

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МАЛОГАБАРИТНЫЙ ИСКАТЕЛЬ****Исаев А.А., Ларин Д.А.***г. Саров, ГБПОУ СПТ им. Б.Г. Музрукова, 3 курс**Научный руководитель: Столяров И.В., преподаватель, г. Саров, ГБПОУ СПТ им. Б.Г. Музрукова***Цель работы**

Цель работы – создать малогабаритный универсальный искатель скрытой проводки и определения наличия магнитного поля и его полярности.

**Основные задачи и результаты**

Этот универсальный прибор-индикатор сочетает в себе три индикатора, позволяя не только определить скрытую проводку, но и определить наличие или отсутствие внешнего магнитного поля и его полярность.

Прибор состоит из двух независимых устройств в одном корпусе:

- 1) индикатора скрытой электропроводки;
- 2) блока индикации полярности внешнего датчика магнитного поля.

Индикатор скрытой проводки собран на базе микромощного операционного усилителя КР140УД1208 [1-3]. При расположении вблизи электропроводки провода, подключенного на вход усилителя, наводка частоты 50 Гц воспринимается приемной антенной, усиливается чувствительным усилителем, собранным на этой микросхеме, и переключает с этой частотой светодиод.

Выносной датчик магнитного поля (биполярный датчик Холла) собран на микросхеме AD22151YRZ [4]. Для блока индикации датчика магнитного поля была разработана авторская схема индикации полярности или отрицательности магнитного поля с плавным переключением различных светодиодов. Питание датчика осуществляется от источника питания, собранного на микросхеме КР142ЕН5А [2].

Индикатор скрытой проводки и блок индикации расположены на печатной плате в корпусе для РЭА G1011 65\*38\*22. Приемная антенна и внешний датчик магнитного поля должны быть удалены от руки и находятся на выносных частях прибора.

При разработке данного проекта были:

- проанализированы существующие схемы подобных детекторов скрытой проводки по Интернет-ресурсам [5];

- создан работающий образец действующего малогабаритного универсального искателя электромагнитных полей.

**Новизна и актуальность**

Новизна данного проекта состоит в том, что существующие в настоящее время при-

боры, всевозможные «отвертки» и «пробники», выполняют обычно только одну функцию, и стоят достаточно дорого. Данный проект и восполняет нишу тех бюджетных приборов, которые могут пригодиться электрику или монтеру, работа которого с электропроводкой и определением наличия электромагнитного поля.

Малогабаритный универсальный искатель может применяться лицами, чья производственная деятельность связана с электропроводкой и электромагнитными полями, и послужить основой для создания на его основе достаточно простых с точки зрения реализации, и в тоже время дешевых и надежных приборов такого типа.

**Техническая реализация**

Техническая реализация сборки данного малогабаритного универсального искателя была осуществлена на базе макетной печатной платы, вся необходимая комплектация указана в спецификации, которая приведена в тексте работы.

**Основная часть****Приборы определения скрытой проводки**

Существуют способы обнаружения скрытой проводки «народными» методами, без специальных приборов. Например, можно включить на конце этой проводки большую нагрузку и искать по отклонению компаса или с помощью катушки провода с сопротивлением около 500 Ом с разомкнутым магнитопроводом подключенной на микрофонный вход любого усилителя (музыкальный центр, магнитофон и др.), сделав максимальную громкость. В последнем случае по звуку наводки 50 Гц провод в стене будет обнаружен.

Приведем схемы отдельных приборов [5], после изучения, которых нами и была начата по работе с данным проектом.

**Прибор 1.** Он может использоваться для обнаружения скрытой электропроводки, отыскания обрыва провода в жгутах или кабеле, выявления перегоревшей лампы в электрогирлянде. Это простейшее устройство, состоящее из полевого транзистора, головного телефона и элементов питания. Принципиальная схема прибора представлена на рис. 1. Схему разработал В. Огнев из г. Перми [5].

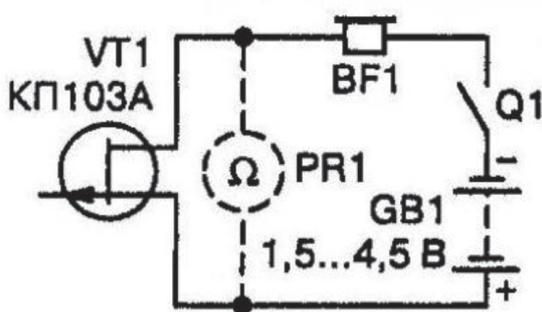


Рис. 1. Принципиальная схема простого искателя

Принцип действия устройства основан на свойстве канала полевого транзистора изменять свое сопротивление под действием наводок на вывод затвора. Транзистор VT1 – КП103, КП303 с любым буквенным индексом (у последнего вывод корпуса соединяют с выводом затвора). Телефон BF1 – высокоомный, сопротивлением 1600-2200 Ом. Полярность подключения батареи питания GB1 роли не играет.

При поиске скрытой проводки корпусом транзистора водят по стене и по максимальной громкости звука частотой 50 Гц (если это электропроводка) или радиопередачи (радиотрансляционная сеть) определяют место прокладки проводов.

Место обрыва провода в незранированном кабеле (например, сетевом шнуре какого-либо электро- или радиоприбора), перегоревшую лампу электрогирлянды отыскивают так. Все провода, в том числе и оборванный, заземляют, другой конец оборванного провода соединяют через резистор сопротивлением 1-2 МОм с фазным проводом электросети и, начиная с резистора, перемещают транзистор вдоль жгута (гирлянды) до пропадания звука – это и есть место обрыва провода или неисправная лампа.

Индикатором может служить не только головной телефон, но и омметр (изображен штриховыми линиями) или авометр, включенный в этот режим работы. Источник питания GB1 и телефон BF1 в этом случае не нужен.

**Прибор 2.** Теперь рассмотрим прибор, выполненный на трех транзисторах (см. рис. 2). На двух биполярных транзисторах (VT1, VT3) собран мультивибратор, а на полевом (VT2) – электронный ключ.

Принцип действия этого искателя, разработанного А. Борисовым [5], основан на том, что вокруг электрического провода образуется электрическое поле – его и улавливает искатель. Если нажата кнопка выключателя SB1, но электрического поля в зоне антенного щупа WA1 нет, либо искатель

находится далеко от сетевых проводов, транзистор VT2 открыт, мультивибратор не работает, светодиод HL1 погашен.

Достаточно приблизить антенный щуп, соединенный с цепью затвора полевого транзистора, к проводнику с током либо просто к сетевому проводу, транзистор VT2 закроется, шунтирование базовой цепи транзистора VT3 прекратится и мультивибратор начнет работать.

Начнет вспыхивать светодиод. Перемещая антенный щуп вблизи стены, нетрудно проследить за пролеганием в ней сетевых проводов.

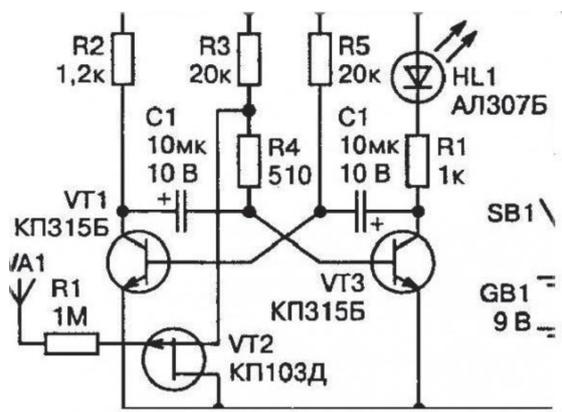


Рис. 2. Принципиальная схема трехтранзисторного искателя

Полевой транзистор может быть любой другой из указанной на схеме серии, а биполярные – любые из серии КТ312, КТ315. Все резисторы – МЛТ-0,125, оксидные конденсаторы – К50-16 или другие малогабаритные, светодиод – любой из серии АЛ307, источник питания – батарея «Корунд» либо аккумуляторная батарея напряжением 6-9 В, кнопочный выключатель SB1 – КМ-1 либо аналогичный.

Корпусом искателя может стать пластмассовый пенал для хранения школьных счетных палочек. В его верхнем отсеке крепят плату, в нижнем – располагают батарею.

Можно регулировать частоту колебаний мультивибратора, а значит, частоту вспышек светодиода, подбором резисторов R3, R5, либо конденсаторов C1, C2. Для этого нужно временно отключить от резисторов R3 и R4 вывод истока полевого транзистора и замкнуть контакты выключателя.

**Прибор 3.** Искатель может быть собран и с использованием генератора на биполярных транзисторах разной структуры (рис. 3). Полевой транзистор (VT2) по-прежнему управляет работой генератора при попадании антенного щупа WA1 в электрическое поле сетевого провода. Антенна нужно изготовить из проволоки длиной 80-100 мм.

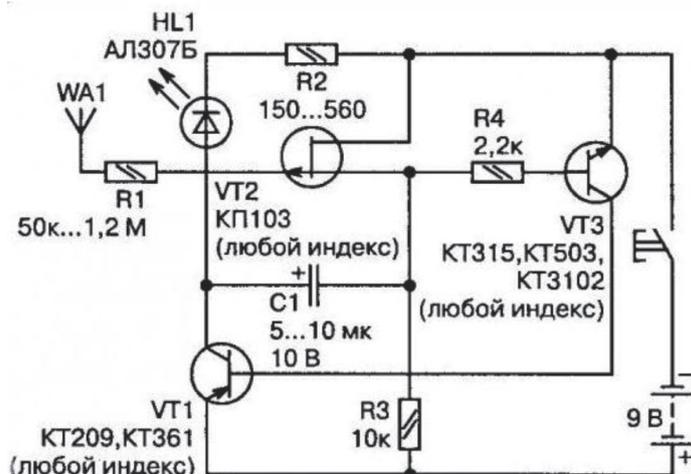


Рис. 3. Принципиальная схема искателя с генератором на транзисторах различной структуры

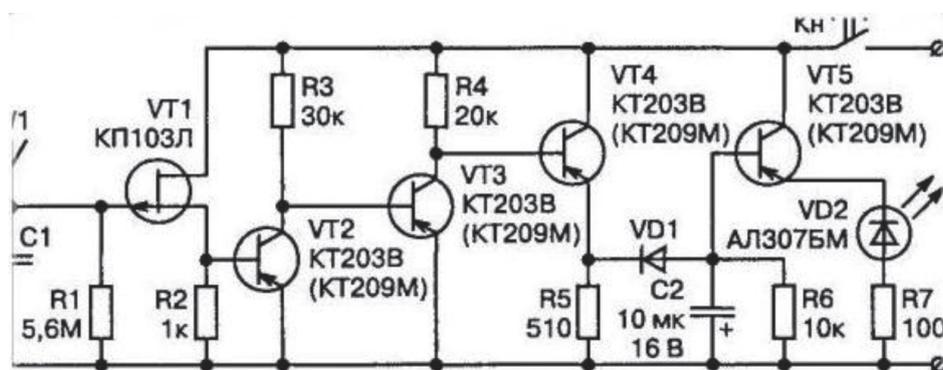


Рис. 4. Принципиальная схема искателя на пяти транзисторах

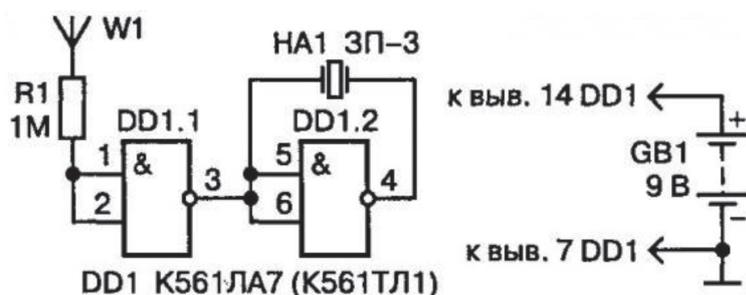


Рис. 5. Принципиальная схема искателя скрытой проводки на микросхеме K561LA7

**Прибор 4.** А этот прибор для обнаружения повреждений скрытой электропроводки питается от автономного источника напряжением 9 В. Принципиальная схема искателя представлена на рис. 4.

Принцип работы следующий: на один из проводов скрытой электропроводки подается переменное напряжение 12 В от понижающего трансформатора. Остальные провода заземляют. Искатель включается

и перемещается параллельно поверхности стены на расстоянии 5-40мм. В местах обрыва или окончания провода светодиод гаснет. Искатель может быть также использован для обнаружения повреждений жил в гибких переносных и шланговых кабелях.

**Прибор 5.** Детектор скрытой проводки, представленный на рис. 5, выполнен уже на микросхеме K561LA7. Схему представляет Г. Жидовкин [5].

Резистор R1 нужен для ее защиты от повышенного напряжения статического электричества, но, как показала практика, его можно и не ставить.

Антенной является кусок обычного медного провода любой толщины. Главное, чтобы он не прогибался под собственным весом, т. е. был достаточно жестким. Длина антенны определяет чувствительность устройства. Наиболее оптимальной является величина 5-15 см.

Таким устройством очень удобно определять и местоположение перегоревшей лампы в елочной гирлянде – возле нее треск прекращается. А при приближении антенны к электропроводке детектор издает характерный треск.

**Прибор 6.** На рис. 6 изображен более сложный искатель, имеющий, кроме звуковой, еще и световую индикацию. Сопrotивление резистора R1 должно быть не менее 50 МОм.

**Прибор 7.** Искатель, схема которого приведена на рис. 7, состоит из двух узлов:

- усилителя напряжения переменного тока, основой которого служит микромощный операционный усилитель DA1;

- генератора колебаний звуковой частоты, собранного на инвертирующем триггере Шмитта DD1.1 микросхемы K561ТЛ1, частотозадающей цепи R7C2 и пьезоизлучателе BF1.

Принцип действия искателя следующий. При расположении антенны WA1 вблизи от токонесущего провода электросети наводка ЭДС частоты 50 Гц усиливается микросхемой DA1, в результате чего загорается светодиод HL1. Это же выходное напряжение операционного усилителя, пульсирующее с частотой 50 Гц, запускает генератор звуковой частоты.

Ток, потребляемый микросхемами прибора при питании их от источника напряжением 9 В, не превышает 2 мА, а при включении светодиода HL1 составляет 6-7 мА.

Когда искомая электропроводка расположена высоко, наблюдать за свечением индикатора HL1 затруднительно и вполне достаточно звуковой сигнализации. В таком случае светодиод может быть отключен, что повысит экономичность прибора. Все постоянные резисторы – МЛТ-0,125, подстроенный резистор R2 – типа СПЗ-Э8Б, конденсатор C1 – K50-6.

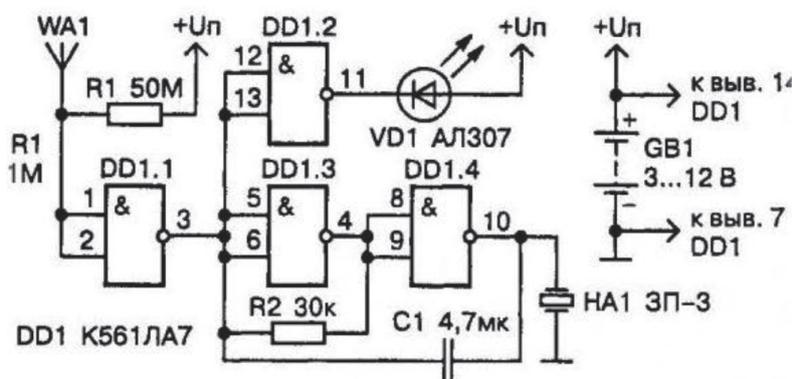


Рис. 6. Принципиальная схема искателя со звуковой и световой индикацией

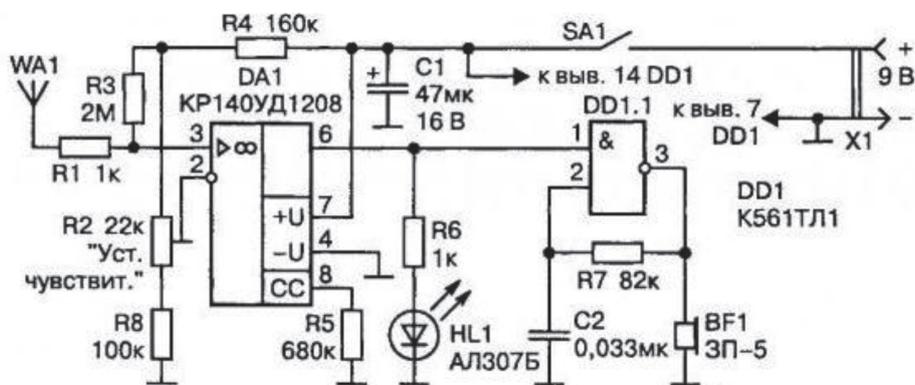


Рис. 7. Принципиальная схема искателя на микросхеме K561ТЛ1

Для более плавной регулировки чувствительности, сопротивление резистора R2 следует уменьшить до 22 кОм, а его нижний по схеме вывод соединить с общим проводом через резистор сопротивлением 200 кОм.

Антенной WA1 служит площадка фольги на плате размером примерно 55x12 мм. Начальную чувствительность прибора устанавливают подстроечным резистором R2.

### Проектная работа «Малогабаритный универсальный искатель»

Этот универсальный прибор-индикатор сочетает в себе три индикатора, позволяя не только определить скрытую проводку, но и определить наличие или отсутствие внешнего магнитного поля и его полярность.

Прибор состоит из двух независимых устройств в одном корпусе:

- 1) индикатора скрытой электропроводки;
- 2) блока индикации полярности внешнего датчика магнитного поля.

Схема прибора представлена на рис. 8.

Индикатор скрытой проводки собран на базе микромощного операционного усилителя КР140УД1208. При расположении вблизи электропроводки провода, подключенного на вход усилителя, наводка частоты 50 Гц воспринимается приемной антенной, усиливается чувствительным усилителем, собранным на этой микросхеме, и переключает с этой частотой светодиод.

Выносной датчик магнитного поля (биполярный датчик Холла) собран на микросхеме AD22151YRZ [4]. Для блока

индикации датчика магнитного поля была разработана авторская схема индикации полярности или отрицательности магнитного поля с плавным переключением различных светодиодов. Питание датчика осуществляется от источника питания, собранного на микросхеме КР142ЕН5А [2].

Индикатор скрытой проводки и блок индикации расположены на печатной плате в корпусе для РЭА G1011 65\*38\*22. Приемная антенна и внешний датчик магнитного поля должны быть удалены от руки и находятся на выносных частях прибора.

Датчик магнитного поля был собран нами на микросхеме AD22151YRZ – биполярный датчик Холла [4].

Характеристики датчика: максимальное значение магнитной индукции (в двух направлениях) ~ 6000 Гаусс; чувствительность 0,4 мВ/Гаусс; напряжение питания 5 В; погрешность 2%.

Датчик линейный, коэффициент пропорциональности зависит от соотношения сопротивлений резисторов R<sub>2</sub> и R<sub>3</sub>. Выходное напряжение на датчике может быть рассчитано по формуле (1 Гаусс = 10<sup>-5</sup> Тл):

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{вх}}}{2} \left( 1 + \frac{R_3}{R_2} * 0.4 * B(\text{Гаусс}) \right)$$

Рядом с первой ножкой на верхней части корпуса датчика нанесена точка.

Используемые при этом детали: микросхема AD22151YRZ, сопротивления R<sub>1</sub> = 18 кОм, R<sub>2</sub> = 100 кОм, R<sub>3</sub> = 100 Ом и конденсатор 0,1 мкФ.

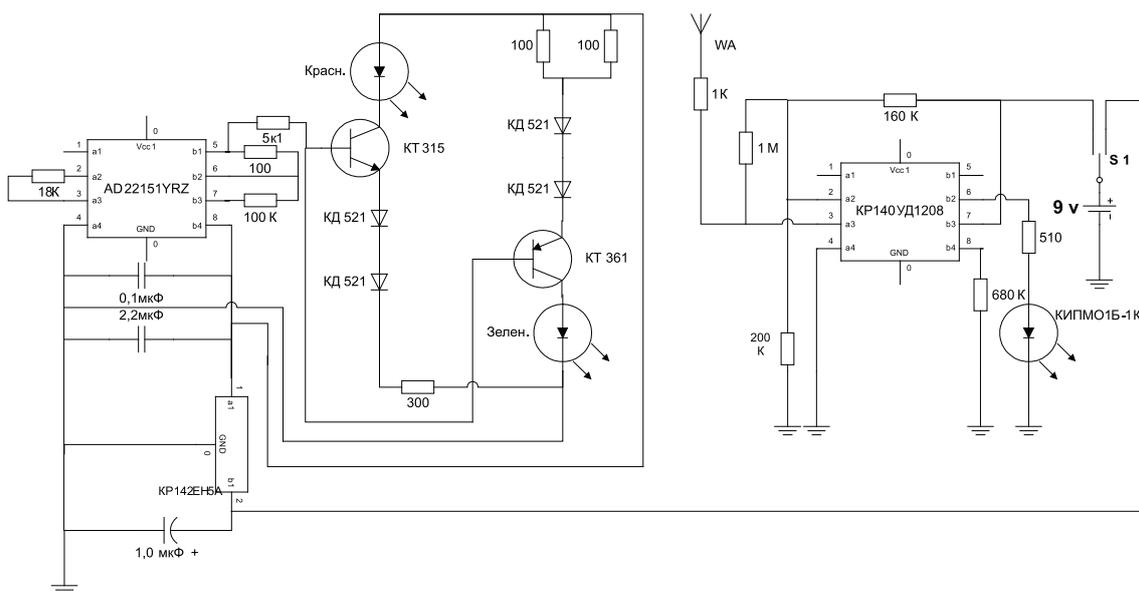


Рис. 8. Принципиальная схема универсального искателя

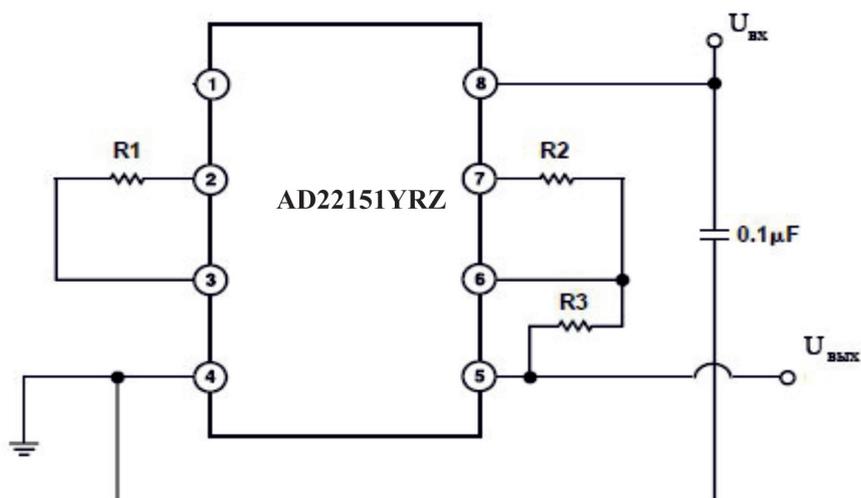


Рис. 9. Схема включения

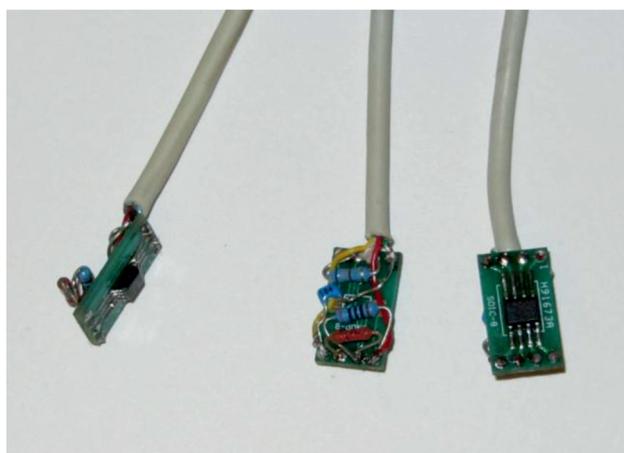


Рис. 10. Внешний вид распаянных датчиков

Питание датчика осуществлялось от источника питания, собранного на микросхеме КР142ЕН5А [2] и размещенного на плате. Используемые при этом детали: микросхема КР142ЕН5А; конденсаторы  $C1 = 0,1$  мкФ, электролитический;  $C2 = 2,2$  мкФ.

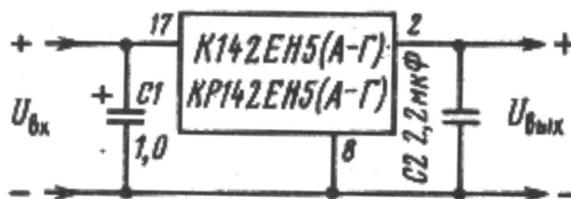


Рис. 11. Схема включения

Внешний вид прибора и основная плата приведены на рис. 12-14.

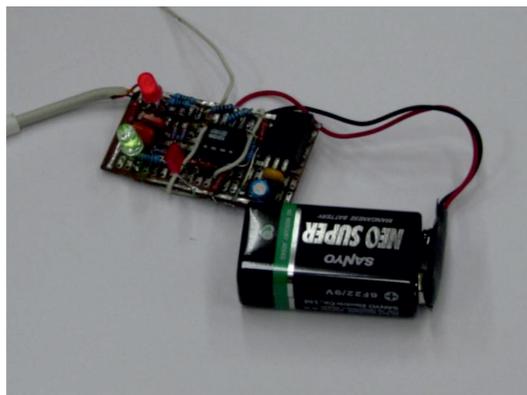
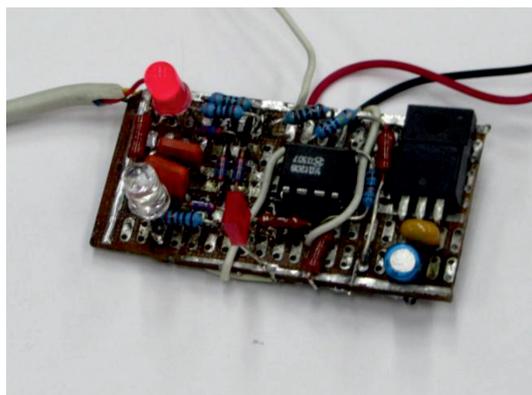


Рис. 12. Основная плата прибора

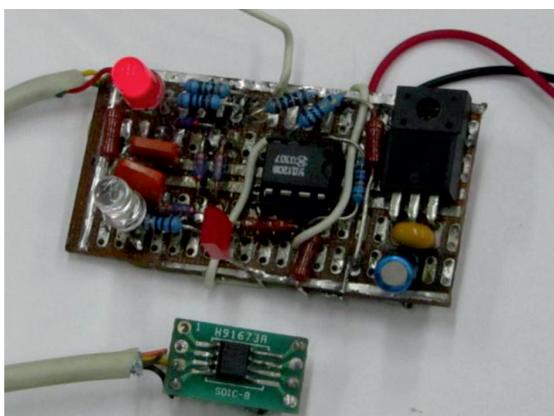


Рис. 13. С датчиком Холла

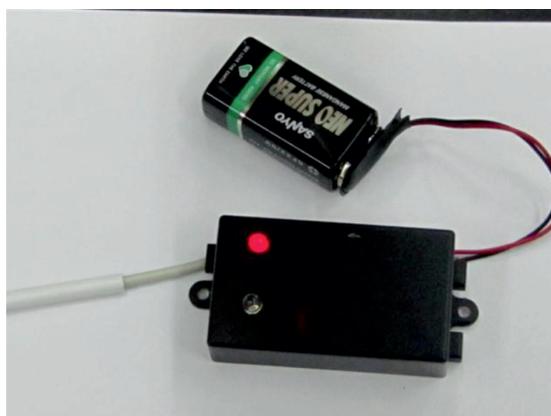


Рис. 14. Плата в корпусе

### Экономические расчеты

Ориентировочную примерную стоимость мы определили, исходя из стоимости деталей, которые приобретали в розничной торговле и из магазинов Интернета (г. Екатеринбург, г. Нижний Новгород, г. Саров). Данные приведены в таблице.

№ п/п	Позиция	Количество	Ориентир. стоимость за ед. (руб.)	Место приобретения
1	Микросхема AD22151YRZ	1	180.00	г. Екатеринбург, ООО ТД «Промэлектроника» [6]
2	Микросхема KP140УД1208	1	15.00	г. Саров, «Омега»,
3	Микросхема KP142ЕН5А	1	15.00	г. Саров, «Омега»,
4	Плата SSOP-8 – SOIC-8	1	8.00	г. Нижний Новгород, «1 ОМ»
5	Транзисторы: КТ315	1	3.00	г. Саров, «Омега»,
	КТ361	1	3.00	
6	Диоды КД521	4	3.00	г. Саров, «Омега»,
7	Светодиоды КИПМО1Б-1К	1	20.00	г. Саров, «Рем-тех-сервис»
8	Светодиоды	2	3.00	г. Саров, «Омега»,
9	Конденсаторы			г. Саров, «Омега»,
	0,1 мкФ	1	3.00	
	1,0 мкФ	1	3.00	
	2,2 мкФ	1	3.00	

Окончание таблицы				
№ п/п	Позиция	Количество	Ориентир. стоимость за ед. (руб.)	Место приобретения
10	Резисторы: 100 ом 300ом 510 ом 1Ком 5,1 Ком 18 Ком 100 Ком 160 Ком 200 кОм 680 Ком 1 Мом	3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00	г. Саров, «Омега»,
11	Корпус для РЭА G1011	2	33.00	г. Екатеринбург, ООО ТД «Промэлектроника» [6]

Примерная стоимость деталей составила 350 рублей. Однако, если вместо розничных закупок будет осуществляться оптовая, то это значительно может сократить себестоимость прибора. Поэтому данный прибор, или другой, основанный на выше приведенных принципах, на наш взгляд, может восполнить нишу тех бюджетных приборов, которые могут пригодиться электрику или монтеру, работа которого связана с электропроводкой и определением наличия электромагнитного поля.

В дальнейшем нами планируется построение более сложного искателя, с учетом поиска металлических предметов, с выводом информации на ЖКИ, и по возможности – создание прибора, действующего в режиме реального времени, который будет использовать микроконтроллер для обработки, перевода и представления физических величин в нужные единицы измерения.

### Заключение

Все поставленные цели, а также задачи работы полностью достигнуты и выполне-

ны. По окончанию работы над проектом получен готовый технический продукт, представляющий собой прибор, который может пригодиться электрику или монтеру, работа которого связана с электропроводкой.

Малогабаритный универсальный искатель может применяться лицами, чья производственная деятельность связана с электропроводкой, электрическими и магнитными полями и послужить основой для создания на его основе достаточно простых с точки зрения реализации, и в тоже время дешевых и надежных приборов такого типа.

### Список литературы

1. Жеребцов И.П. Основы электроники. Л.: Энегоатомиздат, 1989. – 608 с.
2. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы: Справочное пособие. / С.В. Якубовский, Н.А. Барканов, Л.И. Ниссельсон и др. Под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1984. – 432 с.
3. Иванов И.И., Соловьев Г.И., Фролов В.Я. Электротехника и основы электроники. – Учебник. 7-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 736 с.
4. Даташит на AD22151YRZ
5. [www.smoldomrem.ru](http://www.smoldomrem.ru)
6. <http://www.promelec.ru>