ВСЕРОССИЙСКИЙ ТИМИРЯЗЕВСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ, ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ МОЛОДЕЖИ В СФЕРЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

«АПК - МОЛОДЕЖЬ, НАУКА, ИННОВАЦИИ»

Направление: Агрономия, Агрохимия, Агроэкология

Тема: Металлоискатель

Соискатель: Е.Е. Жуков

Научный руководитель: Е.М. Корнева

Место выполнения работы: Первомайский филиал ОГБПОУ «Томский аграрный колледж»

2026

Содержание…….....….....2
Введение.....3
Глава 1. История открытия и развития **м**еталлоискателя…….....4
1.1. Происхождение металлоискателя …….....….4
1.2. Принцип работы ……..…….…….....6
1.3. Преимущества и ограничения металлоискателей……..….....8
Глава 2. Практическая значимость работы …….....……9
2.1. Применение металлоискателя в профессии 9
2.2. Результаты анкетирования …….....10
Глава 3. Описание хода проведения и результатов опыта с описанием и соблюдением техники безопасности в ходе проведения экспериментального исследования …….....10
Заключение.....11
Литература…….....….....11
Приложения……..…….....…….....12

Введение

Металлоискатель - это прибор для обнаружения металлических предметов в грунте, воде, стенах и других средах. Он используется в кладоискательстве, археологии, обеспечении безопасности, поиске инженерных коммуникаций и других сферах.

Тема металлоискателей остаётся актуальной по нескольким причинам, связанным с технологическим прогрессом, расширением сфер применения и растущим спросом на безопасность и эффективность в различных отраслях:

1. Устраняют износ разъёмов.

2. Повышают удобство использования (не нужно искать кабель).

3. Снижают количество проводов в пространстве.

В данной работе рассматривается теоретическая и практическая значимость применения металлоискателя в профессиональной деятельности.

Мы решили разобраться в этом вопросе самостоятельно, попытавшись создать свою модель металлоискателя, способную обнаруживать металлические предметы.

Цель проекта: Разработать базовую модель металлоискателя для применения в профессиональной деятельности.

Задачи:

1.Ознакомиться с историей открытия и развития металлоискателя.

2.Рассмотреть принципы работы металлоискателя.

3.Рассмотреть преимущества и ограничения.

4.Создать макет модели металлоискателя для использования в образовательном и профессиональном процессе.

Мы ожидали добиться следующих результатов:

- Разработать и изготовить действующую модель металлоискателя, способную обнаруживать металлические предметы.

- Получить сигнал собственного металлоискателя.

Объект исследования - Металлодетектор.

Предмет исследования - Получение звукового сигнала при обнаружении металла, нашим макетом металлоискателя.

Гипотеза - Студенты ПмФ ОГБПОУ «ТАК» практически ничего не знают об истории открытия и развития металлоискателя. Создав металлоискатель, мы можем обнаруживать металлические предметы.

Методы исследования:

- Поиск и анализ информации.
- Количественный опрос.
- Качественный анализ.
- Обобщение, сравнение.
- Исследовательский практический эксперимент.

Этапы работы над проектом:

Подготовительный этап:

- Выбор темы исследования.
- Определение цели и задач работы.

Исследовательский (теоретический) этап:

- Проведение анкетирования студентов.
- Сбор и исследование необходимой информации для выполнения проектной работы.

Практический этап:

- Работа над проектом
- Оформление проекта
- Подготовка презентации
- Публичное представление (защита)

Глава 1. История открытия и развития металлоискателя.

1.1. Происхождение металлоискателя.

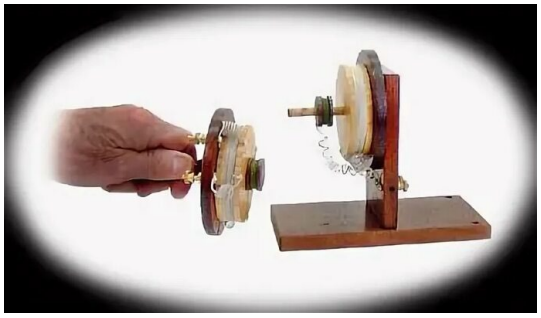
Металлоискатель - устройство для обнаружения металлических предметов в земле, воде, теле человека или других средах. Его развитие связано с прогрессом в области физики, электротехники и радиотехники. История металлоискателей охватывает несколько веков и включает как примитивные, так и высокотехнологичные решения.

Одним из первых известных «металлоискателей» считается конструкция, использовавшаяся в древнем Китае более 2000 лет назад для защиты императора. При входе в императорский дворец были установлены колонны из магнитного железняка (магнетита), которые притягивали любые железные предметы. Это позволяло выявлять потенциальных злоумышленников с оружием.

В середине XIX века немецкий физик Генрих Вильгельм Дове изобрёл систему **индукционного баланса** (импеданса), которая позже легла в основу металлоискателей. Она включала несколько катушек индуктивности: передающую и одну или две приёмные. При отсутствии металлических предметов сигнал с передающей катушки не наводился на приёмные или вычитался из сигнала другой катушки, обеспечивая баланс. Появление металла нарушало баланс, создавая сигнал рассогласования.

В 1881 году Александр Грэм Белл попытался использовать индукционные весы с четырьмя катушками для обнаружения пули в теле президента Джеймса Гарфилда. Однако попытка не удалась: тело президента лежало на металлической кровати, что ввело детектор в заблуждение. Позже Белл усовершенствовал устройство, используя частично перекрывающиеся индукционные весы с двумя катушками, но и это не помогло.

В конце XIX века капитан Чарльз Эмброуз Макэвой запатентовал устройство для поиска подводных торпед и железных кораблей. Это было одно из первых устройств, специально сконструированных как металлоискатель с использованием магнитной индукции.

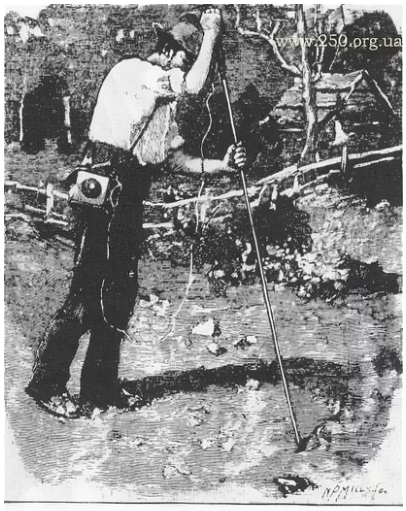


В 1904 году доктор Дэниэл Чилзон предложил идею электромагнитного обнаружения рудных тел. В 1924 году он запатентовал **электромагнитный детектор** («радиодетектор»), использовавший схему на биениях («Мост Чилсона»). В 1927 году сообщалось о первых успешных поисках с его помощью закопанных сокровищ на Панамском перешейке.

В 1925 году в Германии появились **арочные металлодетекторы** для предотвращения воровства на заводах. Они создавали электромагнитное поле в проходных. Если рабочий проносил металлический предмет, возникала реакция, вызывавшая сигнал тревоги. Чувствительность настраивали так, чтобы детектор реагировал только на крупные предметы.

В 1926 году немецкие инженеры Геффшен и Рихтер создали **«радиодетектор»** - прибор для обнаружения металлических инструментов у рабочих при выходе с завода. В разработке они использовали опыт Александра Белла.

В 1929 году Герхард Фишер, иммигрант из Германии, живший в Голливуде, представил **«металлоскоп»**. Это было тяжёлое устройство (около 10 кг) с батареями, электронными лампами, наушниками, передатчиком и приёмником, соединёнными деревянными ручками. Для работы с ним не требовалось специальных навыков.



A Gold Finder, Circa 1870.

В 1930-х годах польский лейтенант Юзеф Козацки начал разработку металлоискателя по приказу департамента артиллерии национальной обороны Польши. Цель - обнаружение неразорвавшихся снарядов после Первой мировой войны. Завершить проект до начала Второй мировой войны он не успел, но в 1941 году в Великобритании создал миноискатель. Этот прибор использовался британской армией и союзниками при разминировании в Северной Африке, Сицилии и Нормандии.

Во время Второй мировой войны металлоискатели активно применялись для обнаружения мин и неразорвавшихся снарядов. Были разработаны более точные и надёжные модели.

В Советском Союзе первый металлоискатель был создан инженером Б. Кудымовым в 1936 году. Усовершенствованный к 1939 году, он применялся в советско-финской войне 1939-1940 годов и в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов. Конструкция позволяла использовать в качестве штанги винтовку.

После войны металлоискатели нашли применение в археологии, геологии, поиске полезных ископаемых и кладах. В 1960-х годах появились первые **портативные металлоискатели**, пригодные для полевых условий.

В 1970-х годах началось массовое производство стационарных металлодетекторов для досмотра авиапассажиров. С 1972 по 1990 год в СССР было выпущено около 12 000 таких устройств.

В 1980-х годах появились компактные модели с высокой чувствительностью. Развивались функции отстройки от минерализованных почв и металлического мусора. В 1990-х годах с развитием компьютерных технологий появились **компьютеризированные металлоискатели**.

Сегодня металлоискатели используются в различных сферах: от археологии и поиска сокровищ до обеспечения безопасности в аэропортах, на стадионах и в других общественных местах.

Среди современных лидеров производства - итальянская компания **CEIA S.p.A.**, основанная в 1968 году, и американская **Garrett Metal Detectors**.

Таким образом, история металлоискателей отражает эволюцию научных знаний и технологических возможностей, превративших примитивные устройства в высокотехнологичные инструменты широкого применения.

1.2. Принцип работы.

Металлоискатель работает на основе взаимодействия электромагнитных полей. Его принцип действия основан на обнаружении металлических объектов за счёт их электропроводности. При приближении к металлу устройство фиксирует изменения в электромагнитном поле, что позволяет определить наличие и иногда тип металла.

Рассмотрим основные принципы работы:

1. Генерация электромагнитного поля. В поисковой катушке (передающей) под действием электрического тока создаётся переменное магнитное поле. Катушка состоит из нескольких колец обмотки медной проволокой.

2. Возбуждение вихревых токов. Когда электромагнитное поле достигает металлического объекта, в нём индуцируются вихревые токи. Эти токи создают собственное вторичное электромагнитное поле.

3. Регистрация отражённого сигнала. Приёмная катушка улавливает изменения в магнитном поле, вызванные вихревыми токами в металле. В зависимости от типа металлоискателя и конструкции катушки, приёмная и передающая обмотки могут быть разделены или совмещены в одной катушке.

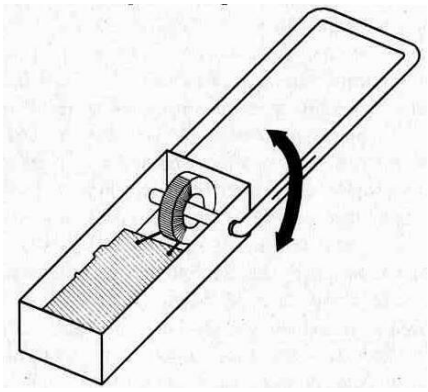
4. Обработка сигнала. Полученный сигнал усиливается и анализируется электронным блоком. В зависимости от характеристик сигнала (амплитуды, частоты, длительности) определяется наличие металла и иногда его тип.

5. Индикация обнаружения. Результат обработки сигнала передаётся пользователю через звуковой сигнал, визуальный индикатор на дисплее или другие способы оповещения.

Рассмотрим следующие типы металлоискателей и их особенности.

Существует несколько принципов работы металлоискателей, которые различаются по методам генерации и обработки сигнала:

Тип металлоискателя	Принцип работы	Особенности
1.Индукционные 	Используют одну катушку, которая одновременно является передающей и приёмной. Сигнал с катушки-датчика складывается с опорным сигналом так, чтобы при отсутствии предметов суммарный сигнал был нулевым. При приближении металла сигнал изменяется.	Простая конструкция датчика, но сложно выделить слабый отражённый сигнал на фоне мощного передаваемого.

2.На биениях 	Основаны на регистрации частот от двух генераторов: один работает со стабильной частотой, второй содержит индуктивную катушку. При появлении металла частота генератора с катушкой изменяется.	Посредственная селективность из-за «паразитарной синхронизации», не самая большая глубина обнаружения.
3.Импульсные 	Работают на основе самоиндукции в проводящем объекте. Генератор формирует короткие импульсы тока в излучающей катушке. В металле возникают затухающие вихревые токи, которые создают отражённый сигнал, регистрируемый приёмной катушкой.	Высокая чувствительность, подходят для поиска на большой глубине. Однако создают высокий уровень электрических и радиопомех.
4.Магнитометры 	Фиксируют искажение естественного магнитного поля Земли ферромагнитными металлами и соединениями.	Большая глубина обнаружения, но не реагируют на цветные металлы.

Рассмотрим дополнительные аспекты:

1. Дискриминация металлов. Некоторые металлоискатели могут различать типы металлов по характеристикам вихревых токов (например, по времени их затухания). Это позволяет отличать ферромагнитные материалы (железо, кобальт) от неферромагнитных (медь, алюминий).

2. Балансировка на грунт. В грунтовых металлоискателях часто используется функция балансировки на минерализацию грунта, чтобы уменьшить ложные срабатывания от минеральных пород.

3. Частота работы. От частоты, на которой работает катушка, зависит глубина проникновения волн и размер обнаруживаемых объектов. Чем выше частота, тем лучше прибор видит мелкие предметы, но глубина поиска при этом снижается.

4. Селективность. В досмотровых металлоискателях (например, арочных) реализована функция селективности, которая позволяет настраивать прибор на обнаружение определённых типов предметов, игнорируя мелкие металлические объекты (часы, пряжки и т. п.).

Современные металлоискатели часто комбинируют несколько методов обнаружения и используют цифровую обработку сигнала, что повышает их чувствительность и точность.

1.3. Преимущества и ограничения металлоискателей.

Рассмотрим преимущества металлоискателей:

1. Высокая чувствительность.

Обнаруживают металлические предметы на значительном расстоянии (от нескольких сантиметров, до нескольких метров, в зависимости от типа прибора и размера объекта).

Способны выявлять очень мелкие металлические фрагменты (например: монеты, гвозди, осколки).

2. Универсальность применения.

Используются в разных сферах: археология, геология, строительство, безопасность, поиск кладов, разминирование.

Работают в различных средах: грунт, вода, стены, багаж, одежда.

3. Неразрушающий контроль.

Не повреждают исследуемую поверхность или объект.

Позволяют проводить поиск без раскопок или демонтажа.

4. Мобильность и простота использования.

Большинство современных моделей компактны и автономны (работают от аккумуляторов).

Интуитивно понятный интерфейс с аудио- и визуальной индикацией.

5. Селективность (в продвинутых моделях).

Возможность различать типы металлов (чёрные, цветные).

Настройка на игнорирование определённых объектов (например, мелких железных предметов).

6. Быстрота обследования.

Позволяют оперативно сканировать большие площади.

Мгновенная реакция на обнаружение металла.

7. Экономическая эффективность.

Снижение затрат на ручной труд при поиске металлов.

Минимизация рисков при разминировании и строительных работах.

8. Безопасность.

Предотвращение несчастных случаев (обнаружение скрытых труб, проводов).

Защита от проноса оружия и опасных предметов в зонах контроля.

Рассмотрим ограничения металлоискателей.

1. Зависимость от типа металла.

Плохо обнаруживают металлы с низкой электропроводностью (например, нержавеющая сталь).

Некоторые приборы не реагируют на немагнитные цветные металлы.

2. Влияние окружающей среды.

Высокая минерализация грунта вызывает ложные срабатывания.

Влажность и солёность почвы снижают глубину поиска.

Металлический мусор (гвозди, фольга) создаёт помехи.

3. Ограниченная глубина обнаружения.

Зависит от размера объекта и мощности прибора (обычно до 1-3 м для крупных предметов).

Мелкие объекты обнаруживаются только на малой глубине (до 30-50 см).

4. Чувствительность к помехам.

Электромагнитные поля от ЛЭП, электроприборов, радиоустройств мешают работе.

Металлические конструкции поблизости искажают показания.

5. Ограничения по условиям эксплуатации.

Не все модели водонепроницаемы (требуется специальная защита для поиска в воде).

Низкие температуры могут сократить время работы аккумуляторов.

Механические повреждения катушки снижают точность.

6. Сложность интерпретации сигналов.

Неопытные пользователи могут неверно определить тип объекта.

Перекрытие сигналов от нескольких предметов затрудняет локализацию.

7. Энергозависимость.

Необходимость регулярной зарядки, замены батарей.

Сокращение времени работы при низких температурах.

8. Правовые ограничения.

В некоторых странах требуется разрешение на поиск (особенно в археологических зонах).

Запрет на использование в определённых местах (аэропорты, военные объекты).

9. Стоимость продвинутых моделей.

Высокочувствительные и селективные приборы стоят дорого.

Техническое обслуживание и калибровка требуют дополнительных затрат.

10. Ограниченный ресурс компонентов.

Катушки подвержены износу при активном использовании.

Электронные схемы могут выходить из строя из-за влаги или ударов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что металлоискатели - мощный инструмент с широким спектром применения, но их эффективность зависит от: типа прибора и его настроек, характеристик искомого объекта, условий окружающей среды, квалификации оператора.

Для оптимального результата важно выбирать модель, соответствующую задачам, и учитывать ограничения в конкретных условиях использования.

Глава 2. Практическая значимость работы.

2.1. Применение металлоискателя в профессии.

Металлоискатели применяются в самых разных профессиях и сферах - от безопасности до промышленности и археологии.

В нашем случае мы можем использовать металлоискатель в профессии «Мастер сельскохозяйственного производства» данным образом: обнаружение металлических предметов на обрабатываемых полях плугом, в предотвращении его поломок.

Так же мы можем использовать металлоискатель в зоне СВО для обнаружения металлических предметов.

2.2. Результаты анкетирования.

В рамках данного проекта, мы провели анкетирование по теме «Металлоискатель в профессии «Мастер сельскохозяйственного производства»» у студентов первого курса Первомайского филиала «ТАК». В анкетировании приняло участие 24 студента.

Результаты анкетирования наших студентов следующие:

1.Кто создал металлоискатель? Знают-0%. Не знают-100%.

2.Кто догадался о применении металлоискателя в обработке полей? Знают-0%. Не знают-100%.

3. Кто первым продемонстрировал успешную работу металлоискателя? Знают-0%. Не знают-100%.

Следовательно, мы видим, что студенты Первомайского филиала очень слабо владеют информацией по данной теме.

Глава 3. Описание хода проведения и результатов опыта с описанием и соблюдением техники безопасности в ходе проведения экспериментального исследования.

Прежде чем создать модель металлоискателя (Приложение 1) и подключить к источнику тока, мы ознакомились с инструкцией по охране труда при проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике (ИОТ Ф-3) и расписались в журнале (Приложение 2).

Далее, нам понадобились следующие инструменты и расходные материалы:

1.Паяльник с тонким жалом.

2.Канцелярский нож.

3.Подставка.

4.Оловянный припой.

5.Флюс (использование канифоля).

6.Паяльный провод.

Для создания базовой модели собственного металлоискателя, использовали следующие компоненты:

1.Катушка меди.

2.Конденсатор.

3.Три транзистора.

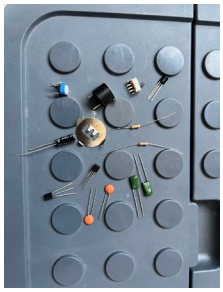
4.Крепление для батарейки.

5.Два резистора.

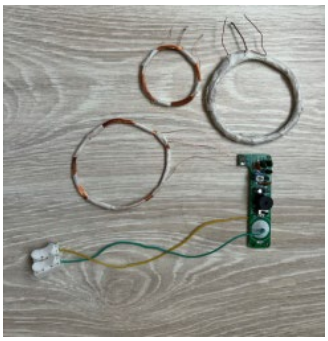
6.Спикер.

Ход работы по получению собственного сигнала металлоискателя для обнаружения металлических предметов и результат проведённого эксперимента:

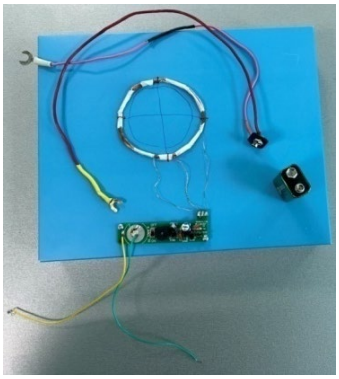
1.Подготавливаем рабочее место.



2.Заранее располагаем все радиоэлементы на плате, для определения их наилучшего расположения.



3.Лудим паяльник и припаиваем все компоненты на своё место. Соединяем между собой все детали, обязательно сверяемся со схемой, чтобы ничего не перепутать.



Проведя экспериментальное исследование, мы добились следующего результата: разработали и изготовили макет базовой модели металлоискателя, путём его сборки при помощи определённых навыков, радиокомпонентов и схемы.

Заключение:

Работая над данным проектом, мы убедились, что действительно необходимо изучать данную тему, так как она - на сегодняшний день познавательна, актуальна и значима и в профессии «Мастер сельскохозяйственного производства».

Мы изготовили и собрали базовую модель металлоискателя для обнаружения металлических предметов.

Металлоискатель функционирует на основе электропроводности металлов и взаимодействия с электромагнитным полем.

Демонстрацию схемы и работы металлоискателя можно показывать на уроках физики и электротехники и даже применять в профессиональной деятельности.

Изучили историю открытия и развития металлоискателя, первые эксперименты, современные достижения. Рассмотрели применение модели металлоискателя в своей профессии, и изучаем, где и как, он применяется в наше время.

Используемая литература и интернет-ресурсы:

1.Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика. 11 класс: Учебник для общеобразовательных учреждений. - Москва: «Просвещение», 2022.

2.Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. 11 класс: Учебник для общеобразовательных учреждений. - Москва: «Дрофа», 2022.

3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Металлоискатель

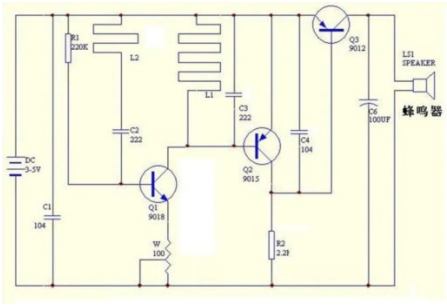
4. https://neo-scan.ru/press-czentr/publikaczii/history-md-creation/

5. https://dzen.ru/a/X1oXdFby2CCpGTHR

6.https://www.mdregion.ru/o-kladoiskatelstve/27-nowosti-poiska/3452-istoria-sozdania-metalloiskatelei-chast-1.html

Приложение 1.

Схема модели металлоискателя:



Приложение 2.

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике (Раздел "Электродинамика") (ИОТ Ф - 3).

1. Требования безопасности перед началом работы.

1.1. Внимательно изучите схему металлоискателя.

1.2. Подготовьте к работе рабочее место, уберите посторонние предметы.

1.3. Приборы и оборудование разместите таким образом, чтобы исключить их падение и опрокидывание.

2. Требования безопасности во время работы.

2.1. Точно выполняйте все указания преподавателя при проведении лабораторной работы или лабораторного практикума, без его разрешения не выполняйте самостоятельно никаких работ.

2.2. При сборке электрической схемы, используйте провода с наконечниками, без видимых повреждений изоляции, избегайте пересечений проводов, источник тока подключайте в последнюю очередь.

2.3. Собранную электрическую схему включайте под напряжение только после проверки её преподавателем или лаборантом.

2.4. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам конденсаторов.

2.5. Не производите переключений в цепях до отключения источника тока.

2.6. Наличие напряжения в электрической цепи проверяйте только приборами.

2.7. Не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов.

2.8. Не оставляйте без надзора не выключенные электрические устройства и приборы.

2.9. Если необходимо, выполняйте пайку электрических проводов.

3. Требования безопасности во время работы.

3.1. При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, находящихся под напряжением, повышенном их нагревании, появлении искрения, запаха горелой изоляции и т.д., немедленно отключите источник электропитания и сообщите об этом преподавателю.

3.2. При получении травмы сообщите об этом преподавателю, который немедленно окажет первую помощь пострадавшему и сообщит администрации ОУ, при необходимости отправит пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

4. Требования безопасности по окончании работы.

4.1. Отключите источник тока.

4.2. Разрядите конденсаторы с помощью изолированного проводника и разберите электрическую схему.

4.3. Приведите в порядок рабочее место, сдайте преподавателю приборы, оборудование, материалы и тщательно вымойте руки с мылом.