 руб/2 метра	1,5 метра	101
Угол $45^{\circ}45^{\circ}$ диаметр 20 мм	4,6 руб/штука	1	4,6

Тройник Boute пнд ½ диаметром 20 мм	100 руб/штука	1	100
Углепластиковая труба диаметр 20 мм	50 руб/метр	0,8 метра	50
Кабель “Витая пара”	12 руб/метр	2,6 метра	32
Итого:			3273,6

$Z_{эн} = C_{эн} * P * t$, где $C_{эн}$ – стоимость электроэнергии ($C_{эн} = 5,5$ руб/кВт*ч),

P – мощность оборудования,

t – время работы.

Суммарно на непосредственное изготовление металлоискателя у меня ушло около 25 часов, включая время на обучение работе с паяльником. Все время ($t_{л} = 25$ ч) я работал при искусственном освещении светодиодной лампой мощностью $P_{л} = 0,01$ кВт. Паяльник я использовала около $t_{п} = 6$ ч (мощность паяльника $P_{п} = 0,04$ кВт), шуруповертов – $t_{эл/др} = 1,5$ ч (мощность шуруповертов $P_{эл/др} = 0,55$ кВт).

$$Z_{эн} = (C_{эн} * P_{л} * t_{л}) + (C_{эн} * P_{п} * t_{п}) + (C_{эн} * P_{эл/др} * t_{эл/др})$$

$$Z_{эн} = C_{эн} * ((P_{л} * t_{л}) + (P_{п} * t_{п}) + (P_{эл/др} * t_{эл/др}))$$

$$Z_{эн} = 5,5 \text{ руб/кВт*ч} * ((0,01 \text{ кВт} * 25 \text{ ч}) + (0,04 \text{ кВт} * 6 \text{ ч}) + (0,55 * 1,5 \text{ ч})) = 7,2325 \text{ руб}$$

$$C = 3273,6 \text{ руб} + 7,2325 \text{ руб} = 3280,8325 \text{ руб}$$

Себестоимость продукта моей проектной деятельности составляет **3280,8325 руб**

По факту, продукт моего индивидуального проекта обошелся мне дешевле, так как комплектующие, находящиеся в таблице ниже были найдены дома или на гараже:

Наименование единицы материала/оборудования	Цена	Стоимость, рублей	Итоговая стоимость
Резистор R1 1кОм	5 руб/штука	5	Бесплатно
Резистор R2 1,6 кОм	5 руб/штука	5	Бесплатно

Резистор R3 100 кОм	6 руб/штука	6	Бесплатно
Резистор R4 470 Ом	6 руб/штука	6	Бесплатно
Резистор R5 100 Ом	7 руб/штука	7	Бесплатно
Резистор R6 150 Ом	6 руб/штука	6	Бесплатно
Резистор R7 220 Ом	6 руб/штука	6	Бесплатно
Резистор R8 390 Ом 0,5 В	9 руб/штука	9	Бесплатно
Резистор R9 47 кОм	6 руб/штука	6	Бесплатно
Резистор R10 62 кОм	5 руб/штука	5	Бесплатно
Резистор R11 2 МОм	5 руб/штука	5	Бесплатно
Резистор R14 62 кОм	5 руб/штука	5	Бесплатно
Резистор R15 120 кОм	5 руб/штука	5	Бесплатно
Резистор R16 470 кОм	10 руб/штука	10	Бесплатно
Резистор R17 10 Ом 0,25 В	6 руб/штука	6	Бесплатно
Распаечная коробка Navigator 100-100-50 мм	70 руб/штука	70	Бесплатно
Труба PN диаметром 20 мм	101 руб/2 метра	101	Бесплатно
Угол  диаметр 20 мм	4,6 руб/штука	4,6	Бесплатно
Тройник Boute пнд ½ диаметром 20 мм	100 руб/штука	100	Бесплатно
Углепластиковая труба	50 руб/метр	50	Бесплатно

диаметр 20 мм			
Кабель “Витая пара”	12 руб/метр	32	Бесплатно
Конденсаторы С1 100 нф	25 руб/штука	25	Бесплатно
Конденсаторы С2 100 нф	25 руб/штука	25	Бесплатно
Конденсаторы С3 1 мкф 16 В	20 руб/штука	20	Бесплатно
Конденсаторы С4 10 мкф 16 В	15 руб/штука	15	Бесплатно
Конденсаторы С5 1 нф	37 руб/штука	37	Бесплатно
Конденсаторы С6 10 мкф 16 В	15 руб/штука	15	Бесплатно
Конденсаторы С7 1 мкф 16 В	20 руб/штука	20	Бесплатно
Конденсаторы С8 2200 мкф 16 В	28 руб/штука	28	Бесплатно
Диоды D1 и D2 1N4148	2 руб/штука	4	Бесплатно
Диод D3 1N4007	6 руб/штука	6	Бесплатно
Переменный резистор на 100 Ом	200 руб/штука	200	Бесплатно
Переменный резистор на 10 Ом	150 руб/штука	150	Бесплатно
Транзистор T1 BC557	17 руб/штука	17	Бесплатно
Транзистор T2 IRT 740	250 руб/штука	250	Бесплатно

Транзистор Т3 ВС 547	13 руб/штука	13	Бесплатно
		1247,6	Бесплатно

Следовательно, я сэкономил 1247,6 рублей на создании металлоискателя. Но даже без этой экономии, данный металлоискатель выгоден, так как металлоискатели “Пират” уже давно зарекомендовали себя среди любителей радиотехники. Также нормальные металлоискатели стоят от 5 тыс рублей, варианты дешевле работают хуже нежели чем пират.

§ 2.6. Индикаторы успешности

По завершении работы над изготовлением металлоискателя, в программе для видеомонтажа «Clipchamp» я смонтировал видеоролик, наглядно показывающий и объясняющий устройство и принцип действия металлоискателя “Пират”. В нем кратко и понятно описываются основные принципы действия металлоискателя, демонстрируется его работа.

Видеоролик я разместил на платформе YouTube: [Металлоискатель "Пират". Проектная работа Белохвоста В. В. 10 "А" - YouTube](#)

Таким образом, учителям физики при изучении темы «Электромагнитная индукция» не придется тратить время на поиск информации в интернете: они смогут воспользоваться готовым видеоматериалом. По предмету «Проектная деятельность» школьники смогут посмотреть пример выполнения части работы.

Индикатором успешности моей работы служит не только работоспособность прибора, но и комментарии (качественные индикаторы) и оценки (количественные индикаторы) выложенного мной видеоролика (рисунок 4.0)



Рисунок 4.0 Количественные индикаторы успешности проектной деятельности
(положительные оценки)

А также для более точной оценки успешности проделанной работы положительных оценок недостаточно. Необходимо также выявить уровень полезности получившегося продукта. С этой целью было проведён опрос, в ходе которого выяснилось, что большинство опрошенных считают, что разработанная модель металлоискателя эффективна при проведении уроков по теме электромагнитной индукции, а также она отлично помогает в ее освоении и понимании. Результаты опроса приведены ниже в приложении № 3.

Исходя из данных опроса, можно сделать вывод, что разработанная действующая модель обладает высоким уровнем полезности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хоть и принцип действия металлоискателя и сам металлоискатель были открыты давно, но актуальность они не теряют и по сей день. Огромное количество любительских и профессиональных металлоискателей представлены на мировом рынке, и все пользуются большим спросом. Начиная от любителей, которые ищут старинные монеты или просто ищут металл заканчивая профессиональными археологами, также не будем забывать и об учениках школ, ведь для них металлоискатель может быть наглядной демонстрацией электромагнитной индукции. Последних надо заинтересовать, с чем спокойно может справиться металлоискатель.

Для качественного осуществления проектной деятельности, я поочередно выполнял все поставленные задачи. Углубление в основы электромагнитной индукции помогло мне в выборе итогового продукта проекта: проанализировав наиболее популярные и известные приборы, действие которых происходит за счет электромагнитной индукции, оценив их достоинства и недостатки, я решил создать металлоискатель типа. Выбранная мной модель металлоискателя может быть изготовлена учащимися самостоятельно, на дополнительных уроках в школе или дома.

Не все получалось с первого раза: некоторые материалы оказались неподходящими для работы; при пайке платы неоднократно возникали трудности с подбором подходящих компонентов и последующим их работой. Однако, с помощью новых знаний, советов на тематических форумах и приобретенного опыта пайки указанные проблемы мне удалось решить. К сожалению, из-за неопытности две платы были испорчены.

Также, данный металлоискатель будет дорабатывать в следующем году, так как в нем нет разъема для наушников, который приведёт прибор к менее раздражительному звучанию. С помощью наушников только оператор прибора сможет слышать показания металлоискателя не отвлекая окружающих

Созданная модель металлоискателя полностью функциональна и отвечает всем заявленным требованиям – это подтверждается в ходе демонстрации ее работы и зафиксировано в обучающем видеоролике, который может быть использован учителями в образовательных целях во время уроков физики.

На основании вышесказанной информации можно сделать следующие выводы:

- поставленные в начале работы задачи выполнены – изготовлена и верифицирована рабочая модель металлоискателя типа;
- цель проектной работы достигнута – при просмотре обучающего ролика ученики 9-11 классов получили дополнительные знания в рамках школьной программы из разделов «Электромагнитная индукция», полученная обратная связь (комментарии и оценки) свидетельствует о повышении интереса и мотивации обучающихся к изучению данной темы.

Учитывая, что разделы «Электромагнитная индукция» проходят как в 9, так и в 11 классах, в дальнейшем я планирую снять более подробный и расширенный видеофильм, глубже затрагивающий устройство и принципы работы металлоискателя – для демонстрации в профильных 11 классах, а также для пользователей интернета, которые тоже хотят обладать металлоискателем.

Помимо научно-образовательной, существуют и другие сферы применения металлоискателя – данный прибор широко используются в любительском поиске монет или в исторических раскопках, также может использоваться саперными группами для разминирования минных полей в горячих точках.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://electricalschool.info/main/osnovy/532-vikhrevye-toki.html>
2. <https://zakonoma.net/metalloiskatel-svoimi-rukami/princip-rabotymetalloiskatelja.htm>
3. <https://electricalschool.info/main/osnovy/448-katushka-induktivnosti-v-cepi.html>
4. <https://electricalschool.info/spravochnik/material/2288-svoystva-ferromagnitnyh-materialov.html>
5. <https://globalscience.ru/news/interes/142-sfery-primeneniya-metalloiskatelej.html>
6. http://kladoiskatel.net/blog/Metalloiskatel-istorija_izobretenija.html

7. <https://tehpribory.ru/glavnaia/pribory/metalloiskatel.html>
8. <https://offroadrest.ru/principy-raboty-md/>
9. <https://www.mdregion.ru/o-kladoiskatelstve/>
10. <http://udklad.ru/viewtopic.php?f=27&t=207>
11. <http://kotklad.ru/viewtopic.php?f=72&t=84>
12. <https://www.mdregion.ru/forum/viewtopic.php?f=58&t=213>
13. <http://kladoiskateli2112.ru/viewtopic.php?t=508>
14. Зисман Г. А., Тодес О. М. // “Курс общей физики” // Том 2 “Электричество и магнетизм”
15. Савельев И. В. // “Курс общей физики” // Том 2 “Электричество и магнетизм”
16. Миткевич В. Ф. // “Магнетизм и электричество”

Приложение

Приложение № 1

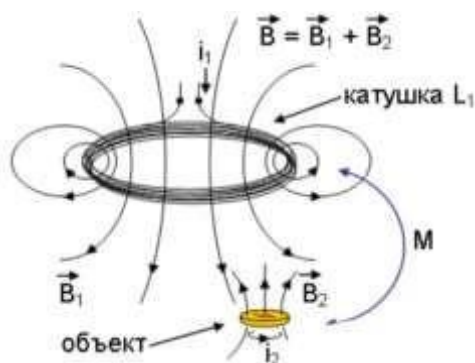


Рисунок 1.0 Схема работы катушки металлоискателя

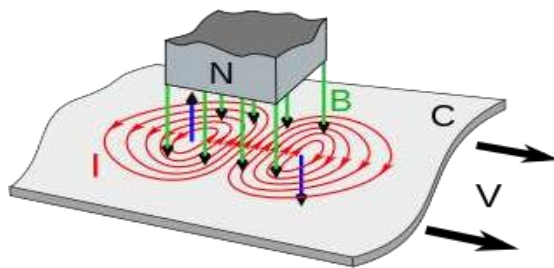


Рисунок 1.1

Приложение № 2

Интересно ли вам изучать физику?

50 ответов

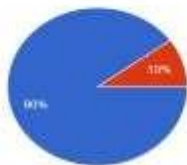
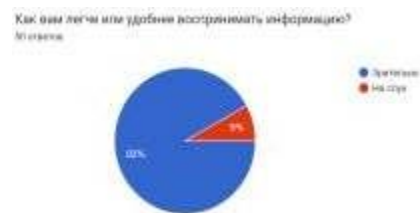


Диаграмма 1.1 Ответ учащихся на вопрос “Интересна ли Вам физика?”

Диаграмма 1.2 Ответ учащихся на вопрос “Как вам легче или удобнее воспринимать информацию?”



Было бы вам проще понять тему “Основы индукционного баланса”, если на уроке показали наглядную демонстрацию с помощью прибора?
30 ответов



Диаграмма 1.3 Ответы учащихся на вопрос “Было бы вам проще понять тему “Основы индукционного баланса”, если на уроке показали наглядную демонстрацию с помощью прибора?”

Всегда вы понимаете объяснения учителя?
30 ответов

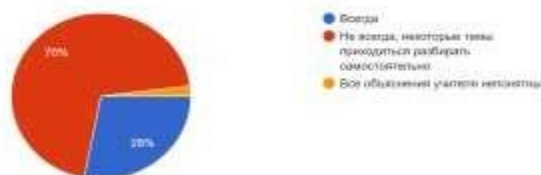
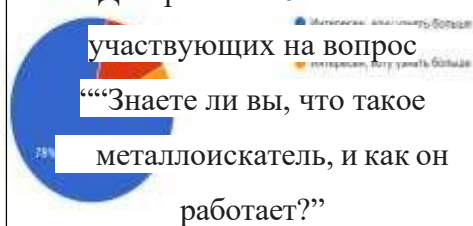


Диаграмма 1.4 Ответ учащихся на вопрос “Всегда вы понимаете объяснения учителя?”

Диаграмма 1.5 Ответы участвующих на вопрос “Интересен ли вам раздел физики “Основы индукционного баланса” ?”

Интересен ли вам раздел физики “Основы индукционного баланса” ?
30 ответов



Знаете ли вы, что такое металлоискатель, и как он работает?
30 ответов



Приложение № 3

Был ли интересен вам данный прибор?
20 ответов

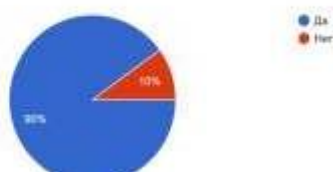


Диаграмма 2.1 Ответ учащихся на вопрос “Был ли интересен вам данный прибор?”

Диаграмма 2.2 Ответ учащихся на вопрос “Стал ли понятен принцип действия прибора?”

Стал ли понятен принцип действия прибора?
29 ответов

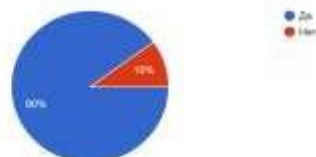
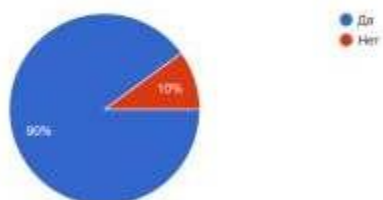


Диаграмма 2. Ответ учащихся на вопрос “Заинтересовались ли вы физикой после моего проекта?”

Заинтересовались ли вы физикой после моего проекта?
20 ответов



Стала ли вам понятна тема электромагнитной индукции?
20 ответов

