Министерство образования и спорта Республики Карелия

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

Республики Карелия «Петрозаводский автотранспортный техникум»

**ПРОЕКТ**

**СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ**

Студент: Катусенко П.В.

Группа: 1ЭЛ-1

Специальность: 13.02.07

Электроснабжение (по отраслям)

Руководители: Лёвина А.М.

Скрипина В.А.

Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент:

Петрозаводск

2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ 3](#_Toc184661797)

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc184661798)

[Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ 6](#_Toc184661799)

[1.1 Понятие лабораторного блока питания. Область применения 6](#_Toc184661800)

[1.2 Основные характеристики, виды лабораторных блоков питания, их достоинства и недостатки 7](#_Toc184661801)

[ГЛАВА 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 10](#_Toc184661802)

[2.1 Разработка конструкции изделия импульсного лабораторного блока питания, его элементы 10](#_Toc184661803)

[2.2 Выбор материала, инструмента, оборудования. Обзор выбранных компонентов, технологическая карта. Схема импульсного лабораторного блока питания. 10](#_Toc184661804)

[2.3 Экономическая оценка будущего изделия 14](#_Toc184661805)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 16](#_Toc184661806)

[БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 17](#_Toc184661807)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 18](#_Toc184661808)

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ

**ИБП** – импульсный блок питания

**кВт\*ч** – Киловатт-час, внесистемная единица измерения количества произведенной или потребленной энергии, а также выполненной работы

**кОм** – единица измерения электрического сопротивления Килоом

**КПД** – коэффициент полезного действия

**ЛБП** – лабораторный блок питания

**Руб** - рубли

**А –** единица силы электрического тока Ампер

**АС (Alternating current)**—переменный ток

**DC (Direct current)**— постоянный ток

**V** – единица измерения напряжения Вольт

**W** – единица измерения мощности Ватт

# ВВЕДЕНИЕ

Данный проект посвящен созданию лабораторного блока питания ввиду того, что в жизни имеются увлечения электроникой, электротехникой и в свободное от учёбы время, нравиться делать что-то своими руками в этом направлении. Изготовленный импульсный лабораторный блок питания будет иметь аккуратный внешний вид и будет незаменим на уроках физики. Оригинальность идеи в том, чтобы изделие было не похоже на обычные, громоздкие блоки питания и по себестоимости было дешевле продающихся в магазинах и на сайтах, также имело свое предназначение и разнообразило бытовой вид класса.

**Актуальность исследования.** Творческий проект позволяет увидеть какую-либо проблему и найти варианты для её решения. Лабораторный блок питания – прекрасное изобретение.

Можно сказать, что **актуальность темы** обусловлена рядом факторов:

* **большое количество устройств** **на современном рынке товаров**, питающихся от различной величины тока и напряжения. Функциональность весьма разнообразная, можно даже сказать, что в каждом специализированном магазине имеются различные блоки питания. Кроме того, растёт число самодельных электронных устройств. Поэтому создание многоцелевого блока питания актуально для тестирования, питания и исследования различных устройств;
* **необходимость лабораторного источника питания** **для технических лабораторий**, связанных с электронной разработкой. Многие производители электроники продают свои лабораторные источники питания, но большинство из них маломощны и очень дороги;
* **возможность предложить комплексное решение** **для небольших технических лабораторий** и людей, самостоятельно разрабатывающих электронные устройства.

**Проблема исследования,** во-первых, заключается в обеспечении лабораторных исследований и экспериментов стабильным и настраиваемым источником питания, соответствующим высоким требованиям точности и надёжности. Вторым аспектом проблемы считается разброс цен на ЛБП в специализированных магазинах, на сайтах и т.п.Хотя цена и зависит напрямую от деталей и всех функций, она все равно остается завышенной.В наших магазинах продаются блоки питания, сделанные разными фирмами и странами. Из современных производителей лидерами по поставкам является: Китай. Модель ЛБП представленная в проекте будет гораздо дешевле по себестоимости, но в то же время не будет уступать по качеству заводским моделям.

**Цель проекта** - создать своими руками дешевый по себестоимости импульсный универсальный ЛБП с широким диапазоном настроек, обеспечивающий стабильное выходное напряжение и ток для лабораторных целей, имеющий аккуратный внешний вид, который будет незаменим на уроках физики.

**Объект исследования:** ЛБП в целом и его составляющие детали.

**Предмет исследования:** возможность изготовления ЛБП своими руками.

**Гипотеза исследования:** при создании лабораторного блока питания для использования в технике и автоматике можно изготовить дешёвый высоконадёжный блок питания со стабильными параметрами.

**Задачи проекта –** опираясь на способности и практические умения:

* изучить требования и потребности пользователей лабораторных блоков питания;
* разработать и изготовить компактную, надёжную, дешевую по себестоимости аккуратную конструкцию изделия со стабильным выходным напряжением для пользы в быту и на лабораторных уроках физики;
* создать ЛБП и протестировать его на соответствие техническим требованиям с соблюдением техники безопасности (Приложение 1).

**Методы исследования:** общенаучные (теоретические) – анализ литературы, синтез; эмпирические – измерение, наблюдение, описание, практическое моделирование, сравнение, тестирование, эксперимент, анализ полученных результатов.

**Методы сбора информации:** анализ литературы, интернет-ресурсов, сравнение разных способов проектирования блоков питания, синтез известных модулей для сборки регулируемого блока питания, моделирование блока питания, сборка и оптимизация корпуса лабораторного блока питания, построение принципиальной электрической схемы изготовленного и предполагаемого устройства.

**Практическая значимость** данного проекта заключается в том, что для будущих специалистов, в процессе исследования расширяются их знания, как теоретические, так и практические. Также можно сказать, что, создание ЛБП может быть полезным для технических специалистов и тех, кто занимается самостоятельной разработкой электронных устройств.

**Экономическая эффективность проекта** заключается в разработке бюджетного варианта ЛБП на основе недорогой и широко распространённой элементной базы с техническими характеристиками, приближёнными к характеристикам дорогих промышленных аналогов.

# Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

# 1.1 Понятие лабораторного блока питания. Область применения

**Лабораторный блок питания** — это электронное устройство, которое формирует и регулирует напряжение и ток, а при изменении напряжения питающей сети и сопротивления нагрузки поддерживает заданные значения с высокой точностью.

**Блок питания лабораторный (ЛБП)** — блок питания, дополненный определённым набором служебных функций и имеющий документированную реакцию на различные нештатные ситуации, происходящие с подключенной к нему нагрузкой. С точки зрения метрологии, это измерительный прибор (средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне), хранящий эталон (установленная мера, образец) как минимум одной физической величины (электрическое напряжение) и воспроизводящий её с целью произведения электрических измерений в сопрягаемых приборах и их отладки.

В наиболее простом виде из часто используемых, лабораторный блок питания имеет регулировку выходного напряжения в различных пределах, имеет один выходной канал, может иметь защиту от перегрузки. Этого достаточно для некритичных, повседневных задач. Такие устройства нередко являются полностью самодельными или изготовленными самостоятельно из компонентов-заготовок.

**Лабораторный блок питания востребован** в исследовательских центрах, сервисах, оказывающих услуги по ремонту, учреждениях, работающих с электронным оборудованием. Основной функцией этого прибора является обеспечение преобразования напряжения и регулировка его параметров на выходе. Универсальность устройства заключается в том, что его можно использовать для работы с крупногабаритной электротехникой, а также с компактной электроникой.

**Лабораторные** **блоки** **питания** находят широкое **применение** в различных сферах деятельности человека. Они используются для следующих целей: ремонт электрооборудования, в том числе, сборка; калибровка электроники; проведение испытаний прототипов; также оборудование востребовано в сервисных центрах и научно-исследовательских лабораториях.

# 1.2 Основные характеристики, виды лабораторных блоков питания,

# их достоинства и недостатки

Одной из главных характеристик при классификации этого оборудования является принцип их работы. Приборы принято разделять на **две категории**: **импульсная** и **трансформаторная (линейная) техника**.

**Трансформаторный (линейный) блок питания** состоит из понижающего трансформатора и выпрямителя, преобразующего переменный ток (AC) в постоянный (DC). После него устанавливается фильтр (конденсатор), сглаживающий пульсации, и ряд элементов, обеспечивающих стабилизацию выходных напряжений и ряд защит.  С помощью техники данного типа можно добиться максимальной точности преобразованного напряжения и стабильности работы. Но, трансформаторное оборудование не отличается высокими показателями КПД, которые обычно составляют менее 60%. К тому же, при их использовании наблюдается значительный расход электроэнергии.

Хотя конечно же, как и у любой техники, помимо недостатков, есть и преимущества использования, которые заключаются в высокой точности регулировки выходного напряжения, что делает его идеальным для использования в устройствах, где требуется стабильное и точное напряжение; низкий уровень шума; имеют долгий срок службы и высокую надежность; большой диапазон выходных токов, что позволяет использовать их в различных устройствах; имеют низкий уровень электромагнитных помех, для использования в приборах, где требуется высокая стабильность и минимальные помехи.

В целом, трансформаторные блоки питания являются идеальным выбором для устройств, где требуется стабильное, точное и чистое питание, таких как звуковая аппаратура, аналоговые схемы, радиоэлектронные устройства и другие.

**Импульсный блок питания** — это устройство, которое преобразует переменный ток (AC) в постоянный ток (DC) и стабилизирует его напряжение. Это достигается путем использования высокочастотного ключевого преобразователя, который создает электрические импульсы, которые затем преобразуются в постоянный ток. Эта технология обеспечивает более высокую эффективность, меньший размер и более легкий вес по сравнению с традиционными источниками питания.

Основным принципом работы ИБП является преобразование высокочастотного напряжения в постоянное напряжение с помощью комбинации полупроводниковых элементов, таких как диоды, транзисторы и конденсаторы.

Сначала сетевое напряжение преобразуется в переменное высокочастотное напряжение с помощью трансформатора и выпрямляется с помощью диодного моста. Затем это переменное напряжение преобразуется в постоянное напряжение с помощью фильтрующего конденсатора.

Для стабилизации выходного напряжения используется обратная связь, которая сравнивает выходное напряжение с эталонным и регулирует работу устройства, чтобы достичь заданного значения напряжения на выходе.

Для импульсных моделей характерен высокий показатель КПД – до 90 %. Также отмечается плавность изменения глубины модуляции импульсов, что создает возможность для снижения затрат электроэнергии. Для импульсных модификаций также характерна компактность прибора, что удобно при транспортировке и применении их в ограниченном пространстве, и выделение небольшого количества тепла. ИБП обладают широким диапазоном входных напряжений, что делает их удобными для использования в различных условиях питания. Обладают низким уровнем шума и искажений. ИБП могут обеспечить более чистое и стабильное питание, чем трансформаторный источники питания. Это особенно важно для устройств, требующих низких уровней шума и искажений. Также следует отметить низкие затраты на производство, так как ИБП имеют более простую конструкцию и требуют меньше материалов для производства по сравнению с трансформаторными источниками питания, что делает их более выгодными в производстве.

К числу недостатков данного оборудования следует отнести высокий уровень электромагнитных помех, которые могут повлиять на работу других электронных устройств, работающих в том же пространстве; ИБП могут иметь более высокие уровни выходного шума, что может снижать качество сигналов или искажать передачу данных в некоторых устройствах; могут требовать более сложной настройки и обслуживания; ИБП могут генерировать большие пульсации тока, что может быть проблемой для некоторых устройств, особенно если они требуют более стабильного питания; данное оборудование может быть более подвержено сбоям, чем более простые трансформаторные (линейные) источники питания.

ЛБП принято разделять на **одно–** и **многоканальные**. Количество каналов необходимо учитывать при разном количестве подключенного электрооборудования. Так, когда предполагается подключение больше одного прибора, то следует подбирать многоканальную технику. Для одного устройства будет достаточно одноканального блока питания, и тем самым, не нужно будет переплачивать. Многоканальное оборудование обычно востребовано в мастерских и сервисах, которые занимаются ремонтом, калибровкой и по ценовой категории оно намного дороже одноканального.

**Для лабораторных блоков характерна следующая мощность:**

- стандартная от 100 до 400 W. Такое оборудование имеет от 1 до 3 выходов. Стандартная мощность может наблюдаться у импульсных и линейных моделей. При этом первые должны быть исполнены в настольном варианте;

- увеличенная мощность. Под данное определение подходят аппараты с показателем мощности, превышающей 400 W. Такая характеристика наблюдается только у импульсных моделей одноканального типа. Производиться подобное оборудование может, как в стоечном, так и в настольном исполнении.

**Согласно классификации, оборудование в соответствии с данными параметрам, бывает следующих типов:**

**-** диапазон напряжения и тока определяется как фиксированный. Это недорогостоящие модели, которые могут давать в пределах определенных значений показатели тока и напряжения;

- выходная мощность имеет автоматическое ограничение. Для таких моделей характерна выдача напряжения и тока в различных вариантах, что создает условия для расширения диапазона и обеспечения универсальности прибора.

# ГЛАВА 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

# 2.1 Разработка конструкции изделия импульсного лабораторного блока питания, его элементы

Собрав все комплектующие радиодетали по электрической схеме, замерев размеры радиодеталей, были подобраны параметры и размеры корпуса. Подобрав подходящий корпус с вентиляционными отверстиями, был собрал ЛБП в единую конструкцию, а именно прикручены блок питания и понижающий преобразователь. Были установлены потенциометры, клеммы и вольтамперметр на лицевую часть. В задней части корпуса смонтирован выключатель питания сети 220V и выведен сетевой провод. ***В правую часть корпуса, установлен вентилятор охлаждения.***???? При нагреве электрической сети, специальный датчик температуры регулирует степень обдува. При высокой температуре, срабатывает тепловая защита и ток в цепи прекращает течь. Результатом работы будет создание изделия готового к применению.

**ЛБП будет состоять из следующих элементов:**

* корпус с вентиляционными отверстиями;
* цифровой вольтамперметр;
* импульсный блок питания 220V/24V 4,5A;
* понижающий импульсный преобразователь с настройкой тока и напряжения (с диапазоном выходного напряжения 1,3-24 V 10A);
* два переменных потенциометра (переменных резистора) 10кОм;
* два колпачка на потенциометры;
* две выходные клеммы;
* выключатель клавишный 250V 3А;
* сетевой провод с вилкой 220V.

# 2.2 Выбор материала, инструмента, оборудования. Обзор выбранных компонентов, технологическая карта. Схема импульсного лабораторного блока питания.

При реализации проекта было использовано следующее оборудование: паяльник, припой, флюс-гель для пайки, пинцет, набор отверток, шуруповерт, сверло, вольтметр, плоскогубцы, съемник изоляции, канцелярский нож, термоусадка. Сама технологическая карта сборки отражена в таблице 1.

Таблица 1 - Этапы сборки ЛБП (технологическая карта)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Последовательность операции | Изображение |
| 1 | Выбор основы для ЛБП (изображения корпуса сверху/снизу). |  |
|  |
| 2 | Закрепление понижающего импульсного преобразователя в корпусе ЛБП  (предварительно отпаяны подстроечные резисторы и заменены на потенциометры, которые более удобны в эксплуатации) | Потенциометры    Понижающий импульсный преобразователь |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Последовательность операции | Изображение |
| 3 | Закрепление вольтамперметра и потенциометров в передней панели ЛБП | Цифровой вольтамперметр    Потенциометры    Колпачки на потенциометры |
| 4 | Закрепление выключателя клавишного 250V 3А в задней панели ЛБП |  |
| 5 | Закрепление импульсного блока питания |  |

Окончание таблицы 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Последовательность операции | Изображение |
| 6 | Соединение всех элементов проводами по схеме и подсоединение сетевого провода с вилкой |  |
| 7 | Закрытие нижней части готового лабораторного блока питания защитной крышкой с вентиляционными отверстиями |  |
| 8 | Импульсный лабораторный блок питания готов к эксплуатации |  |

Схема импульсного лабораторного блока питания представлена на рисунке №1.

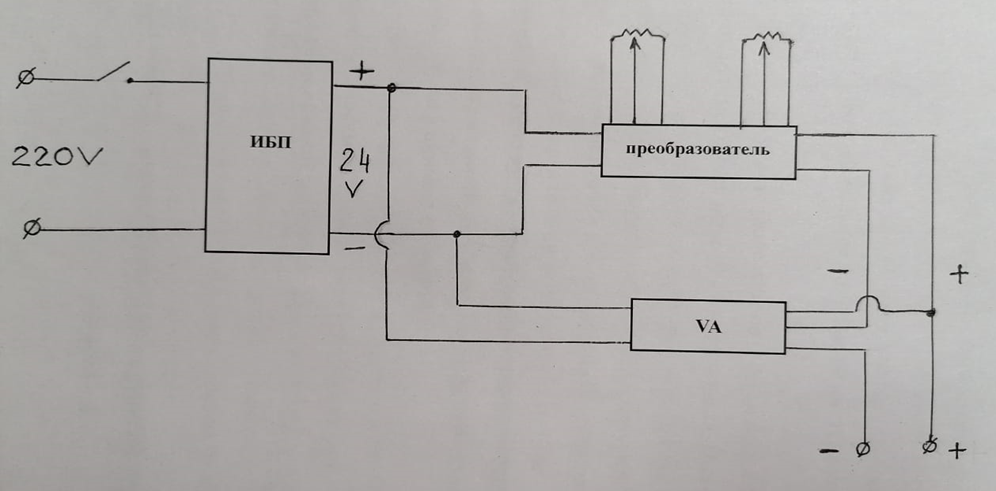


Рисунок №1 - Схема ЛБП

# 2.3 Экономическая оценка будущего изделия

Произведём расчёт себестоимости изготовленного ЛБП, что имеет немаловажное значение, так как одной из целей проекта являлась разработка бюджетного варианта ЛБП на основе недорогой и широко распространённой элементной базы с техническими характеристиками, приближёнными к характеристикам дорогих промышленных аналогов.

Для того чтобы оценить его целесообразность, мы должны рассчитать себестоимость изделия и сравнить её со стоимостью аналогичного промышленного экземпляра. Себестоимость изделия — это все затраты, понесённые при его изготовлении. В себестоимость могут входить стоимость использованных материалов, электроэнергии, коммунальные услуги, аренда помещения, амортизация оборудования, транспортные расходы, заработная плата (например, если было поручено изготовление изделия или его части), налоги и другие прямые и косвенные затраты понесённые при изготовлении изделия. В данном проекте расчет не будет сложным, так как, импульсный лабораторный блок питания изготавливался лично автором проекта, следовательно берем стоимость самих деталей плюс затраты на электроэнергию (таблица 2).

Таблица 2 - Экономический расчёт ЛБП

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компоненты и материалы | Количество, штука | Цена за единицу, руб | Итого затраты, руб |
| Корпус с вентиляционными отверстиями | 1 | 100 | 100 |
| Цифровой вольтамперметр | 1 | 200 | 200 |
| Импульсный блок питания 220V/24V 4,5A | 1 | 573 | 573 |
| Понижающий импульсный преобразователь с настройкой тока и напряжения (с диапазоном выходного напряжения 1,3-24 V 10A) | 1 | 393 | 393 |
| Переменные потенциометры (переменные резисторы) 10кОм | 2 | 50 | 100 |
| Колпачки на потенциометры | 2 | 19 | 38 |
| Выходные клеммы | 2 | 25 | 50 |
| Выключатель клавишный 250V 3А | 1 | 30 | 30 |
| Сетевой провод с вилкой 220V | 1 | 100 | 100 |
| Всего затрат по компонентам и материалам: | 12 | 1490 | 1584 |

Стоимость 1 кВт\*ч электроэнергии по одноставочному тарифу 4 рубля 40 копеек. Приблизительное время работы над проектом 24 часа, из них сборка ЛБП – 4 часа. Мощность освещения – 30 ватт. Наша доля составляет 0,03 кВт в час.

Потребление (кВт\*ч) = Мощность (кВт)\*Время (часы)=0,03кВт\*4 часа=0,12 кВт\*ч

Стоимость электроэнергии = Потребление (кВт\*ч)\*Тариф = 0,12 кВт\*ч\*4,40руб/кВт\*ч=0,528 руб.

1 рубль=100 копеек, 0,528\*100=52,8 копеек, округляем до 53 копеек

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный блок питания — это электронное устройство, которое формирует и регулирует напряжение и ток, а при изменении напряжения питающей сети и сопротивления нагрузки поддерживает заданные значения с высокой точностью. В рамках проекта был успешно спроектирован импульсный лабораторный блок питания. Исходя из анализа доступных аналогов, были выбраны наиболее подходящие компоненты для разработки данного блока.

Благодаря тщательному подбору составных элементов, удалось достичь максимальной эффективности и надёжности блока питания. Была разработана и составлена схема, определены основные компоненты и их взаимосвязь.

Важной частью проекта было обеспечение безопасной работы с разрабатываемым источником питания, включая защиту от перегрузок, коротких замыканий и других нежелательных ситуаций.

Данный блок питания может быть применен в различных сферах, связанных с необходимостью постоянного напряжения.

Результатом данной работы является функционирующий бюджетный источник питания с регулируемой защитой, который способен обеспечить надежную и безопасную работу в соответствии с требованиями проекта.

В ходе работы для достижения цели и решения поставленных задач была изучена специальная литература и нормативная документация.

Таким образом, считаю, что цель работы достигнута, задачи выполнены, гипотеза подтверждена.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) Блок питания лабораторный: материал из Википедии — свободной энциклопедии - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Блок_питания_лабораторный> (дата посещения: 15.11.2024) - Текст: электронный.

2) Трудков, С.Т. Меры безопасности при работе с электричеством: статья/С.Т. Трудков - URL: <https://laboratoria.by/stati/bezopasnost-elektrichestvo> (дата посещения: 20.11.2024) - Текст: электронный.

3) Коновалов, А.Н. Техника безопасности в электрических сетях: учебное пособие/А.Н.Коновалов. -СПб. Издание НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», 2007- URL: <https://clck.ru/3F8ej8> (дата посещения: 01.11.2024) - Текст: электронный.

4) Что такое лабораторный блок питания и зачем он нужен - URL: <https://www.calend.ru/articles/chto-takoe-laboratornyi-blok-pitaniya-i-zachem-on-nujen/> (дата посещения: 01.11.2024) - Текст: электронный.

5) Шмаков, С.Б. Импульсные источники питания. Создание, ремонт, работа / С.Б. Шмаков.-СПб. Изд-во Наука и Техника, 2013.-287 с.

# 

# ПРИЛОЖЕНИЕ

**Организация рабочего места.**

**Техника безопасности при работе с сетевым напряжением**

**Рабочее место** – это определенный участок для выполнения учебно-трудового задания, последовательное распределение материалов, инструментов и оборудования. Поэтому, прежде чем приступать к выполнению практической работы (проекта), необходимо правильно организовывать рабочее место, распланировать целенаправленность труда.

**Организация рабочего места должна соответствовать требованиям:**

1. Работать в спецодежде

2. Инструменты и приспособления, должны быть проверены и расположены в необходимом порядке

3. На рабочем месте должны находиться только предметы необходимые для выполнения данного задания

4. Предметы, которые берутся левой рукой, должны находиться слева, а правой – справа

5. Часто используемые предметы, кладут ближе к исполнителю, а редко используемые – дальше

6. Каждый предмет должен иметь свое постоянное место

7. Работать только исправным инструментом, не отвлекаться во время работы

8. По окончании работы, убрать рабочее место.

**Электрический ток опасен!** При неумелом обращении с ним, особенно при работе с неисправными электроустановками, он является потенциальным источником смертельной опасности для людей, соприкасающихся с ним. Никаких внешних признаков электрический ток не имеет, не действует на органы чувств человека до момента соприкосновения с ним и поэтому человек не может предвидеть грозящей ему опасности. Воздействие электрического тока на организм человека носит разносторонний характер вплоть до летального исхода.

Категорически запрещено работать с проводкой или оборудованием (даже при отключённом электричестве) при наличии влаги в помещении. При работе с электричеством всегда необходимо избегать воды. Никогда не прикасаться и не пытаться ремонтировать электрооборудование или электрические цепи мокрыми руками. Это повышает риск поражения электрическим током.

Никогда не используют оборудование с изношенными шнурами, поврежденной изоляцией или сломанными штекерами.

Всегда используют изолированные инструменты во время работы.

Электрические опасности включают открытые части, находящиеся под напряжением, и незащищенное электрооборудование, которое может неожиданно оказаться под напряжением. На таком оборудовании всегда должны иметься предупреждающие таблички. Необходимо всегда соблюдать такие знаки и правила техники безопасности, установленные электротехническими нормами и правилами.

Всегда **используют автоматический выключатель или предохранитель** с соответствующим номиналом тока. Автоматические выключатели и предохранители являются устройствами защиты, которые автоматически отключают провод, находящийся под напряжением, при возникновении состояния короткого замыкания или перегрузки. Выбор соответствующего предохранителя или автоматического выключателя имеет важное значение.

**Необходима осторожность при работе с конденсаторами**. Конденсатор накапливает энергию, и, если его неправильно разрядить при снятии, он может легко привести к поражению электрическим током.

**Работать осторожно при пайке печатных плат**. Надеть защитные очки и держаться подальше от испарений. Держать паяльник в подставке, когда он не используется; он может сильно нагреться и легко привести к ожогам.

Не производить ремонтные работы с **оборудование, находящееся под напряжением**. Всегда сначала убедиться, что оно обесточено с помощью тестера, визуально, индикаторной отвертки.