

ДОМАШНИЙ МАСТЕР

С. Л. Дубровский

Как собрать МЕТАЛЛОИСКАТЕЛИ СВОИМИ РУКАМИ



С. Л. Дубровский

Как собрать металлоискатели своими руками



Наука и Техника
Санкт-Петербург

2010

Дубровский С. Л.

Как собрать металлоискатели своими руками. — СПб.: Наука и Техника, 2010. — 256 с.: ил.

ISBN 978-5-94387-824-4

Серия «Домашний мастер»

Металлоискатель является незаменимым помощником в быту. Он пригодится не только при поиске дедушкиного клада, спрятанного после революции в огороде, но и поможет найти в стене арматуру, скрытые гвозди и провода, а в огороде — зарытый металлический водопровод. Это облегчит ремонтные работы квартиры, дома или дачи.

Книга научит сделать металлоискатель самому, разобравшись в вопросе схемотехники, пройдя путь от простого к сложному. Приводится 33 лучших конструкции металлоискателей как для начинающих, так и продвинутых радиолюбителей. А желающим купить готовый металлоискатель книга подскажет, на каком варианте стоит остановиться. Это выбор следует делать в соответствии с поставленными задачами и вашим опытом.

Эта книга станет первым путеводителем в чудесный мир нашей истории, заставший под землей в виде монет, украшений, кладов, военных реликвий. Рассказывается и о том, какое снаряжение нужно взять с собой на поисковые работы, как правильно организовать поиск.

Книга предназначена для широкого круга читателей.



ISBN 978-5-94387-824-4

Автор и издательство не несут ответственности за возможный ущерб, причиненный в результате использования материалов данной книги.

Контактные телефоны издательства
(812) 412-70-25, 412-70-26
(044) 516-38-66

Официальный сайт: www.nit.com.ru

© Дубровский С. Л.

© Наука и Техника (оригинал-макет), 2010

ООО «Наука и Техника».

Лицензия №000350 от 23 декабря 1999 года.

198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.

Подписано в печать 23.04.10. Формат 60x88 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем 16 п. л.

Тираж 4000 экз. Заказ № 296.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГП ПО «Псковская областная типография»
184004, г. Псков, ул. Ротная, 34

Содержание

Глава 1. Устройство и работа металлоискателя	5
1.1. Что такое металлоискатель	5
1.2. Устройство металлоискателя	6
1.3. Принцип действия металлоискателя	11
Глава 2. Металлоискатели своими руками	19
2.1. Компактный металлоискатель на микросхеме K175ЛЕ5	19
2.2. Простой металлоискатель с контуром на 4,6 кГц	23
2.3. Простой транзисторный металлоискатель	30
2.4. Металлоискатели на микросхемах со схемой сравнения	34
2.5. Сверхнизкочастотный металлоискатель	43
2.6. Металлоискатель на биениях с триггером Шмидта	50
2.7. Простой металлоискатель, работающий по принципу «Передача-Прием»	55
2.8. Металлоискатель повышенной чувствительности	61
2.9. Детектор металла	67
2.10. Малогабаритный металлоискатель	69
2.11. Простой металлоискатель с высокой чувствительностью	73
2.12. Индикатор металлических предметов	81
2.13. Универсальный металлоискатель	87
2.14. Металлоискатель на микросхеме серий K176, K561, K564	92
2.15. Простой металлоискатель на микросхеме UCY7400	98
2.16. Устройство для обнаружения движущихся металлических предметов	100
2.17. Простой металлоискатель с индикатором на УКВ (FM) приемник (64—108 МГц)	103
2.18. Неприхотливый металлоискатель с повышенной чувствительностью, работающий на принципе биений	105
2.19. Улучшенный вариант металлоискателя на биениях	111
2.20. Простой металлоискатель на биениях	119
2.21. Металлоискатель на сравнении частот	124
2.22. Малогабаритный металлоискатель	128
2.23. Металлоискатель из доступных элементов	132
2.24. Электронный металлоискатель с низкой рабочей частотой ...	137
2.25. Электронный металлоискатель	149
2.26. Кварцованный металлоискатель на двух транзисторах	152

2.27. Металлоискатель с совмещенными катушками.....	155
2.28. Металлоискатель с низковольтным питанием.....	158
2.29. Компактный металлоискатель на полевом транзисторе.....	167
2.30. Простой металлоискатель с пьезофильтром.....	171
2.31. Металлоискатель с интегральным УНЧ.....	177
2.32. Кварцованный металлоискатель на биениях.....	179
2.33. Простой металлоискатель на транзисторах.....	181
Глава 3. Приобретаем готовый металлоискатель.....	186
3.1. Выбор своего первого металлоискателя.....	186
3.2. Обзор рынка металлоискателей и металлодетекторов.....	203
3.3. Плюсы и минусы покупки б/у металлоискателей.....	217
Глава 4. Использование металлоискателя для поиска кладов и реликвий.....	219
4.1. Особенности поиска.....	219
4.2. Организация поисковых работ.....	227
4.3. Советы по организации поиска монет, золотых украшений, кладов.....	241
4.4. Поиск крупных предметов.....	249
4.5. Закон для кладоискателей.....	251
Список использованной литературы.....	253
Список использованных ресурсов сети Интернет.....	254

УСТРОЙСТВО И РАБОТА МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЯ

1.1. Что такое металлоискатель



Определение.

Металлоискатель — это электронный индукционный прибор, позволяющий обнаруживать металлические предметы в нейтральной или слабопроводящей среде (в грунте, воде, стенах, древесине, под одеждой и в багажнике, пищевых продуктах, в организме человека и животных и др.), не контактируя с ними, информируя об этом факте оператора (звуковым сигналом, отклонением стрелки и т. д.).

Т. е. в понятии «металлоискатель» заложено лишь определение наличия предмета из металла.



Определение.

Металлодетектор — это прибор для определения не только наличия металлических предметов, но и способный классифицировать, из какого материала сделан этот предмет: из ферромагнитного или немагнитного, т. е. с возможностью дискриминации.

Разделение металлов по их качествам и лежит в основе **дискриминации**, т. е. определения «цветного» или «черного» металла, соответственно.

1.2. Устройство металлоискателя

Составные части металлоискателя

Подлокотник. Он находится наверху основной штанги и фиксирует локоть руки оператора. Крепится к штанге с помощью болтов.

Основная, верхняя штанга. Обычно она имеет «S»-образный профиль, как показано на **рис. 1.1**. На изгибе основной штанги помещена губчатая рукоятка, за которую оператор держит металлоискатель. К ней крепится подлокотник с возможностью регулировки расстояния.



Совет.

Идеальным расстоянием между подлокотником и рукояткой должна быть длина кисти оператора.

Это обеспечивает эргономичность за счет наилучшего баланса системы, при этом оператор меньше устает.

Блок управления. Содержит электронные схемы, позволяющие генерировать и обрабатывать сигналы поисковой катушки. Чаще всего блок управления крепится на основной штанге на разъёмном соединении, но встречаются модели, у которых основная штанга и блок управления, представляют единое целое.

Нижняя штанга из армированного пластика. Одной стороной она вставляется в основную штангу, где фикси-

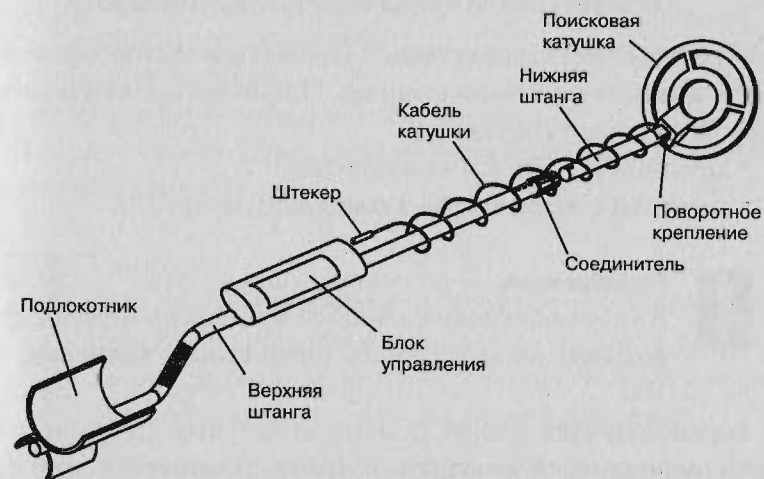


Рис. 1.1. Составные части металлоискателя

руется соединительным разъемом с зажимным кольцом. Применение данного типа фиксатора позволяет в любой момент времени регулировать общую длину прибора, выбирая наиболее оптимальную для оператора.

Поисковая катушка. Крепится к нижней штанге при помощи пластмассовых болта и гайки. Получается соединение с возможностью регулировки угла между плоскостью катушки и штангой. От катушки к блоку управления идет кабель, который имеет соединительный штекер и подключается к разъему.

Обычно, по завершении поиска, производится **неполная разборка** металлоискателя для целей транспортировки на две части:

- ♦ нижняя штанга с катушкой;
- ♦ верхняя штанга с блоком управления и подлокотником.

Конфигурация катушек металлодетектора

Катушки металлоискателей (металлодетекторов) могут иметь различную конфигурацию. Наиболее практичными и технологичными считаются:

- ♦ катушки с «широким» захватом;
- ♦ катушки с «точечным» захватом.



Примечание.

В настоящее время наиболее часто используется второй вариант конструкции с «точечным» захватом.

В ряде случаев вокруг приемной катушки наматывается часть передающей катушки, которая включается противофазно основной (большого диаметра). Количество витков такой **противофазной катушки** подбирается таким образом, чтобы поле вокруг приемной катушки было уравновешено. А магнитный поток большой передающей катушки, входящий с одной стороны, уравновешивается магнитным потоком малой катушки, входящий в приемную катушку с другой стороны.



Примечание.

Существует определенная пропорция в соотношении диаметров передающей и приемной катушек. При этом достигается наилучшая настройка этой системы, а также возможность получения в приемной катушке малого уровня остаточного сигнала.

Уровень остаточного сигнала зависит от многих факторов:

- ♦ от мощности сигнала в передающей катушке;
- ♦ от расположения катушек;
- ♦ от количества витков приемной катушки;

- ♦ от добротности;
- ♦ от качества изготовления;
- ♦ от формы катушек;
- ♦ от их взаимного расположения.

Поэтому может иметь значительный разброс от единиц до сотен милливольт.



Внимание.

Если приемная катушка включена в состав параллельного колебательного контура (что делается довольно часто), уровень остаточного сигнала может увеличиться в десятки и сотни раз за счет резонанса.

В этом случае невозможно получить значительного предварительного усиления сигнала приемной катушки по переменному напряжению. Это, в свою очередь, требует значительных коэффициентов усиления по постоянному напряжению после детектирования полезного сигнала. Но тогда обостряется **проблема «дрейфа»**, приводящая к нестабильной работе металлодетектора.

Уровень остаточного сигнала (О.С.) в некоторой степени может влиять на чувствительность металлоискателя. Ведь после детектирования полезного сигнала в приемнике, соотношение сигнал/шум при больших уровнях О.С. уменьшается.

Сравнение свойств катушек с большой и малой шириной захвата

Какая катушка лучше для поиска — с «широким» или «узким» захватом? Однозначного ответа нет.

По опыту использования «точечный» захват лучше, так как катушки с «широким» захватом:

- ♦ имеют малую способность точечной направленности;
- ♦ обладают тенденцией принимать фальшивые сигналы от железных предметов, которые находятся на окраинах поисковой зоны.

Но «широкозахватные» катушки позволяют вести не такое плотное сканирование осматриваемого участка земли, как катушки с «точечным» захватом.

Это позволяет за фиксированный промежуток времени просматривать большие территории, а если участок еще и не слишком насыщен металлом, получается приличная экономия времени.



Правило.

Работая с катушкой, имеющей «точечный» захват, необходимо следить за плотностью сканирования. Каждый последующий взмах катушкой должен не более чем на полдиаметра перекрывать предыдущую траекторию. В противном случае пропуски неизбежны, особенно на предельной глубине обнаружения.

Катушки с точечным захватом имеют **преимущества**:

- ♦ хороши при работе на сильно замусоренных участках;
- ♦ ими легче и быстрее установить точное место залегания находки (мишени).

Мало поисковиков соблюдают правила работы с катушками, имеющими «точечный» захват.

Траектория движения их катушки напоминает широкий зигзаг на пройденных участках, как следствие, получается много пропусков находок. В итоге в ходе повторного «прозвона» таких участков, нередко находились пропущенные ими находки.



Совет.

Будьте внимательны, не спешите, помните, всего лишь одна пропущенная вами вещь может быть ценнее всех остальных, вместе взятых!

1.3. Принцип действия металлоискателя

Полезные определения

Динамический режим работы предусматривает непрерывное движение поисковой головки (катушки). Реакция прибора будет наблюдаться только при пронесении головки над металлом. Если головку остановить над объектом — реакция пропадет.

Статический режим работы — такой режим, при котором реакция прибора будет сохраняться, пока головка находится над объектом. При этом не важно, движется она или нет.

Псевдостатический режим работы — динамический режим с очень медленной подстройкой порога. То есть, если головку долго держать над объектом, произойдет подстройка прибора под этот объект и реакция пропадет. При удалении головки от объекта начнется обратная подстройка той же длительности. В компьютеризированных приборах процессами подстройки порога управляет микропроцессор, поэтому скорости подстройки при приближении и удалении от объекта могут быть разными. В обычных приборах с псевдостатикой для быстрого восстановления порога при удалении катушки от объекта служит кнопка RETUNE.

VCO-режим — зависимость не только громкости звука, но и его тона (частоты) от величины и глубины объекта. Обостряет реакцию человеческого уха на слабые изменения в принятом от объекта сигнале.

Порог (пороговый тон) — слабый звуковой тон, слышимый в динамике прибора или наушниках при отсутствии металлических объектов вблизи головки. Пороговый тон имеют как приборы, имеющие режим поиска всех металлов, так и приборы со статическими режимами поиска. По этому тону можно судить о работоспособности металлоискателя и изменению минерализации грунта. В большинстве приборов пороговый тон регулируется.

Режекция — отсутствие звукового сигнала (игнорирование) для определенного вида объектов.

Основные принципы построения металлодетектора: достоинства и недостатки

Принципов, по которым строят металлодетекторы, известно несколько. Вот основные три.

BFO (Beat Frequency Oscillator — генератор биений, зависимый генератор) — сложение колебаний двух высокочастотных генераторов и выделение разности их частот, лежащей в звуковом диапазоне. Если поблизости от поисковой катушки появляется металлический предмет, изменяется частота сигнала одного из генераторов, а с ней и высота слышимого звука. Т. е. работают на основе определения малых изменений индуктивности поисковой катушки под воздействием железных предметов. Характеризуются низкой чувствительностью.

TR/IB (Transmit-Receive/Induction Balance — передача, прием и баланс индукции) — в датчике устанавливают две катушки, передающую и приемную. Присутствие металла изменяет индуктивную связь между ними, что влияет на принимаемый сигнал.

PI (Pulse Induction — импульсная индукция) — передачу ведут импульсами, форма и амплитуда принимаемых сиг-

налов зависят от наличия металлических объектов вблизи катушек детектора.

Напротив, **импульсные детекторы** имеют много достоинств:

- ♦ самые чувствительные среди всех детекторов, которые в современное время имеются;
- ♦ малочувствительны к влиянию земли;
- ♦ имеют простую конструкцию.

При их работе используются **магнитные импульсы**, способные наводить ток во всех металлических предметах, попадающих в магнитное поле. В **перерывах** между импульсами, приемник принимает **отклик**, который усиливается и обрабатывается электронной частью.

При своих неоспоримых достоинствах они имеют и **недостатки**:

- ♦ для их работы нужны мощные аккумуляторы;
- ♦ они крайне чувствительны к мелким железным предметам.

С середины 90-х годов многие импульсные металлодетекторы стали снабжаться **дискриминатором**.

Металлодетекторы с уравновешенной индукцией стали стандартными детекторами для всеобщего использования. В поисковой головке у них расположены две катушки, одна из которых наводит переменное магнитное поле. Другая катушка расположена так, что поле в нормальном состоянии вокруг нее уравновешено, а на ее выходе нет никакого электрического сигнала.

В действительности в приемной катушке имеется так называемый **остаточный сигнал**, обусловленный не идеальностью конструкции. Металлические предметы, которые приближаются к катушкам, изменяют конфигурацию этого поля, разбалансируют систему. В **результате** — на выходе приемной катушки появляется сигнал. Этот сигнал можно усилить и информировать оператора о находке.

Современные металлодетекторы, использующие этот принцип, имеют мощную электронику, обрабатывающую сигнал и дающую оператору массу дополнительной информации, например:

- ♦ относительную удельную проводимость металла;
- ♦ глубину залегания и т. д.

Каждому принципу свойственны специфические достоинства и недостатки. Поэтому в дорогих и сложных детекторах, способных определить не только наличие, но и вид металла, комбинируют все три.

Функционирование металлоискателя

При включении металлоискателя в поисковой катушке создается **электромагнитное поле**, которое распространяется в окружающую среду:

- ♦ земля;
- ♦ камень;
- ♦ вода;
- ♦ дерево;
- ♦ воздух.

На поверхности металлов, попавших в зону действия поисковой катушки, под действием электромагнитного поля возникают **вихревые токи**. Эти вихревые токи создают собственные встречные электромагнитные поля, приводящие к снижению мощности электромагнитного поля, создаваемого поисковой катушкой. Это фиксируется электронной схемой прибора.

Кроме того, вторичное поле искажает конфигурацию основного поля, что также улавливается прибором.

Электронная схема металлоискателя обрабатывает полученную информацию и сигнализирует об обнаружении металла.

Вихревые токи образуются на поверхности любых металлических объектов или электропроводящих минералов. Определение металла в объекте основано на измерении удельной электропроводности объекта.

Частотные диапазоны металлодетекторов

В технической литературе, посвященной металлодетекторам, используется много **специальных терминов**. Так, обозначение **VLF (Very Low Frequency)** означает очень низкую рабочую частоту металлодетектора.

Способность металлодетектора дискриминировать (распознавать) характер находки зависит от рабочей частоты прибора. При высоких частотах усиливается **явления скин-эффекта**, и качество дискриминации значительно ухудшается.

Поэтому сначала (70-е, начало 80-х годов) производители металлодетекторов использовали **очень низкие частоты около 2 кГц**. Это приводило к возникновению специфических проблем:

- ♦ на этих частотах, несмотря на хорошую чувствительность к меди и серебру, была снижена чувствительность к золоту и никелю;
- ♦ при конструировании катушек возникали проблемы с качеством (добротностью).

Современные детекторы металла имеют широкий разброс по рабочей частоте, это обусловлено спецификой их применения, а также по инженерно-конструкторским соображениям.



Примечание.

Чаще всего диапазон частот простирается от 6 до 20 кГц, но бывает и ниже. В этом частотном диапазоне приборы хорошо дискриминируют цели и не возникает серьезных проблем с конструкцией катушек.

Приборы для поиска золота используют повышенные частоты — до 15—20 кГц и выше. Это обусловлено еще и тем, что на этих частотах улучшается чувствительность к очень мелким предметам, например, к золотым самородкам, часто имеющим мизерные размеры и малый вес.

В последние годы для повышения глубины и качества дискриминации стали использовать **многочастотный поиск**, который при определенных условиях дает преимущества. С появлением дешевых микропроцессоров этот метод получил сильный толчок в своем развитии. Но хочется сделать два важных замечания **по поводу многочастотного поиска**:

- ♦ **во-первых**, значительного повышения глубины дискриминации по сравнению с одночастотными приборами этот метод не дает;
- ♦ **во-вторых**, увеличивается ассортимент находок, которые хорошо дискриминируются, но в случае сложной конфигурации последних может происходить их отсечение.

Обозначение **TR (Transmitter-receiver)** означает «передатчик-приемник» и также имеет отношение к металлодетекторам, работающим по принципу индукционного баланса. Этот тип детекторов металла появился в 30-х годах. У этих приборов имеются разнесенные, ортогонально расположенные катушки. Приборы этого типа имеют рабочие частоты от 50 до 100 кГц. Серьезные **недостатки** этих приборов:

- ♦ большая реакция на минерализованный грунт;
- ♦ невосприимчивость к мелким предметам.

При поиске крупных объектов, размером с литровую банку и больше, в условиях слабоминерализованного и несильно замусоренного грунта эти металлодетекторы очень удобны. С середины 70-х годов практически вышли из употребления.

Сегодня типичным представителем металлодетекторов этого типа является Gemini-3 фирмы Fisher. Некоторые

изготовители металлодетекторов использовали это обозначение как дополнение к термину VLF видимо для того, чтобы лишний раз подчеркнуть, что в основе работы устройства лежит принцип индукционного баланса.

Корректировка системы компенсации влияния земли



Определение.

Минерализация грунта — наличие в грунте электропроводящих солей и минералов, а также минералов и пород, содержащих железо. Приводит к нарушению правильной работы приборов. Устраняется введением дополнительных схемных решений и режимов.

В процессе работы на местности может меняться характер грунта, а, следовательно, и его **минерализация**. Для этого потребуется **корректировка системы компенсации влияния земли**. Это делается как вручную, так и автоматически, если в детекторе имеется такой режим работы. Он получил обозначение **Ground Track**. Применение этого режима не рекомендуется при установке высокой чувствительности.

Термин **VCO** используется для обозначения звукового режима работы металлодетектора, при котором в зависимости от величины и глубины залегания объекта изменяется не только громкость звука, но и его тон. Это обостряет восприятие слухом малейшего изменения звукового сигнала.

Современные высококлассные металлодетекторы имеют богатый сервис, позволяющий опытному оператору вести плодотворный поиск с наименьшей затратой времени. Если поисковик дополнительно имеет представление о принципе работы металлодетектора и о его реальных возможностях, это приносит дополнительные дивиденды.

О чувствительности металлодетекторов

Для получения высокой чувствительности суммарный коэффициент усиления всего приемного тракта металлодетектора может составлять десятки децибел. Безрассудное увеличение чувствительности приводит к ухудшению стабильной работы прибора, превращая, таким образом, металлодетектор в бесполезный инструмент поиска.



Примечание.

Чувствительность является главным, но не основным достоинством современного металлодетектора.

Понимание этого факта приходит с опытом и становится очевидным после того, когда поисковик попадает на сильно замусоренный металлическим хламом участок. Тут уже и высокая чувствительность не в радость!

Иногда погоня за суперчувствительностью у некоторых индивидуумов вырождается в болезнь, когда человек концентрирует внимание на каждом лишнем сантиметре глубины, указанном в рекламных проспектах. Фирмы-продавцы умело играют на этом факте! И последнее, глубина обнаружения, как правило, приводится по воздуху, т. е. для идеализированных условий, но в земле указанный предмет на заявленной глубине, скорее всего, обнаружить не удастся!

МЕТАЛЛОИСКАТЕЛИ СВОИМИ РУКАМИ

2.1. Компактный металлоискатель на микросхеме K175LE5

Назначение

Металлоискатель предназначен для поиска металлических предметов в грунте. Он может также быть использован при определении места прокладки арматуры и скрытой проводки при проведении строительных работ в доме.

Принципиальная схема

Схема компактного металлоискателя на микросхеме типа K175LE5 приведена на **рис. 2.1, а**. Он содержит два генератора (опорный и поисковый). Поисковый генератор собран на элементах DD1.1, DD1.2, а опорный — на элементах DD1.3 и DD1.4.

Частота поискового генератора, выполненного на элементах DD1.1 и DD1.2, зависит:

- ♦ от емкости конденсатора C1;
- ♦ от общего сопротивления подстроечного и переменного резисторов R1 и R2.

Переменным резистором R2 плавно изменяют частоту **поискового генератора** в диапазоне частот, установленном

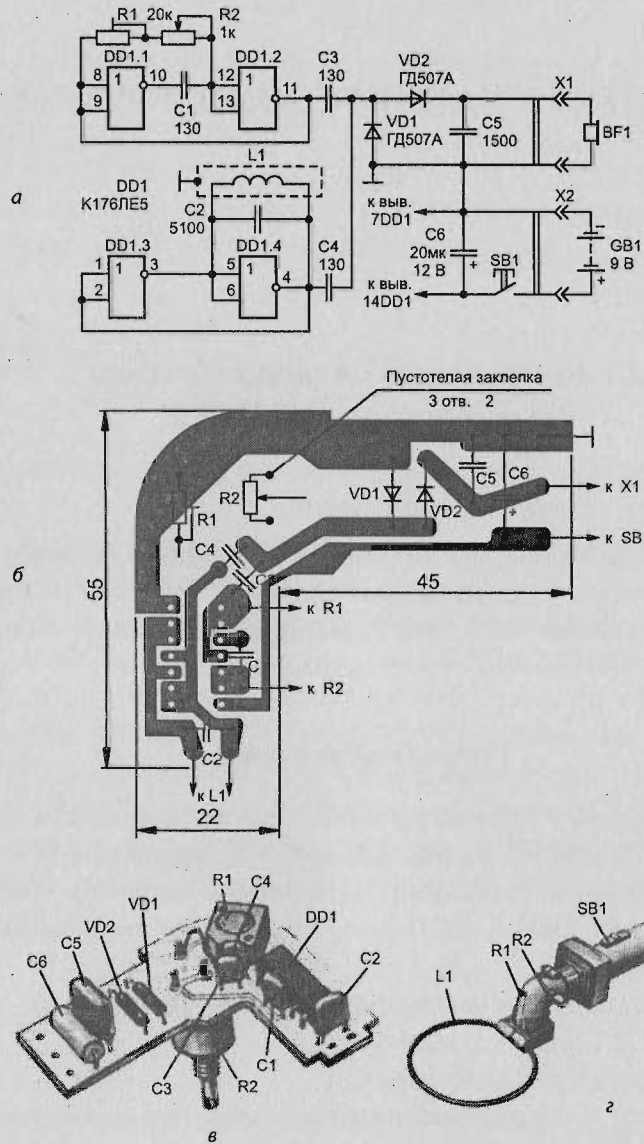


Рис. 2.1. Компактный металлоискатель на микросхеме К175ЛЕ5:
 а — принципиальная схема; б — печатная плата;
 в — размещение элементов; г — общий вид устройства

подстроечным резистором R1. Частота генератора на элементах DD1.3 и DD1.4 зависит от параметров колебательного контура L1, C2.

Сигналы с обоих генераторов поступают через конденсаторы C3 и C4 на детектор, выполненный по схеме удвоения напряжения на диодах VD1 и VD2.

Нагрузкой детектора являются наушники BF1, на которых выделяется разностный сигнал в виде низкочастотной составляющей, преобразуемый наушниками в звук.

Параллельно наушникам включен конденсатор C5, который шунтирует их по высокой частоте. При приближении поисковой катушки L1 к металлическому предмету происходит изменение частоты генератора на элементах DD1.3, DD1.4, в результате меняется тональность звука в наушниках. По этому признаку и определяют, находится ли в зоне поиска металлический предмет.

Примененные детали и варианты замены элементов

Подстроечный резистор R1 типа СП5-2, переменный резистор R2 — СПО-0,5. Допустимо использовать в схеме и другие типы резисторов, желательно малогабаритные.

Электролитический конденсатор C6 типа К50-12 — на напряжение не менее 10 В. Остальные постоянные конденсаторы типа КМ-6.

Катушка L1 размещается в кольце диаметром 200 мм, согнутом из медной или алюминиевой трубки с внутренним диаметром 8 мм. Между концами трубки должен быть небольшой изолированный зазор, чтобы не было короткозамкнутого витка. Катушка наматывается проводом ПЭЛШО 0,5.

**Совет.**

Через трубку необходимо протянуть любым способом максимальное число витков: чем больше, тем лучше.

В качестве наушников BF1 можно использовать головные телефоны ТОН-1, ТОН-2.

Для питания металлоискателя используется батарея типа «Крона» или другие типы батарей напряжением 9 В.

В схеме металлоискателя микросхему K176ЛЕ5 можно заменить на микросхемы K176ЛА7, K176ПУ1, K176ПУ2, K561ЛА7, K564ЛА7, K561ЛН2.

Монтаж устройства

Детали устройства, кроме катушки индуктивности, источника питания и наушников, могут быть размещены на печатной плате, вырезанной из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм (рис. 2.1, б). Возможно использование и другого вида печатной платы.

**Примечание.**

G-образный вид платы выбран с тем, чтобы ее можно было разместить в корпусе разъема типа ШР.

К одному концу разъема крепится ручка из металлической трубки, а к другому его концу с помощью переходника из изоляционного материала крепится металлическое кольцо с катушкой L1.

Общий вид устройства приведен на рис. 2.1, г, а размещение элементов устройства — на рис. 2.1, в.

Настройка

Перед наладкой металлоискателя подстроечный и переменный резисторы нужно поставить в среднее положение и замыкнуть контакты SB1. Перемещая движок подстроенного резистора R1, добиться наиболее низкого тона в наушниках.

При отсутствии звука следует подобрать емкость конденсатора С2. При появлении сбоев в работе металлоискателя следует впаять между выводами 7 и 14 микросхемы DD1 конденсатор емкостью 0,01—0,1 мкФ.

Описание металлоискателя приведено в [33].

2.2. Простой металлоискатель с контуром на 4,6 кГц**Назначение**

Поиск потерянных монет и ювелирных изделий.

Принцип действия

Принцип действия данного металлоискателя состоит в регистрации сигнала, отраженного металлическим предметом. Этот сигнал возникает вследствие воздействия на металл переменного магнитного поля **передающей** (излучающей) катушки.

Приемная катушка расположена в одной плоскости с передающей таким образом, что проходящие через нее силовые магнитные линии создают малую ЭДС. На выводах приемной катушки сигнал отсутствует либо весьма мал.

Дополнительное уменьшение этого сигнала обеспечивает **узел компенсации**. Но если в поле катушек попадает

металлический предмет, индуктивная связь между катушками изменяется, на выводах приемной катушки появляется электрический сигнал, который усиливается, выпрямляется, а затем фильтруется.

В итоге на выходе фильтра появляется некоторое постоянное напряжение, возрастающее при приближении катушек к металлическому предмету.

Это напряжение поступает на один из входов **узла сравнения**, где сравнивается с опорным напряжением, которое прикладывается к его второму входу.



Примечание.

Уровень опорного напряжения отрегулирован таким образом, что даже небольшое увеличение сигнала приводит к существенному изменению уровня сигнала на выходе узла сравнения.

Это, в свою очередь, приводит в действие **электронный ключ**, управляющий звуковым сигнализатором обнаружения металлического предмета.

Принципиальная схема

Схема металлоискателя приведена на **рис. 2.2**. Генератор, выполненный на транзисторе VT2 и контуре L1C3, работает на частоте примерно 4,6 кГц. Низкая частота генератора обеспечивает:

- ♦ с одной стороны, слабую реакцию металлоискателя на нежелательные сигналы (например, возникающие при наличии мокрого песка, мелких кусочков металла и т. д.);
- ♦ с другой — хорошую чувствительность.

Глубина обнаружения предметов любым металлоискателем зависит от частоты рабочего сигнала, его мощности, раз-

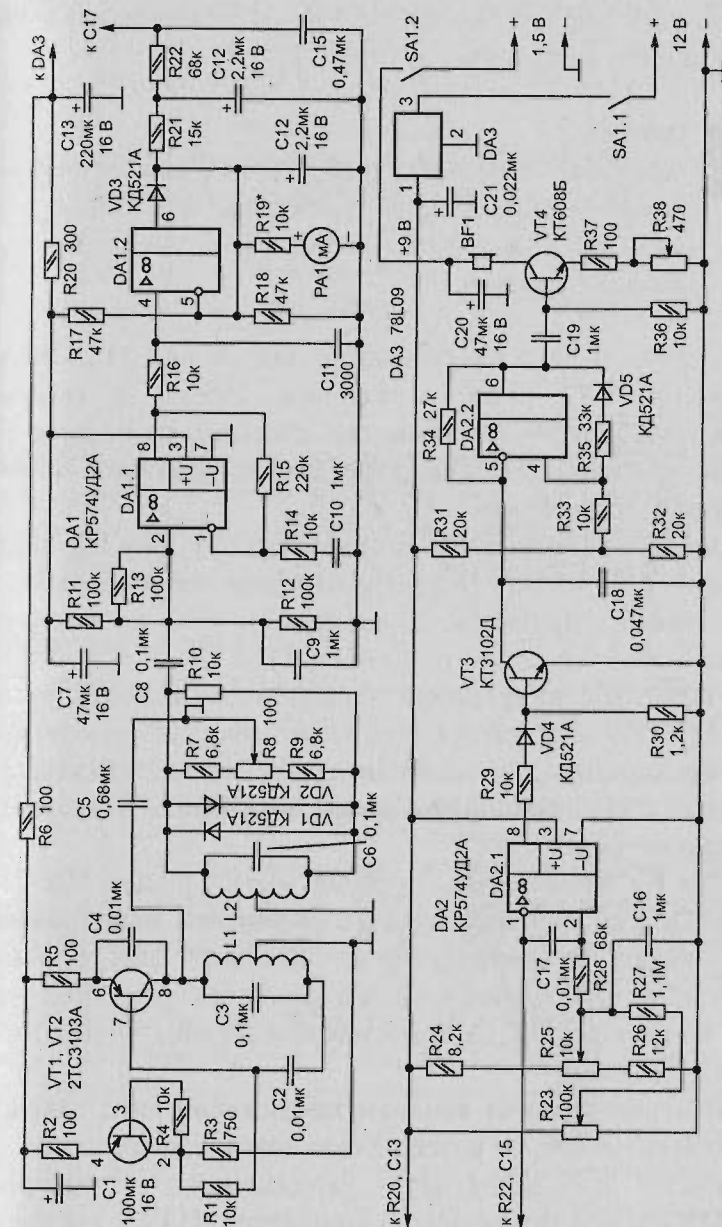


Рис. 2.2. Принципиальная схема металлоискателя с контуром на 4,6 кГц

мера катушек индуктивности, а также от размеров и формы предмета и его положения.



Правило.

Чем выше частота генератора, тем меньше глубина обнаружения небольших предметов. Чем больше размеры катушек индуктивности, тем больше будет глубина обнаружения.

Генератор собран на транзисторной сборке 2ТС3103А. Транзистор VT2 работает непосредственно в генераторе, а транзистор VT1 совместно с делителем из деталей R2...R4 — в термостабилизаторе, обеспечивающем температурную компенсацию.

Сигналы, поступающие на приемную катушку L2, ограничиваются по амплитуде (в случае обнаружения большого металлического предмета) диодами VD1, VD2, а затем усиливаются операционным усилителем DA1.1.

На вход этой микросхемы через конденсатор C5, резисторы R7—R10 и конденсатор C8 поступает сигнал компенсации с генератора. Он ослабляет поступающий на катушку L3 сигнал с катушки L1 при отсутствии вблизи металлических предметов.

После усиления сигнал проходит через фильтр R16C11 на ОУ DA1.2. При положительном входном напряжении, поступающем на неинвертированный вход микросхемы, диод VD3 открыт и обеспечивает отрицательную обратную связь. Конденсатор C12 заряжается, и стрелка индикатора PA1 отклоняется.

При отрицательном входном напряжении диод закрыт, обратной связи нет, на катоде диода нулевое напряжение.

Сигнал с детектора сглаживается фильтром R21C14R22C15 и поступает на компаратор DA2.1, где срав-

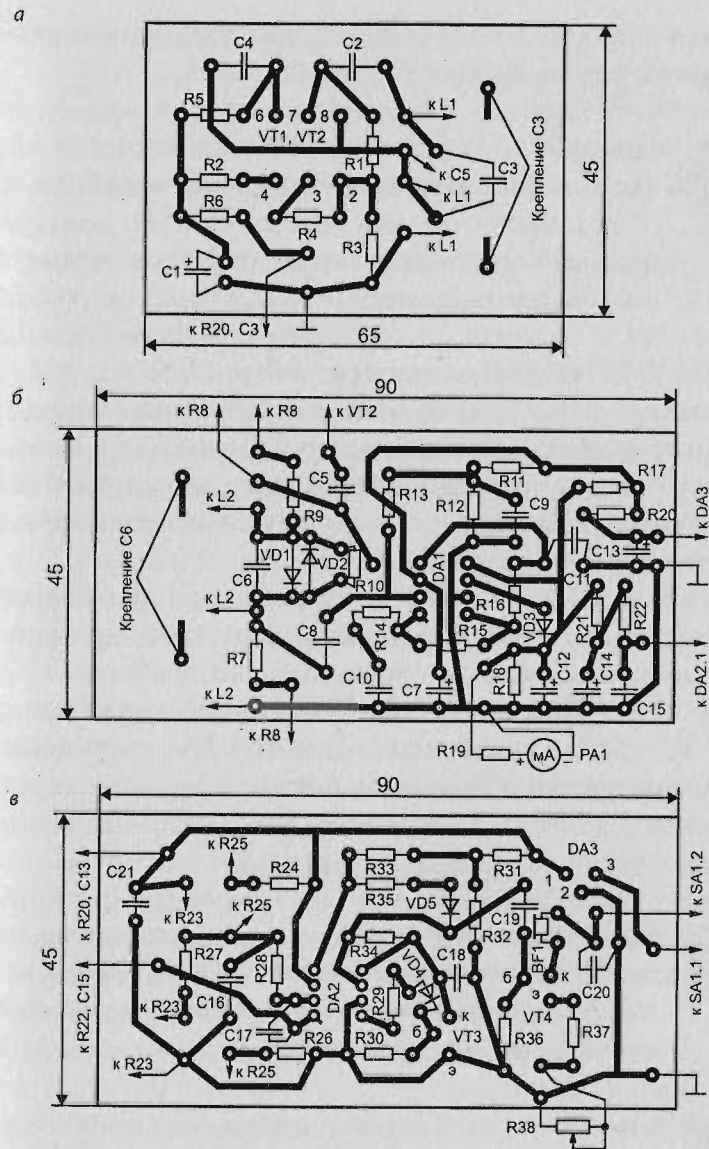


Рис. 2.3. Внешний вид трех печатных плат металлоискателя с контуром на 4,6 кГц

нивается с опорным напряжением, регулируемым переменными резисторами R23 (грубо) и R25 (точно).

При срабатывании компаратора напряжение на его выходе уменьшается, транзистор VT3 закрывается, и начинает работать тональный генератор, собранный на ОУ DA2.2.

Его выходной сигнал подается на усилитель мощности, выполненный на транзисторе VT4, нагрузкой которого служит головной телефон от слухового аппарата. Громкость звука регулируют переменным резистором R38.

Выходной каскад питается от отдельного источника, что устраняет возможность возбуждения устройства. Основная же часть схемы металлоискателя питается от источника напряжением 12 В, которое дополнительно стабилизируется микросхемой DA3 на уровне 9 В.

Детали металлоискателя смонтированы на трех печатных платах (рис. 2.3, а—в) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Они рассчитаны на использование резисторов МЛТ-0,125, резистора СП4-1 (R10) конденсаторов К71-7 (С3, С6). Стрелочный индикатор РА1 — индикатор уровня записи от любого магнитофона.

Изготовление катушек



Внимание.

Особое внимание нужно уделить изготовлению катушек. Это определит качество работы металлоискателя в дальнейшем.



Совет.

Катушки оптимально наматывать на оправке диаметром 140 мм, в качестве которой хорошо использовать стеклянную банку.

Каждая катушка должна состоять из 200 витков эмалированного медного провода диаметром 0,27 мм с отводом от среднего витка. Прежде чем снять катушку с оправки, ее следует перевязать в трех-четыре места, а после снятия обмотать прочной нитью, чтобы витки плотно прилегали друг к другу.

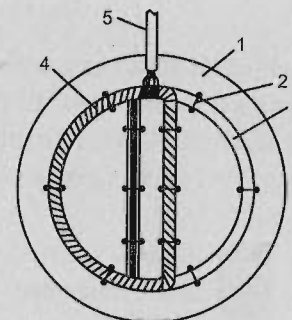


Рис. 2.4. Форма катушки

Далее катушкам необходимо придать форму, показанную на рис. 2.4, и прикрепляют их к пластиковой тарелке 1 нитками 2. Передающую катушку 3 располагают внизу, а приемную 4 — наверху.



Внимание.

Приемная катушка должна быть снабжена алюминиевым (из полоски фольги) экраном с зазором, препятствующим образованию замкнутого витка.

Выводы катушек нужно соединить с остальной частью прибора кабелем в экранированной оплетке. Расстояние между вертикальными (по рис. 2.4) витками катушек должно быть равно примерно 25 мм. Окончательно оно уточняется после настройки металлоискателя по минимальному показанию индикатора РА1 при отсутствии вблизи катушек металлических предметов.

После окончательного закрепления катушек при помощи клея или герметика их можно прикрыть сверху декоративным кожухом и закрепить к нему штангу.

Настройка и эксплуатация

Настройка металлоискателя заключается в установке движка резистора R10 (при среднем положении движка резистора R48) в такое положение, чтобы стрелка индикатора PA1 находилась на «нулевой» отметке.



Совет.

Для удобства эксплуатации прибора стрелку желательно установить на середину шкалы подбором резистора R19. Для этого в ряде случаев придется менять подключение выводов одной из катушек генератора.

При эксплуатации металлоискателя после 20-минутного установления рабочего режима резистором R8 необходимо добиться «нулевого» показания стрелочного индикатора.

После этого переменными резисторами R25 и R23 следует установить опорное напряжение, близкое к срабатыванию компаратора и появлению тонального звука.

Подробное описание металлоискателя приводится в [6].

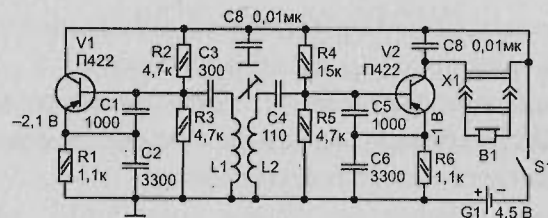
2.3. Простой транзисторный металлоискатель

Назначение

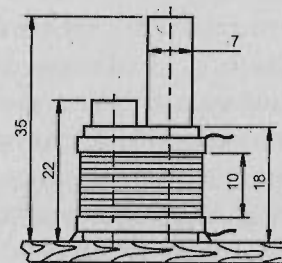
Обнаружение предметов из стали и железа.

Принципиальная схема

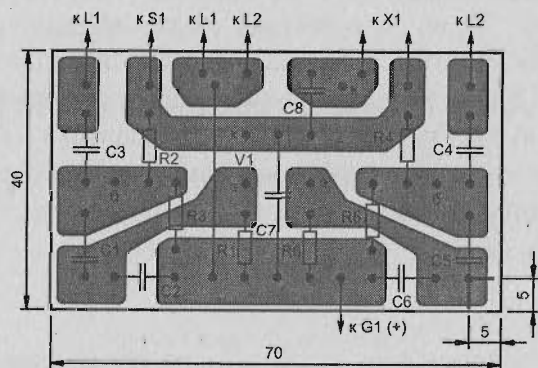
Схема простого транзисторного металлоискателя приведена на рис. 2.5, а. Он состоит из генератора высокой частоты и приемника, который регистрирует изменения



а



б



в

Рис. 2.5. Простой транзисторный металлоискатель: а — принципиальная схема; б — конструкция катушки L2; в — рисунок печатной платы

частоты генератора при приближении к нему металлических предметов.

Приемник металлоискателя гетеродинного типа. Он выполнен всего на одном транзисторе V2, и совмещает в себе функции гетеродина и детектора.

Гетеродин собран по схеме емкостной трехточки. **Достоинством** такой схемы является использование катушки индуктивности без отводов, что очень удобно для начинающих радиолюбителей.

Колебательный контур содержит катушку индуктивности L2 и емкость, составленную из последовательно соединенных конденсаторов C4—C6. Частоту гетеродина можно изменить подстроечным сердечником катушки L2.

Генератор высокой частоты собран на транзисторе V1 также по схеме емкостной трехточки. Частота генератора зависит от индуктивности катушки L1, которая выполнена в виде рамки. Если вблизи катушки окажется металлический предмет, индуктивность ее изменится. Это приведет к изменению частоты генератора, что будет сразу зарегистрировано приемником. Если, к примеру, первоначально генератор настроен на частоту 465 кГц, а гетеродин приемника на частоту 465,5 кГц, то в телефонах будет прослушиваться сигнал частотой 500 Гц. При приближении катушки L1 к металлу тональность сигнала в телефонах изменится. Это и послужит сигналом обнаружения металлического предмета.

Элементная база

Кроме транзисторов, указанных на схеме, можно применить германиевые транзисторы серий П401, П402.

Телефоны — ТОН-1 или ТОН-2. Причем оба капсюля нужно включить параллельно, чтобы общее сопротивление телефонов составило 800—1200 Ом.

Все резисторы могут быть МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25, конденсаторы — КЛС-1 или БМ-2, выключатель питания — однополюсный тумблер.

Батарея питания — три элемента 316, 343, соединенные последовательно.

Катушки

Катушка L1 представляет собой прямоугольную рамку размерами 175 × 230 мм из 32 витков провода ПЭВ-2 0,35.

Конструкция катушки L2 показана на рис. 2.5, б. В двух бумажных цилиндрических каркасах размещены отрезки стержня диаметром 7 мм из феррита 400НН или 600НН:

- ♦ первый каркас длиной 20—22 мм, закрепленный постоянно;
- ♦ второй каркас длиной 35—40 мм, подвижный, для подстройки катушки. Каркасы обернуты бумажной лентой, поверх которой намотана катушка — 55 витков провода ПЭЛШО 0,2 (можно ПЭВ-1 или ПЭВ-2), выводы катушки закреплены клеем.

Печатная плата

Рисунок печатной платы приводится на рис. 2.5, в. Плату нужно соединить с катушками, батареей питания, выключателем и разъемом X1 гибким многожильным проводом в изоляции.



Совет.

Катушку L2 нужно установить на расстоянии 5—7 мм от витков катушки L1.

Колодку Х1 и выключатель рекомендуется прикрепить снаружи к боковой стенке футляра. Сверху к футляру можно приклеить деревянную ручку длиной около метра.

Описание прибора приведено в [5].

2.4. Металлоискатели на микросхемах со схемой сравнения

Достоинства и недостатки

Принцип действия всех этих приборов основан на сравнении значений частоты колебаний двух генераторов:

- ♦ опорного;
- ♦ поискового, изменяющего частоту при воздействии на его колебательный контур металлического предмета.

Известны и другие методы:

- ♦ **мостовой**, когда регистрируется разбаланс измерительного моста, в одно из плеч которого включена поисковая катушка;
- ♦ **метод сдвига фаз**, когда измеряется фазовый сдвиг колебаний опорного и поискового генераторов;
- ♦ **метод передатчика-приемника**, где регистрируется переизлучаемая предметом радиочастотная энергия.

Они более эффективны, чем **метод сравнения значений частоты** (метод биений). Но он более прост в реализации. Построенные с его использованием металлоискатели имеют такие преимущества:

- ♦ они компактны;
- ♦ не требуют тщательной настройки и мер по высокой стабилизации частоты;
- ♦ неприхотливы в эксплуатации.

Поэтому они получили широкое распространение у домашних умельцев и радиолюбителей.

Принципиальная схема простейшего металлоискателя

Прибором можно обнаружить пятикопеечную монету на глубине до 80 мм, а крышку канализационного колодца — на глубине до 0,8 м.

Принципиальная схема простейшего металлоискателя изображена на **рис. 2.6, а**. Он собран всего на одной микросхеме К176ЛП2. Один из ее элементов (DD1.1) использован в образцовом генераторе, другой (DD1.3) — в перестраиваемом.

Колебательный контур опорного генератора состоит из катушки L1 и конденсаторов C1 и C2, а поискового — из поисковой катушки L2 и конденсатора C4.

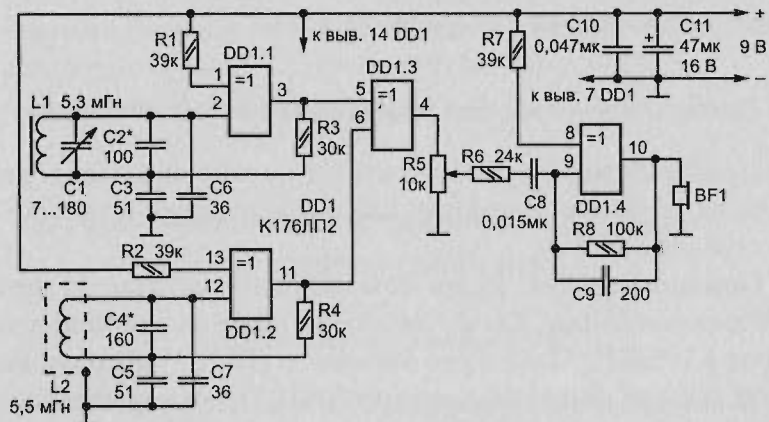
Первый контур перестраивают по частоте переменным конденсатором C1, а второй — подборкой конденсатора C4.

На элементе DD1.3 выполнен **смеситель** колебаний образцовой и переменной частот.

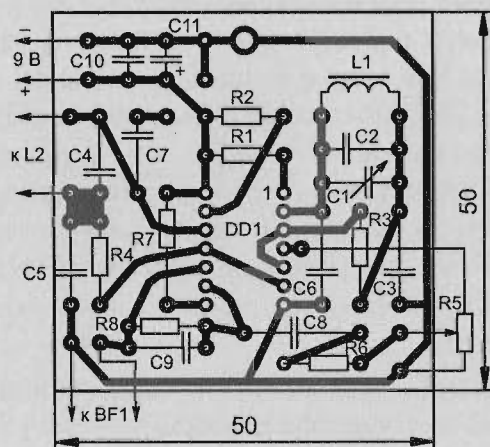
С нагрузки этого узла — переменного резистора R5 — сигнал разностной частоты поступает на вход элемента DD1.4, а усиленное им напряжение звуковой частоты — на головные телефоны BF1.

Принципиальная схема металлоискателя повышенной чувствительности

Рассмотрим **металлоискатель повышенной чувствительности**, схема которого представлена на **рис. 2.7, а**. В ней в качестве смесителя и усилителя колебаний разностной частоты применена микросхема К118УН1Д (DA1).



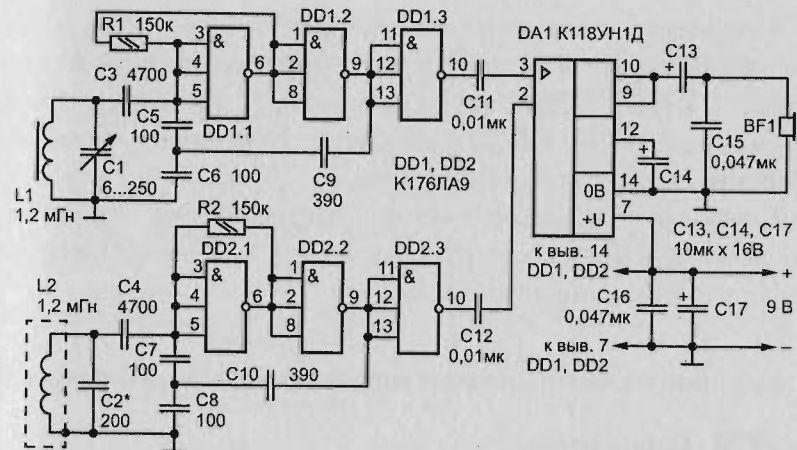
а



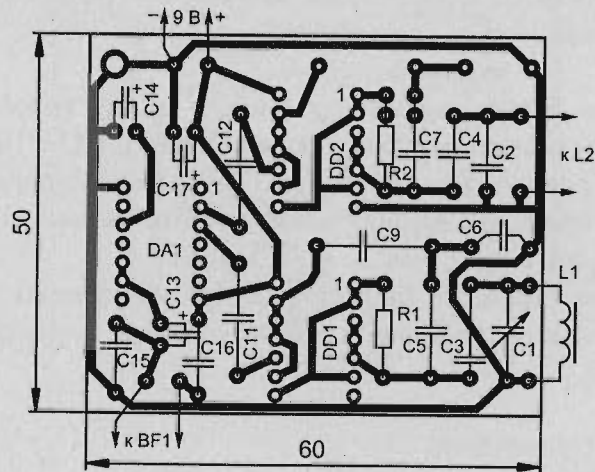
б

Рис. 2.6. Простейший металлоискатель на микросхемах со схемой сравнения:

а — принципиальная схема; б — печатная плата



а



б

Рис. 2.7. Металлоискатель повышенной чувствительности на микросхемах со схемой сравнения:

а — принципиальная схема; б — печатная плата

Опорный и поисковый генераторы этого прибора идентичны по схеме. Каждый из них выполнен на двух инверторах (DD1.1, DD1.2 и DD2.1, DD2.2, соответственно). Элементы DD1.3 и DD2.3 работают как буферные, ослабляя влияние смесителя на генераторы.

Опорный генератор нужно настроить на заданную частоту переменным конденсатором C1, а поисковый — подборкой конденсатора C2.

Модернизированная схема металлоискателя на биениях



Примечание.

Повысить чувствительность металлоискателя, в котором использован метод биений, можно, настроив опорный генератор на частоту в 5—10 раз большую, чем частота поискового генератора.

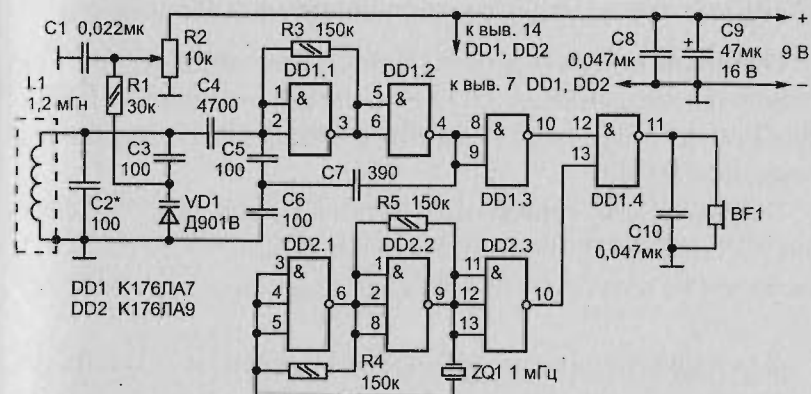
В этом случае возникают биения между колебаниями опорного генератора и ближайшей по частоте (5—10-й) гармоникой поискового генератора. При этом расстройка всего на 10 Гц приводит к увеличению частоты разностных колебаний на 100 Гц.

Именно таким способом достигнута повышенная чувствительность металлоискателя, схема которого изображена на рис. 2.8, а.

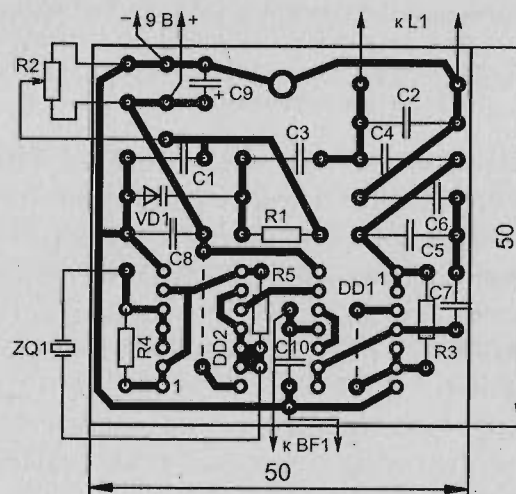


Примечание.

Пятикопеечную монету с помощью такого металлоискателя можно обнаружить на глубине до 100 мм, а крышку колодца — на глубине до 1 м.



а



б

Рис. 2.8. Модернизированная схема металлоискателя на биениях:
а — принципиальная схема; б — печатная плата

Работа схемы модернизированного металлоискателя

Опорный генератор металлоискателя выполнен на двух элементах микросхемы DD2 и настроен на частоту 1 МГц. Требуемую стабильность частоты обеспечивает кварцевый резонатор ZQ1.

В **поисковом генераторе** использованы два элемента микросхемы DD1. Его колебательный контур L1C2C3VD1 настроен на частоту в несколько раз меньшую, чем опорный генератор.

Для **перестройки контура** применен варикап VD1, напряжение на котором регулируют переменным резистором R2. **Смеситель** выполнен на элементе DD1.4, в качестве буферов использованы элементы DD1.3 и DD2.3.

Индикатором поиска служат головные телефоны BF1.

Монтаж и печатная плата

Каждый из рассмотренных металлоискателей может быть смонтирован на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы и расположение деталей показаны на **рис. 2.6, б, 2.7, б, 2.8, б** соответственно.

Платы рассчитаны на установку постоянных резисторов МЛТ-0,125 (МЛТ-025, ВС-0,125), конденсаторов КТ-1, КМ-4 или К10-7В, К50-6.

Для перестройки генераторов по частоте применены переменные конденсаторы с твердым диэлектриком от малогабаритных транзисторных приемников:

- ♦ «Мир» в первом устройстве;
- ♦ «Планета» во втором устройстве.

Возможно использование и любых других подходящих по габаритам и значениям минимальной и максимальной емкости конденсаторов, в том числе и подстроечных КПК-3 емкостью 25—150 пФ.

Переменные резисторы R5 и R2 — малогабаритные шобого типа.

Изготовление катушек

Катушки L1 для металлоискателей, собранных по схемам на **рис. 2.6, а и 2.7, а**, намотаны на ферритовых (600НН) кольцевых магнитопроводах типоразмера К8 × 6 × 2.

В первом металлоискателе катушка содержит 180 витков провода ПЭЛШО 0,14, во втором — 50 витков ПЭЛШО 0,2.

Намотка в обоих случаях — равномерная по всему периметру магнитопровода.

В первом металлоискателе катушка приклеена клеем БФ-2 непосредственно к печатной плате, а во втором (из-за недостатка места) — к небольшому уголку, согнутому из листового полистирола толщиной 1,5 мм и приклеенному этим же клеем к плате.

Поисковая катушка каждого из рассмотренных металлоискателей намотана в кольцо, согнутом из винипластовой трубки с внешним диаметром 15 мм и внутренним 10 мм.

Наружный диаметр кольца таков:

- ♦ для первой схемы — 250 мм (100 витков);
- ♦ для второй и третьей — 200 мм (50 витков).

Применен провод — ПЭЛШО 0,27.



Совет.

Каждое кольцо необходимо обернуть лентой из алюминиевой фольги для электростатического экранирования для устранения влияния емкости между катушкой и землей. Для защиты от повреждений фольгу желательно обмотать одним-двумя слоями изоляционной ленты.

**Внимание.**

При намотке ленты следует помнить, что электрический контакт между ее концами недопустим (в противном случае образуется замкнутый виток).

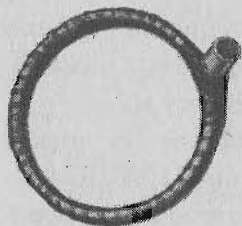


Рис. 2.9. Вид готовой поисковой катушки

Вид готовой катушки, изготовленной описанным способом, показан на рис. 2.9.

Следует сформулировать правило.

**Правило.**

С уменьшением диаметра поисковой катушки «зона захвата» сужается, но прибор становится более чувствительным к мелким предметам. С увеличением диаметра, наоборот, «зона захвата» расширяется, а чувствительность к мелким предметам снижается.

Для индикации поиска во всех приборах применены головные телефоны ТОН-2. Питать металлоискатели можно от одной батареи «Крона» или от соединенных последовательно двух батарей 3336 или шести элементов 316, 332.

Описание устройств приведено в [25].

2.5. Сверхнизкочастотный металлоискатель

Принцип действия

Данный металлоискатель также, как и предыдущие схемы (рис. 2.6—2.8), построен на принципе изменений частоты биений двух генераторов. Схема его работы проста: сигналы от поискового и опорного генераторов поступают в смеситель, формирующий на выводе сигнал разностной частоты. При приближении металла к катушке поискового генератора изменяется его частота, а вследствие этого и разностная частота относительно опорного генератора, лежащая, как правило, в звуковом диапазоне.

На первый взгляд кажется очевидным, что чувствительность металлоискателя тем больше, чем выше частота его генераторов. На самом деле это не так.

**Правило.**

С повышением частоты растет поглощение электромагнитных волн грунтом.

Поэтому становится труднее избавиться от нежелательной самосинхронизации генераторов за счет связи через цепи питания и паразитные емкости монтажа.

Кроме того случайные флуктуации частоты поискового генератора достигают значений, сравнимых с изменениями частот, вызванными близостью металлических предметов.

Наконец, только на сверхнизкой (десятки килогерц) рабочей частоте удастся дистанционно различать черные и цветные металлы.

Наличие металла он фиксирует по изменению разности фаз колебаний поискового и опорного генераторов, синхронизированных с помощью петли ФАПЧ.

Поиск ведется **динамическим способом** с периодом повторения взмахов датчиком приблизительно по 1 с.



Примечание.

Этот металлоискатель способен различить металлы по признаку ЧЕРНЫЙ / ЦВЕТНОЙ.

Принципиальная схема

Принципиальная схема металлоискателя приведена на **рис. 2.10. Опорный генератор** выполнен на микросхеме DD1, его частота 32768 Гц стабилизирована кварцевым резонатором ZO1.

Сигнал этого генератора поступает на смеситель VD3VD4 через резистивный делитель напряжения R6R13.

Поисковый генератор выполнен на транзисторе VT1. Катушка L1, служащая чувствительным элементом металлоискателя, соединена с генератором четырехпроводным экранированным кабелем. Сигнал обратной связи с отвода катушки поступает на эмиттер транзистора VT1, а по цепи R6C7 — на смеситель.

Управляет частотой поискового генератора варикап VD1. Цепи R13C10 и R17C11 обеспечивают дополнительную фильтрацию, уменьшая уровень высоко частотных составляющих на выходе усилителя DA1.

Чувствительность металлоискателя регулируется переменным резистором R25. Диоды VD7—VD10 предотвращают перегрузку усилителя DA3 при срыве синхронизации генераторов во время настройки прибора или при обнаружении крупных металлических предметов.

При проходе датчика металлоискателя над предметом из цветного металла, не обладающего ферромагнитными свойствами, на выходе ОУ DA3 возникает всплеск сиг-

нала сначала положительной, а потом отрицательной полярности.

Положительная полуволна открывает транзистор VT2, который включает звуковой генератор на транзисторах VT4 и VT5. Если предмет имеет ферромагнитные свойства, то всплеск имеет противоположную полярность. Его первая (отрицательная) полуволна открывает транзистор VT3, в результате чего конденсатор C21 заряжается. Транзистор VT6 открывается, и на время, необходимое для разрядки конденсатора C21 через резистор R31, шунтирует резистор R33 — коллекторную нагрузку транзистора VT5, таким образом, запрещая подачу звукового сигнала под действием второй (положительной) полуволны сигнала.

Так происходит, если контакты выключателя SA2 разомкнуты (положение «ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛ»). При замкнутых контактах (положение «ЧЕРНЫЙ МЕТАЛЛ») звуковая индикация сработает и при обнаружении предмета из железа или стали, но только уже после прохода над ним катушки-датчика.

Микроамперметр PA1 с добавочным резистором R16 служит вольтметром, измеряющим постоянную (переключатель SA1 в положение «РАБОТА») или переменную (в положении «НАСТРОЙКА») составляющую напряжения на выходе DA1. Первое позволяет уточнить положение обнаруженного предмета, второе — зафиксировать моменты синхронизации генераторов и ее срыва.

Принципиальная схема узла питания

На **рис. 2.11** показана схема узла питания металлоискателя. Напряжение +9 В для питания звукового сигнализатора снимается непосредственно с батареи GB1 (при замкнутом выключателе SA3). Стабилизатор напряжения +6 В

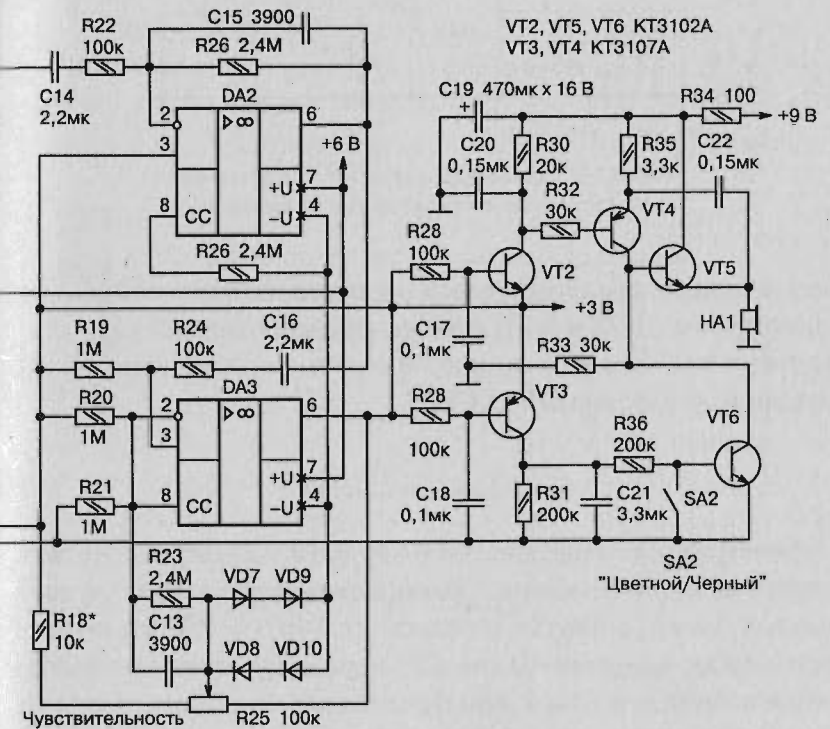
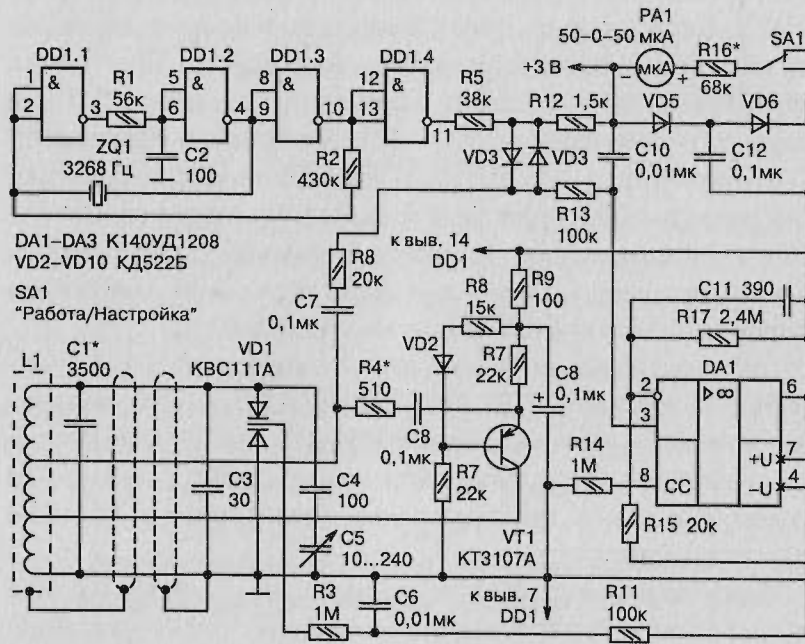


Рис. 2.10. Принципиальная схема

сверхнизкочастотный металлоискателя

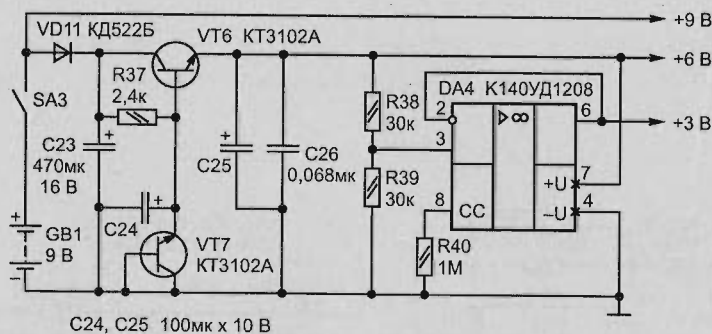


Рис. 2.11. Принципиальная схема узла питания сверхнизкочастотного металлоискателя

для питания основных узлов металлоискателя собран на транзисторах VT7 и VT8, причем первый из них служит стабилитроном. Искусственная «средняя точка» (цепь +3 В) создана с помощью ОУ DA4.

Конструкция и детали

Основой для изготовления катушки датчика L1 может послужить тонкостенная алюминиевая труба внешним диаметром 14 мм, согнутая в кольцо диаметром 250 мм с зазором между концами 10 мм. По периметру с внешней стороны кольца ножовкой или фрезой нужно сделать прорезь. Через нее внутрь трубы будут уложены витки катушки L1 (провод ПЭЛШО 0,3). Число витков 25+55+120, начиная от земляного конца.



Совет.

В процессе намотки через каждые 2-3 витка провод следует смазывать эпоксидной смолой. Полость трубы готовой катушки необходимо заполнить силиконовым герметиком и покрыть всю конструкцию нитрокраской.

Вблизи разрыва к кольцу необходимо прикрепить стеклотекстолитовую плату с контактными площадками, к которым припаять:

- ♦ выводы катушки;
- ♦ конденсатор C1;
- ♦ провода соединительного кабеля.

Под один из концов трубы в месте крепления к плате следует подложить металлический лепесток, к которому припаять вывод экранирующей оплетки соединительного кабеля.



Совет.

По завершении настройки металлоискателя весь этот узел для защиты от влаги необходимо накрыть пластмассовой коробкой или залить силиконовым герметиком.

Катушку лучше всего установить на деревянную крестовину, в центральной части которой сделать пластмассовые «ушки» для соединения с телескопической штангой из диэлектрического материала. Плата с основными деталями металлоискателя должна быть помещена в металлический корпус, закрепленный на противоположном катушке конце штанги.

Контурный конденсатор C1 составлен из нескольких соединенных параллельно конденсаторов К71-7 с общей емкостью, равной указанной на схеме. Можно применить и другие термостабильные конденсаторы (групп ТКЕ М47 или М75). Транзистор VT7 следует подобрать с напряжением пробоя эмиттерного перехода 6,2—6,5 В. К остальным элементам схемы особых требований не предъявляется.

Переменный конденсатор C5 — от транзисторного радиоприемника. Кварцевый резонатор ZQ1 — часовой. Микроамперметр PA1 — с нулем посередине шкалы. Добавочный резистор R16 подбирают таким образом, чтобы при напря-

жении +2,5 В и -2,5 В стрелка микроамперметра отклонялась до соответствующего конца шкалы.

В качестве НА1 были опробованы различные излучатели звука. Наиболее подходящим оказался телефонный капсюль ТЭМК-311 с сопротивлением обмотки 250 Ом. При потреблении звуковым генератором тока не более 3 мА громкость сигнала вполне достаточна. Если использовать высокоомные наушники, потребляемый ток можно еще уменьшить.

Подробное описание налаживания устройства и метода работы с ним приводится в [8].

2.6. Металлоискатель на биениях с триггером Шмидта

Принципиальная схема

Схема металлоискателя показана на рис. 2.12. Опорный генератор 32768 Гц собран на логическом элементе DD1.1 и кварцевом резонаторе ZQ1.

Поисковый генератор выполнен на элементе DD2.1 и катушке L1, представляющей собой датчик металла. Кроме этого, в генератор входят цепи установки частоты — подстроечный конденсатор C3 и узел электронной перестройки частоты на стабилитроне VD1, играющем роль варикапа.

Элементы DD1.2 и DD2.2 — буферные. Элемент DD1.3 выполняет функции сумматора, его нагрузкой служит фильтр L2C8, который подавляет высокочастотные колебания, но пропускает низкую частоту биений.

На транзисторах VT1, VT2 собран триггер Шмидта, который из сигнала, близкого по форме к синусоидальному, формирует прямоугольные импульсы. Усилитель на транзисторе VT3 увеличивает размах импульсов до уровня, рав-

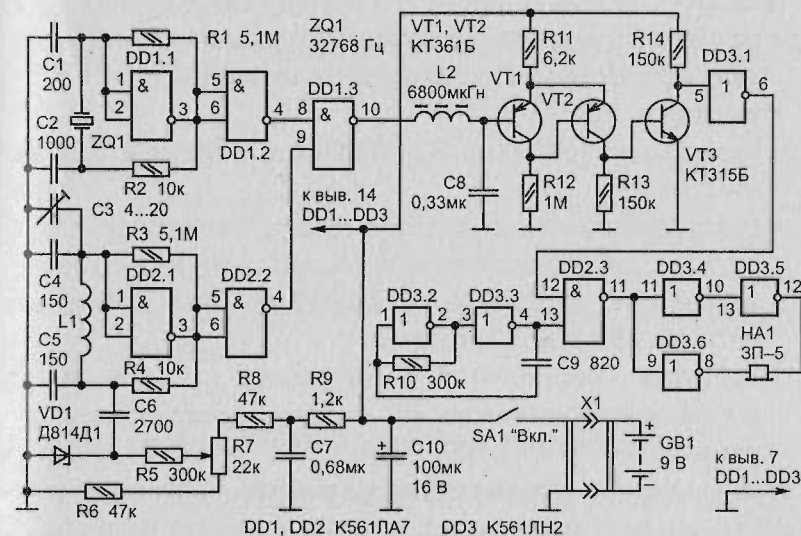


Рис. 2.12. Принципиальная схема

ного напряжению питания. Элемент DD3.1 завершает формирование прямоугольных импульсов и инвертирует их.

Эти импульсы поступают на один вход элемента совпадения DD2.3, а к другому входу подведены прямоугольные импульсы частотой 2 кГц с выхода генератора на инверторах DD3.2, DD3.3. Элементы DD3.4—DD3.6 играют роль выходного усилителя для пьезокерамического звукоизлучателя НА1.

Питается металлоискатель от батареи GB1.

Настройка металлоискателя

Перед тем как приступить к поиску скрытых металлических предметов, необходимо добиться нулевых биений на выходе сумматора DD1.3 или, говоря иначе, установить точное равенство значений частоты генераторов.

Для этого датчик прибора — катушку L1 — нужно:

- ♦ разместить в месте, удаленном от земли и металлических предметов на расстояние не менее 1 м;
- ♦ включить прибор;
- ♦ переменный резистор R7 перевести в среднее положение;
- ♦ подстроечным конденсатором C3 установить такую частоту поискового генератора, при котором звукоизлучатель HA1 воспроизводит редкие короткие тональные сигналы или вовсе умолкает;
- ♦ добиться поворотом в очень малых пределах ручки переменного резистора R7 полного прекращения звучания.

Теперь датчик нужно опустить к земле и медленно начать водить над ее поверхностью, слушая звучание прибора. С приближением датчика к металлическому предмету появляются редкие короткие тональные сигналы, которые постепенно становятся более частыми и, наконец, сливаются в почти непрерывный гул.

Работа принципиальной схемы

При нулевых биениях разностная частота генераторов равна нулю, на входе триггера Шмидта колебаний напряжения нет, поэтому он не переключается. Транзистор VT3 закрыт, на выходе инвертора DD3.1 низкий уровень, поэтому элемент DD2.3 не пропускает к выходному усилителю колебаний генератора DD3.2, DD3.3.

Как только катушка L1 приблизится к металлическому предмету, изменится ее индуктивность, а значит, и частота поискового генератора. На выходе фильтра L2C8 появится переменное напряжение.



Правило.

Чем крупнее предмет и чем ближе к нему датчик, тем выше частота биений.

Это приводит к более частому открыванию элемента DD2.3 и увеличению частоты повторения звуковых тональных сигналов. Частота генератора на элементах DD3.2 и DD3.3 (2 кГц) выбрана близкой к собственной частоте пьезоизлучателя ЗП-5 с целью обеспечения максимальной громкости сигнала.

Элементная база и замены

В металлоискателе используется кварцевый резонатор часового типа, но подойдут и другие резонаторы на частоту до 80—100 кГц. Однако при этом придется корректировать число витков L1 и номиналы конденсаторов в генераторах.

Конденсаторы C1, C2, C4, C5 следует выбрать с минимальным ТКЕ. Переменный резистор R7 должен быть группы А.

Транзисторы КТ361Б можно заменить на КТ3107К, КТ3107Л, а КТ315Б — на КТ3102ГМ, КТ3102ЕМ. Вместо ЗП-5 можно использовать и другие пьезоизлучатели.

Источник питания — батарея «Корунд» или аккумулятор.

Конструкция металлоискателя

Плату с деталями желательно поместить в небольшую прочную пластмассовую коробку, к которой будет прикреплена катушка-датчик L1. Катушка должна содержать 450 витков ПЭВ-2 0,18. Ее нужно наматывать на круглой бобышке диаметром 210 мм, затем снять и обмотать липкой ПВХ лентой. Сопротивление катушки — около 200 Ом.

Катушку нужно поместить в жесткий экран, представляющий собой незамкнутое кольцо, согнутое из мягкой дюра люминиевой трубки. Вдоль трубки необходимо пропилить паз с шириной, достаточной для укладки внутрь катушки, которая изолирована лентой. Экран с уложенной катушкой плотно обмотать липкой ПВХ лентой и двумя винтами прикрепить к коробке с платой.

Неиспользуемые выводы микросхем DD1, DD2 следует соединить с плюсовым проводом питания.

Установка нулевых биений

Иногда не удается сразу установить нулевые биения. Причинами этого могут быть такие:

- ♦ разряженная батарея питания;
- ♦ неисправность переменного резистора R7;
- ♦ нестабильность частоты генераторов.



Совет.

Питание на каждую из микросхем целесообразно подавать через RC-фильтр. Конденсатор фильтра емкостью 0,01 мкФ следует припаивать непосредственно к выводам микросхемы, а резистор лучше подобрать экспериментально.

Описание конструкции приводится в [11].

2.7. Простой металлоискатель, работающий по принципу «Передача-Прием»

Принцип действия

В качестве передатчика использован мультивибратор, а в качестве приемника — усилитель звуковой частоты. К выходу первого из этих устройств и входу второго подключены одинаковые по размерам и намоточным данным катушки.



Примечание.

Для того чтобы система из таких передатчика и приемника стала металлоискателем, необходимо расположить катушки так, чтобы в отсутствие посторонних металлических предметов связь между ними практически отсутствовала, т. е. сигнал передатчика не попадал напрямую в приемник.

Как известно, индуктивная связь между катушками минимальна, если их оси взаимноперпендикулярны. Поэтому, если катушки передатчика и приемника расположить именно так, то сигнал передатчика в приемнике прослушаться не будет.

При появлении поблизости от этой сбалансированной системы металлического предмета в нем под действием переменного магнитного поля передающей катушки возникают так называемые «вихревые токи» и, как следствие, собственное магнитное поле, которое наводит в приемной катушке переменную ЭДС. Сигнал, принятый приемником, преобразуется телефонами в звук. Его громкость зависит от размеров предмета и расстояния до него.

Технические характеристики

Технические характеристики металлоискателя следующие:

- ♦ рабочая частота — около 2 кГц;
- ♦ глубина обнаружения:
 - монеты диаметром 25 мм — около 10 см;
 - железной и алюминиевой закаточных крышек — соответственно, 20 и 25 см;
 - стального и алюминиевого листов размерами 200 × 300 мм — 40 и 45 см;
 - крышки канализационного люка — 60 см.

Принципиальная схема передатчика

Схема передатчика показана на рис. 2.13, а. Это симметричный мультивибратор на транзисторах VT1, VT2. Частота генерируемых им колебаний определяется емкостью конденсаторов C1, C2 и сопротивлением резисторов R2, R3.

Сигнал звуковой частоты с коллекторной нагрузки транзистора VT2 — резистора R4 — через разделительный конденсатор C3 поступает на катушку L1, которая преобразует электрические колебания в переменное магнитное поле.

Принципиальная схема приемника

Приемник представляет собой трехкаскадный усилитель звуковой частоты, выполнен по схеме, изображенной на рис. 2.13, б. На его входе включена такая же катушка L1, как и в передатчике. Выход усилителя нагружен включенными последовательно телефонами BF1.

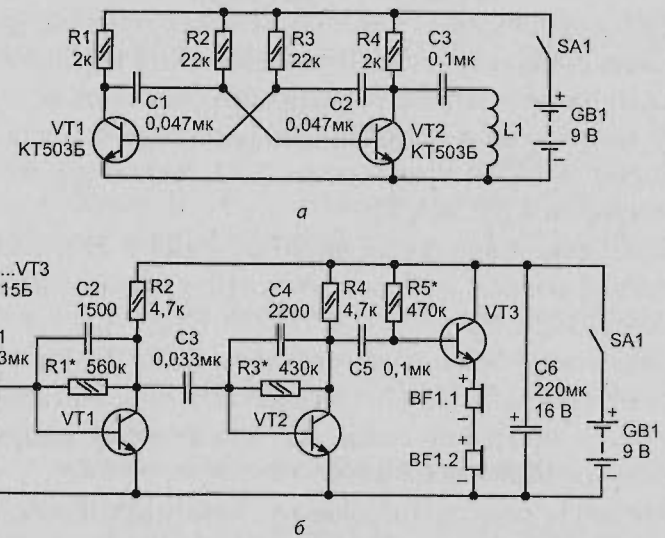


Рис. 2.13. Принципиальная схема:
а — передатчика; б — приемника

Работа металлоискателя по принципиальной схеме

Переменное магнитное поле передатчика, наведенное катушкой в металлическом предмете, воздействует на катушку приемника. В результате этого в ней возникает электрический ток частотой около 2 кГц.

Через разделительный конденсатор C1 сигнал поступает на вход первого каскада усилителя, выполненного на транзисторе VT1. Усиленный сигнал с его нагрузки — резистора R2 — подается через разделительный конденсатор C3 на вход второго каскада, собранного на транзисторе VT2.

Сигнал с его коллектора через конденсатор C5 поступает на вход третьего каскада — эмиттерного повторителя на транзисторе VT3. Он усиливает сигнал по току и позволяет подключить в качестве нагрузки низкоомные телефоны.

Чтобы уменьшить влияние температуры окружающей среды на стабильность работы усилителя, в первый и второй каскады введена отрицательная обратная связь по постоянному напряжению включением: резистора R1 между коллектором и базой транзистора VT1; резистора R3 между коллектором и базой VT2.

Снижение усиления на частотах ниже 2 кГц достигнуто соответствующим выбором емкости разделительных конденсаторов C1, C3.

Снижение усиления на частотах выше 2 кГц — введением в первый и второй каскады частотнозависимой отрицательной обратной связи по переменному напряжению через конденсаторы C2 и C4.

Эти меры позволили повысить помехоустойчивость приемника. Конденсатор C6 предотвращает самовозбуждение усилителя при увеличении внутреннего сопротивления батареи питания по мере ее разрядки.

Рекомендации по изготовлению катушек

Катушки приемника и передатчика одинаковы. Изготовить их можно следующим образом. По углам прямоугольника размерами 115 × 75 мм в доску вбить четыре гвоздя: диаметром 2—2,5 мм; длиной 50—60 мм.



Совет.

Предварительно нужно надеть на гвозди поливинилхлоридные или полиэтиленовые трубки длиной 30—40 мм. Это даст достаточную изоляцию всей конструкции.

На изолированные таким образом гвозди нужно намотать 300 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,12—0,14 мм. По завершении намотки витки обмотать по всему периметру

узкой полоской изоляционной ленты. После этого гвозди можно отогнуть, чтобы снять катушку.

Конструкция металлоискателя

В качестве корпусов приемника и передатчика желательно использовать полистироловые коробки (внутренние размеры — 120 × 80 мм).

Отсеки для батареи питания, стойки для печатных плат и элементы крепления катушек можно изготовить из такого же материала и приклеить к корпусам растворителем марки P-647 (можно использовать и P-650).

Эскизы печатных плат и расположение деталей показаны на рис. 2.14, а—б.

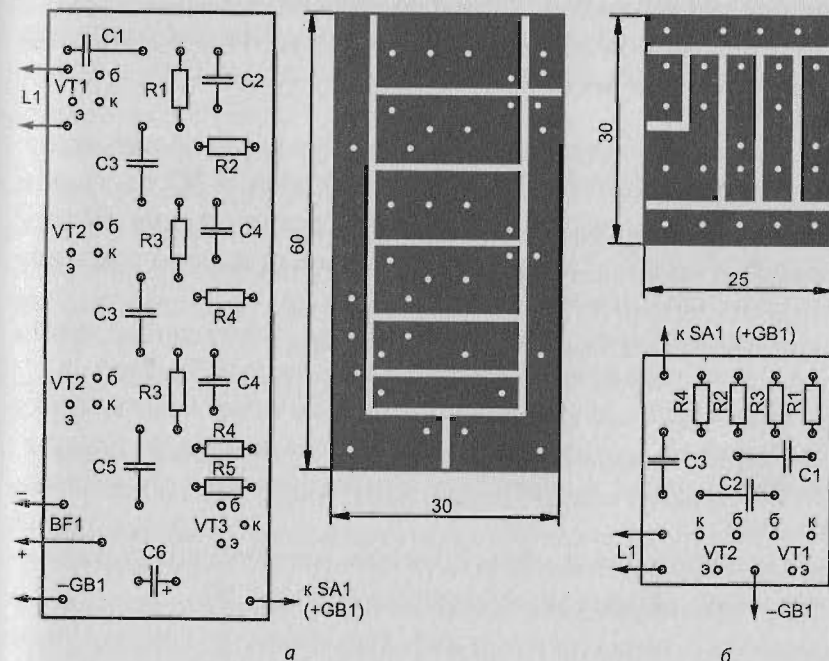


Рис. 2.14. Эскизы печатных плат и расположение деталей

**Внимание.**

Все металлические элементы конструкции, расположенные внутри катушек приемника и передатчика (батарея питания, плата с деталями, выключатель питания), влияют на их магнитное поле. Для исключения возможного изменения их положения в процессе эксплуатации все они должны быть надежно закреплены. Особенно это касается батареи «Крона» как сменного элемента конструкции.

Налаживание

Для проверки работы **передатчика** вместо катушки L1 нужно подключить телефоны и убедиться в том, что при включении питания в телефонах слышен звук.

Затем, подключив на место катушку, проконтролировать ток, потребляемый передатчиком. Он должен быть в пределах 5—7 мА.

Приемник настраивают при замкнутом накоротко входе. Подбором резистора R1 в первом каскаде и R3 во втором следует установить на коллекторах соответственно транзисторов VT1 и VT2 напряжение, равное примерно половине напряжения питания.

Затем подбором резистора R5 нужно добиться того, чтобы ток коллектора транзистора VT3 стал равным 5—7 мА.

После этого, разомкнув вход, подключить к нему катушку приемника L1 и, принимая сигнал передатчика на расстоянии примерно 1 м, убедиться в работоспособности системы в целом.

Подробное описание устройства, методика его изготовления и настройки подробно описывается в [26].

2.8. Металлоискатель повышенной чувствительности

Особенности конструкции

Данный металлоискатель является усовершенствованным вариантом металлоискателя, основанного на сравнении частот двух генераторов, один из которых **опорный**, а второй **поисковый** — изменяет частоту своих колебаний при приближении к металлическим предметам. Устройство может «различать» цветные и черные металлы.

Принципиальная схема

Опорный генератор собран на элементе DD1.1, а поисковый — на элементах DD2.1 и DD2.2. **Частота колебаний опорного генератора**, определяемая данными его контурной катушки L1 и конденсаторов C1 и C2, и при указанных номиналах составляет 100 кГц (рис. 2.14).

Частота поискового генератора, колебательный контур которого образуют выносная катушка L2 и конденсаторы C3—C5, близка к частоте опорного генератора. Ее плавно изменяют конденсатором переменной емкости C3 в пределах одного-двух килогерц.

Элемент DD1.2 выполняет функцию каскада, служащего для развязки между генераторами по переменному напряжению.

Микросхемы DD1 и DD2 металлоискателя питаются от источника постоянного тока GB1 через развязывающие фильтры R6C8 и R7C9.

Элемент DD3.1 — **смеситель сигналов генераторов**. На его выходе формируются колебания с суммарными и разностными частотами генераторов и их гармоник. Для выде-

ления сигналов разностной, т. е. звуковой частоты предназначен фильтр низких частот (НЧ) R3C6.

Такое схемотехническое построение металлоискателя позволяет получить биения генераторов частотой в несколько герц.

Чтобы обеспечить прослушивание сигналов столь низких частот на головные телефоны использовано преобразование синусоидального, а точнее — треугольного сигнала в короткие импульсы с удвоенной частотой следования.

Достигается это с помощью компаратора напряжения, собранного на элементах DD3.2 — DD3.4.

За один период частоты биений компаратор дважды переключается из одного логического состояния в другое. Формируемые им прямоугольные импульсы дифференцируются цепью C7R8.

Поэтому на телефоны, подключенные к разъему X2, поступают короткие импульсы напряжения и громкость звукового сигнала мало зависит от его частоты.

В телефонах, которые могут быть как высокоомными, так и низкоомными, слышатся «щелчки». Громкость их регулируют переменным резистором R8 (он совмещен с выключателем питания SA1).

Конструкция металлоискателя

Все детали, кроме разъемов и контурной катушки поискового генератора, нужно разместить на печатной плате из двустороннего фольгированного материала (рис. 2.16).

Монтаж односторонний — со стороны печатных проводников. Фольга другой стороны, которую по краям платы соединяется с общим проводом питания, выполняет роль экрана.

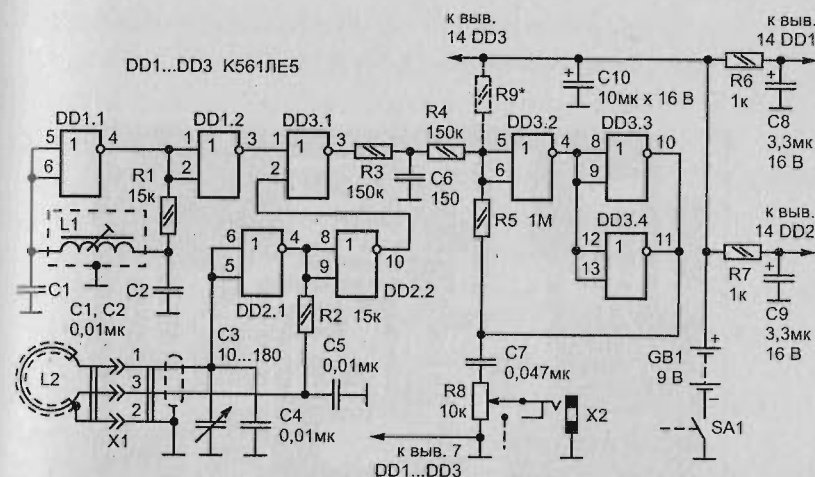


Рис. 2.15. Принципиальная схема металлоискатель повышенной чувствительности



Совет.

Монтажную плату и источник питания (батарея «Корунд») лучше разместить в металлическом корпусе подходящих размеров, например, спаянном из пластин фольгированного текстолита.

Если корпусом будет служить пластмассовая коробочка, то по краям платы, а также в местах, обозначенных на рис. 2.16 штриховыми линиями, надо припаять вертикально полоски медной фольги шириной 7—10 мм.

Элементная база

Микросхемы K561LE5 можно заменить на K176LE5, K176LA7, K561LA7. Конденсатор C3 — КП-180 или другой, с максимальной емкостью 180—240 пФ. Конденсаторы C8—C10 — оксидные K50-6 или серий K52, K53, остальные — КМ, КЛС.

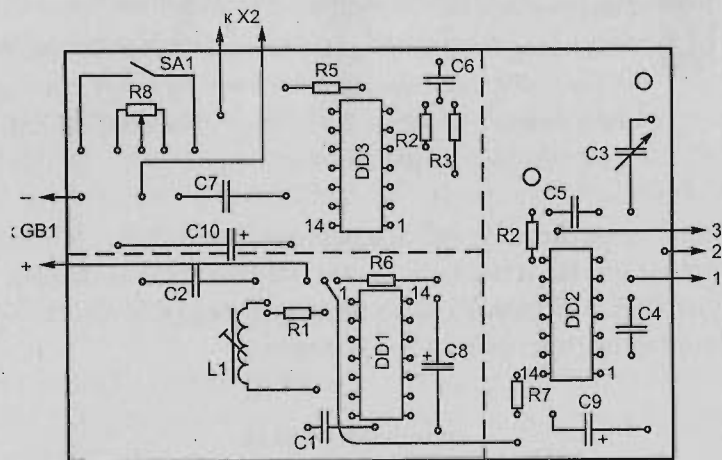
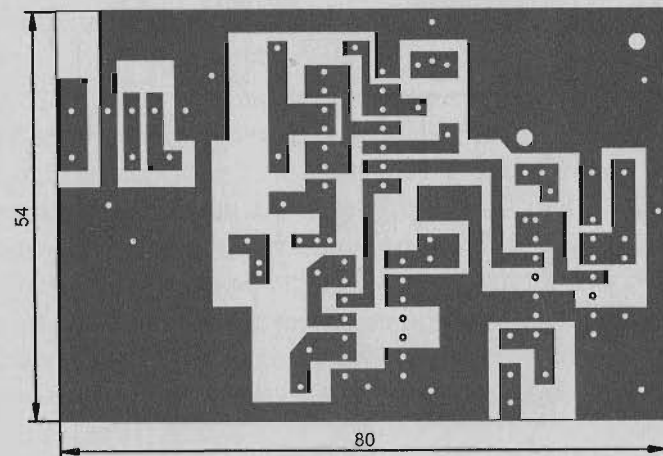


Рис. 2.16. Печатная плата металлоискатель повышенной чувствительности

Резистор R8 — СПЗ-3в, остальные — ВС, МЛТ.
Разъемы X1 и X2 — любые малогабаритные.



Совет.

Для повышения термостабильности конденсаторы C1, C2, C4 и C5 надо использовать с ТКЕ не хуже М1500.

Изготовление поисковых катушек

Катушка L1, содержащая 300 витков провода ПЭВ-2 0,08, должна быть намотана на каркасе контура ПЧ радиоприемника «Альпинист-407».

Выносную катушку L2 поискового генератора (рис. 2.17) рекомендуется выполнить в такой последовательности:

- ♦ на оправке диаметром 240—250 мм намотать 30 витков провода ПЭВ-2 0,6 мм;
- ♦ получившийся жгут скрепить в 10—12 местах тонкой прочной ниткой;
- ♦ нагревая катушку над пламенем газовой плиты до температуры 50—60 °С, пропитать эпоксидной смолой;
- ♦ после отверждения смолы катушку обмотать лакотканью или (в крайнем случае) изоляционной лентой;
- ♦ готовую катушку заэкранировать, обмотав тонкой медной фольгой с таким расчетом, чтобы в передней части образовался небольшой, длиной 5—10 мм, незамкнутый участок экрана катушки (можно, конечно, использовать и алюминиевую фольгу);
- ♦ готовую выносную катушку и ее экран соединить (через разъем X1) с конструкцией металлоискателя двужильным экранированным проводом.

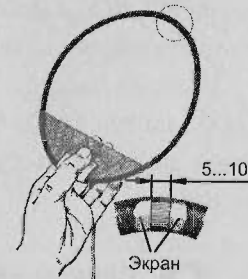


Рис. 2.17. Выносная катушка поискового генератора

Наладка металлоискателя

Надаживание металлоискателя следует начинать с **настройки опорного генератора и проверки работоспособности компаратора напряжения**. Для этого ротор конденсатора СЗ установить в положение средней емкости и подстроечником катушки L1 изменять частоту опорного генератора до появления в телефоне звукового сигнала.

Затем этим же подстроечником следует добиться «нулевых биений» — «щелчков» в телефоне, следующих с частотой в несколько герц.



Примечание.

Бывает, что достигнуть этого не удастся. Причиной тому могут быть неполадки в компараторе.

В таком случае надо проверить работоспособность остальной части устройства — к выходу элемента DD3.1 подключить высокоомный телефон (на пример, ТОН-2) и тем же подстроечником катушки L1 добиться звукового сигнала.

В противном случае придется искать ошибку в монтаже генераторов или неисправные детали.

Настройка компаратора заключается в подборе резистора R9, показанного на рис. 2.15 штриховыми линиями. Его сопротивление может быть в пределах 300 кОм...1 МОм.

Если на выходе компаратора (выводы 10, 11 микросхемы DD3) напряжение высокого уровня, то этот резистор включают между выводами 5 и 6 элемента DD3.2 и общим проводом.



Примечание.

После настройки опорного генератора подстроечник катушки L1 необходимо зафиксировать в каркасе каплей клея.



Совет.

Для удобства работы с металлоискателем его выносную катушку лучше всего снабдить деревянной или пластмассовой ручкой. Можно, кроме того, сделать несколько выносных катушек разного диаметра.

Подробное описание устройства приводится в [3].

2.9. Детектор металла

Принцип действия

Этот оригинальный детектор (рис. 2.18) реагирует на приближение металлических предметов к магнитной антенне WA1. Сама антенна входит в состав генератора высокой частоты, выполненного на транзисторе VT1. Частоту генератора можно изменять переменным конденсатором (использован конденсатор КПК-2 с изменением емкости от 25 до 150 пФ).

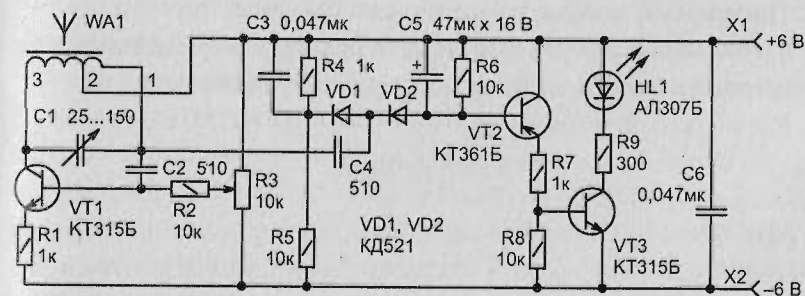


Рис. 2.18. Принципиальная схема детектора металла

Принципиальная схема

С выхода генератора высокочастотный сигнал поступает через конденсатор С4 на выпрямитель (или детектор), собранный на диодах VD1, VD2.

Напряжение, выделяющееся на цепочке С5R6, открывает транзисторы VT2, VT3. Светодиод HL1 загорается. Такого состояния можно добиться перемещением движка переменного резистора R3 от нижнего по схеме вывода.

Приближение к магнитной антенне, например, ножниц, вызовет такое изменение частоты генератора, что напряжение на базе транзистора VT2 начнет уменьшаться. Светодиод будет гаснуть.

Настройка

Изменяя частоту генератора конденсатором С1 и подбрав положение движка переменного резистора R3, необходимо добиться наибольшей чувствительности детектора — он будет реагировать на металлический предмет с расстояния нескольких сантиметров до магнитной антенны.

Возможно, удастся настроить детектор так, что он сможет реагировать даже на приближение руки.

В этом варианте частота генератора будет изменяться из-за изменения емкости колебательного контура генератора.

Конструкция

Магнитная антенна может быть выполнена на стержне диаметром 8 мм и длиной 80 мм из феррита 600НН. Обмотку следует наматывать в один слой проводом ПЭВ-2 0,25. Она должна содержать 83 витка с отводом от 9-го витка, считая от вывода 1.

Описание этого устройства приведено в [4].

2.10. Малогабаритный металлоискатель

Назначение

Малогабаритный металлоискатель может обнаруживать скрытые в стенах гвозди, шурупы, металлическую арматуру на расстоянии нескольких сантиметров.

Принцип действия

В металлоискателе использован традиционный метод обнаружения, основанный на работе двух генераторов, частота одного из которых изменяется при приближении прибора к металлическому предмету. **Отличительная особенность конструкции** — отсутствие самодельных намоточных деталей. В качестве катушки индуктивности использована обмотка электромагнитного реле.

Принципиальная схема

Металлоискатель (рис. 2.19, а) содержит:

- ♦ LC-генератор на элементе DD1.1;
- ♦ RC-генератор на элементах DD2.1 и DD2.2;
- ♦ буферный каскад на DD1.2;
- ♦ смеситель на DD1.3;
- ♦ компаратор напряжения на DD1.4, DD2.3;
- ♦ выходной каскад на DD2.4.

Работает устройство так. Частоту RC-генератора нужно устанавливать близкой к частоте LC-генератора. При этом на выходе смесителя будут присутствовать сигналы не только с частотами обоих генераторов, но и с разностной частотой.

Фильтр низкой частоты R3C3 выделяет сигналы разностной частоты, которые поступают на вход компаратора. На

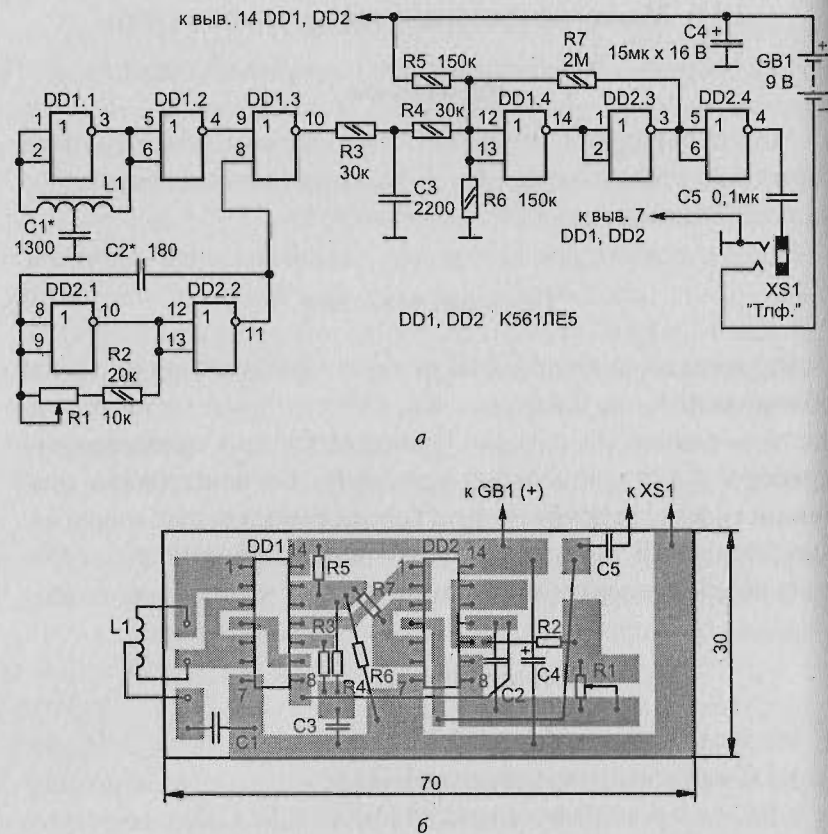


Рис. 2.19. Малогабаритный металлоискатель:
а — принципиальная схема; б — печатная плата

его выходе формируются прямоугольные импульсы такой же частоты.

С выхода элемента DD2.4 они поступают через конденсатор C5 на разъем XS1, в гнездо которого вставляют вилку головных телефонов сопротивлением около 100 Ом.

Конденсатор и телефоны образуют дифференцирующую цепочку, поэтому в телефонах будут раздаваться щелчки с появлением каждого фронта и спада импульсов, т. е. с удво-

енной частотой сигнала. По изменению частоты щелчков можно судить о появлении вблизи прибора металлических предметов.

Элементная база

Вместо указанных на схеме допустимо использовать микросхемы:

- ♦ K561JA7;
- ♦ K564JA7;
- ♦ K564JE5.

Полярный конденсатор — серий K52, K53, остальные — K10-17, КЛС. Переменный резистор R1 — СП4, СПО, постоянные — МЛТ, С2-33. Разъем — с контактами, замыкающимися при вставленной в гнездо вилке телефонов.

Источник питания — батарея «Крона», «Корунд», «Ника» или аналогичный им аккумулятор.

Подготовка катушки

Катушку L1 можно взять, например, из электромагнитного реле РЭС9, паспорт РС4.524.200 или РС4.524.201 с обмоткой сопротивлением около 500 Ом. Для этого реле нужно разобрать и удалить подвижные элементы с контактами.



Примечание.

Магнитная система реле содержит две катушки, намотанные на отдельных магнитопроводах и включенные последовательно.

Общие выводы катушек нужно соединить с конденсатором C1, а магнитопровод также, как и корпус переменного резистора, — с общим проводом металлоискателя.

Печатная плата

Детали устройства, кроме разъема, следует разместить на печатной плате (рис. 2.19, б) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. Одна из ее сторон должна быть оставлена металлизированной и соединена с общим проводом другой стороны.

На металлизированной стороне нужно закрепить батарею питания и «добытую» из реле катушку.

Выводы катушки реле следует пропустить через раззенкованные отверстия и соединить с соответствующими печатными проводниками. Остальные детали размещаются со стороны печати.

Плату устанавите в корпус из пластмассы или жесткого картона, на одной из стенок которого закрепите разъем.

Наладка металлоискателя

Налаживание устройства следует начинать с **установки частоты LC-генератора** в пределах 60—90 кГц подбором конденсатора С1.

Затем нужно переместить движок переменного резистора примерно в среднее положение и подбором конденсатора С2 добиться появления в телефонах звукового сигнала. При перемещении движка резистора в ту или иную сторону частота сигнала должна изменяться.



Примечание.

Для обнаружения металлических предметов переменным резистором предварительно нужно установить возможно меньшую частоту звукового сигнала.

С приближением к предмету частота начнет изменяться. В зависимости от настройки, выше или ниже нулевых биений

(равенства частот генераторов), или вида металла, частота изменится в большую или меньшую сторону.

Подробное описание устройства приведено в [19].

2.11. Простой металлоискатель с высокой чувствительностью

Особенности металлоискателя

Представленный металлоискатель сравнительно прост в изготовлении, не содержит дефицитных элементов, но при этом обладает достаточно высокой чувствительностью.

С его помощью можно обнаружить монету, закопанную в грунт на глубину 15—20 см.

Принцип действия

Поиск металлических предметов в грунте базируется в основном на двух физических явлениях. Одно из них — **влияние магнитных свойств предмета на индуктивность катушки** или на коэффициент связи между двумя катушками. Указанные величины могут возрастать или уменьшаться в зависимости от относительной магнитной проницаемости материала.

Все известные вещества по магнитным свойствам делят на три группы:

- ♦ **диамагнетики** (висмут, стекло, медь, вода, серебро);
- ♦ **парамагнетики** (алюминий, кремний, воздух, платина, палладий);
- ♦ **ферромагнетики** (кобальт, никель, железо, закись железа, сталь).

**Примечание.**

Различия в проницаемости диамагнетиков и парамагнетиков весьма незначительны. Но ферромагнитные материалы выделяются по этому признаку очень сильно.

Второе явление — **вихревые токи**, возникающие в электропроводных предметах, находящихся в переменном магнитном поле. Интенсивность токов зависит как от размеров и формы предмета, так и от удельного электрического сопротивления его материала.

**Пример.**

В плоской металлической пластине вихревые токи намного сильнее, чем в предмете сложной формы с неровной поверхностью.

Имеет значение и **положение предмета в магнитном поле** (количество пронизывающих его силовых линий). Если учесть еще зависимость эффекта от расстояния и влияние грунта, станет очевидным, насколько сложна задача.

Описываемый **простой металлоискатель** работает по принципу **TR/IB**. Это сокращение расшифровывается как **Transmit-Receive/Induction Balance** — передача, прием и баланс индукции. При этом в датчике устанавливают две катушки, передающую и приемную. Присутствие металла изменяет индуктивную связь между ними, что влияет на принимаемый сигнал.

Его датчик состоит из двух катушек. Прибор содержит всего два транзистора и одну микросхему.

Принципиальная схема

Приведенная на **рис. 2.20** схема довольно проста. Генератор на транзисторе VT1 работает в режиме прерывистых колебаний. Он генерирует одновременно **две частоты** — высокую и низкую, причем высокочастотные колебания дополнительно промодулированы низкочастотными.

С началом генерации конденсатор C2 заряжается через диод VD1. По достижении определенного напряжения на C2 высокочастотные колебания срываются, и конденсатор разряжается через резистор R1. Через некоторое время колебания возникают вновь, и цикл повторяется.

Между коллектором и базой транзистора VT1 включены передающие катушки L1—L3, конструктивно выполненные таким образом, что емкостные воздействия на них окружающих предметов взаимно уничтожаются.

Конденсатор C5, расположенный в непосредственной близости от катушек, определяет генерируемую частоту.

Катушки L4 и L5 — приемные, они размещены рядом с передающими. Охватываемые витками приемных и передающих катушек зоны частично перекрываются.

В отсутствие металлических предметов индуктированный в приемных катушках сигнал скомпенсирован поступающим непосредственно от генератора через переменный конденсатор C6. Появившийся рядом металл нарушает баланс. Сигнал поступает на инвертирующий вход компаратора DA1, который сравнивает его с постоянным напряжением.

Последнее устанавливают переменными резисторами R5 (ГРУБО) и R6 (ТОЧНО). Диод VD2 необходим, чтобы на вход компаратора поступало только положительное напряжение.

Если сигнал выше установленного порога, на выходе компаратора появляется напряжение, открывающее транзистор VT2.

Так как через компаратор проходят вершины всплеск сигнала, в акустической головке BA1 (мощность — 0,1 Вт,

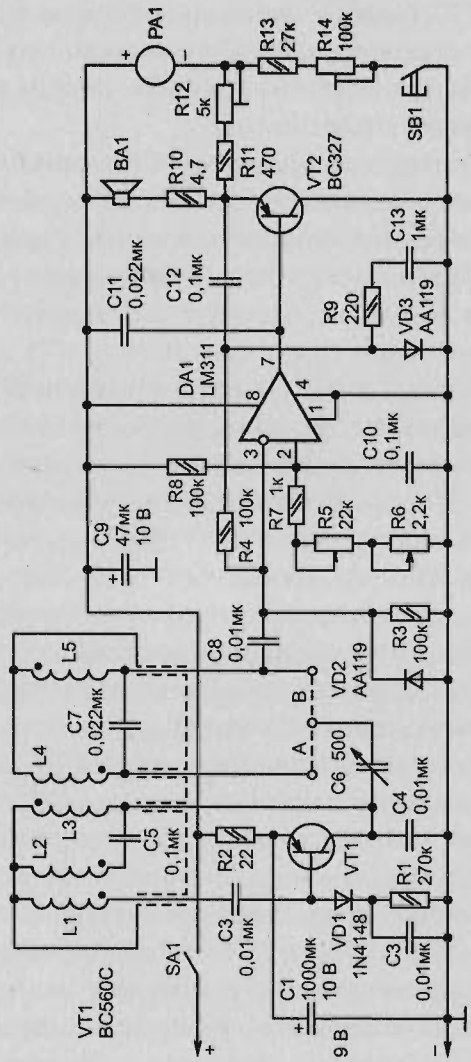


Рис. 2.20. Принципиальная схема простого металлоискателя с высокой чувствительностью

сопротивление — не менее 8 Ом) слышен звук. Изменение связи между передающими и приемными катушками влияет на амплитуду принятого сигнала, что, в свою очередь, приводит к изменению ширины импульсов на выходе компаратора. На слух это воспринимается как изменение громкости и тембровой окраски звука.

Выпрямленное диодом VD3 напряжение отрицательной полярности, пропорциональное уровню сигнала на коллекторе транзистора VT2, возвращается на вход компаратора. Этим достигается автоматическая регулировка порога, компенсирующая медленные изменения наведенного в приемных катушках сигнала.

На выходе прибора имеется микроамперметр PA1 с током полного отклонения 100—250 мкА. Поэтому судить о наличии вблизи катушек металлических предметов можно и по колебаниям его стрелки. При нажатой кнопке SB1 с помощью микроамперметра можно проконтролировать напряжение батареи питания.

Конструкция металлоискателя

Хорошей работы металлодетектора можно достигнуть лишь при правильном изготовлении датчика, чертеж которого показан на рис. 2.21.

Каркасами катушек служат две пластины из органического стекла или другого прочного диэлектрического материала. Древесина в данном случае не годится из-за своей гигроскопичности. По периметру каждой пластины в ее

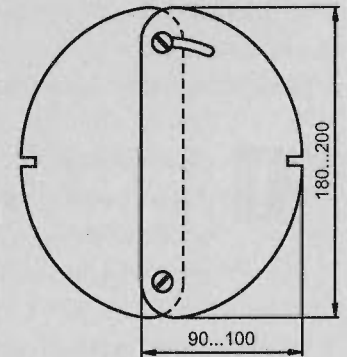


Рис. 2.21. Чертеж датчика

кромке фрезой или напильником нужно сделать канавку для укладки обмоток.

Все катушки нужно наматывать медным проводом диаметром 0,3 мм с эмалевой изоляцией. Начало провода следует закрепить каплей клея в точке А каркаса, намотать 22 витка катушки L2 по часовой стрелке.

Конец обмотки также нужно приклеить к пластине в точке А. Не обрезая провод, желателно очистить от изоляции его небольшой участок и припаять к нему начало другого отрезка провода, которым намотать четыре витка против часовой стрелки — катушку L1.

После этого проводом, которым была намотана катушка L2, нужно сделать еще 22 витка по часовой стрелке — катушку L3. Выводы всех обмоток следует прочно приклеить к пластине — каркасу в точке А.

Катушки L4 и L5 предлагается разместить на второй пластине. Каждая из них начинается и заканчивается в точке В и содержит по 36 витков, намотанных в одном и том же направлении.

Конденсаторы С5 и С7 нужно припаять непосредственно к выводам катушек в соответствии со схемой и приклеить к пластинам.

Пластины с обмотками следует наложить друг на друга и скрепить вместе болтами из изоляционного материала (на пример, нейлона), как показано на **рис. 2.21**.



Примечание.

Дугообразный пропил в одной из пластин позволяет при настройке прибора зафиксировать пластины в оптимальном положении.

Всю сборку лучше всего закрепить на конце деревянного или пластмассового стержня длиной 1—1,5 м.



Внимание.

Для закрепления сборки ни в коем случае нельзя пользоваться металлическими шурупами, винтами или гайками.

На противоположном (верхнем) конце стержня нужно установить корпус (можно металлический) с печатной платой прибора.

Рукоятки органов управления (SA1, SB1, С6, R5 и R6) желателно вывести на переднюю панель корпуса. Катушки L1 — L5 нужно соединить с платой металлодетектора экранированными проводами.

Настройка металлоискателя

Перед настройкой металлоискателя обе пластины с катушками следует развернуть под максимальным углом, не фиксируя их. Проволочные перемычки А и В пока не устанавливать.

После включения питания при определенном положении переменных резисторов R5 и R6 в головке ВА1 должен быть слышен звук. Медленно сдвигать катушки (вблизи них не должно быть никакого металла) до тех пор, пока громкость звука не начнет уменьшаться.

Вращая оси переменных резисторов и передвигая катушки, необходимо добиться минимальной громкости. Иногда для этого требуется несколько попыток. Найдя минимум, катушки еще немного (менее чем на 1 мм) сдвинуть и зафиксировать.

Далее металлоискатель можно выключить и установить проволочную перемычку А. После включения питания нужно попытаться найти положение ротора конденсатора С6, в котором звука не слышно. Если этого сделать не

удастся, перемычку А придется удалить, установить перемычку В и повторить попытку.



Примечание.

Если и это не помогло, положение катушек, вероятно, было найдено неправильно.

Последняя возможность настроить металлоискатель — подключить конденсатор емкостью 470 пФ параллельно С6 и еще раз попытаться найти точку баланса. В случае неудачи придется изготовить другие катушки, строго соблюдая все рекомендации.

Приступая к регулировке узла контроля напряжения питания, последнее установить равным 9 В. С помощью R5 и R6 добиться, чтобы звук из головки ВА1 слышен не был, а стрелка микроамперметра РА1 не отклонялась. Нажав на кнопку SB1, с помощью R14 установить стрелку на последнее деление шкалы. Уменьшив напряжение питания до 7 В, отметить положение стрелки, соответствующее минимально допустимому напряжению.

Остается отрегулировать чувствительность прибора переменным резистором R12 по собственному усмотрению.

Иногда слышимый в головке ВА1 звук сопровождается гулом с частотой 100—150 Гц. Чтобы избавиться от гула, следует включить последовательно с R1 подстроечный резистор сопротивлением 50 кОм и подобрать положение его движка.

Начало работы

Прежде чем начать работу с металлодетектором, нужно убедиться, что при малейшем отклонении ротора конденсатора С6 от точки баланса в головке ВА1 раздается звук.

Приобретя некоторый опыт, удастся, устанавливая С6 в различные положения, даже отличать диамагнитные материалы от парамагнитных.

Полное описание конструкции приведено в [16].

2.12. Индикатор металлических предметов

Назначение индикатора

При проведении строительных и ремонтных работ нелишней будет информация о наличии и месторасположении различных металлических предметов (гвоздей, труб, арматуры) в стене, полу и т. д. Поможет в этом устройство, описание которого приводится в этом разделе.

Параметры по обнаружению:

- ♦ большие металлические предметы — 10 см;
- ♦ труба диаметром 15 мм — 8 см;
- ♦ винт М5 × 25 — 4 см;
- ♦ гайка М5 — 3 см;
- ♦ винт М2,5 × 10 — 1,5 см.

Принцип действия

Принцип работы металлоискателя основан на свойстве металлических предметов вносить затухание в частотоподающий LC-контур автогенератора. Режим автогенератора устанавливаются вблизи точки срыва генерации, и приближение к его контуру металлических предметов (в первую очередь ферромагнитных) заметно снижает амплитуду колебаний или приводит к срыву генерации.

Если индицировать наличие или отсутствие генерации, то можно определять место расположения этих предметов.

Принципиальная схема

Схема устройства приведена на **рис. 2.22, а**. Оно имеет звуковую и световую индикацию обнаруженного предмета. На транзисторе VT1 собран ВЧ автогенератор с индуктивной связью. Частотоподающий контур L1C1 определяет частоту генерации (около 100 кГц), а катушка связи L2 обеспечивает необходимые условия для самовозбуждения. Резисторами R1 (ГРУБО) и R2 (ПЛАВНО) можно устанавливать режимы работы генератора.

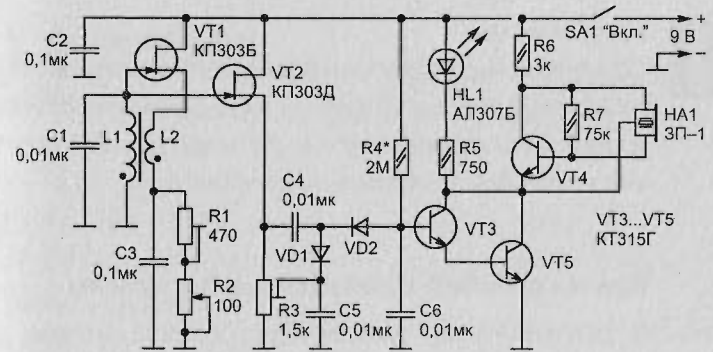
На транзисторе VT2 собран истоковый повторитель, на диодах VD1, VD2 — выпрямитель, на транзисторах VT3, VT5 — усилитель тока, а на транзисторе VT4 и пьезоизлучателе BF1 — звуковой сигнализатор.

При отсутствии генерации ток, протекающий через резистор R4, открывает транзисторы VT3 и VT5, поэтому светодиод HL1 будет светить, а пьезоизлучатель издавать тональный сигнал на резонансной частоте пьезоизлучателя (2—3 кГц).

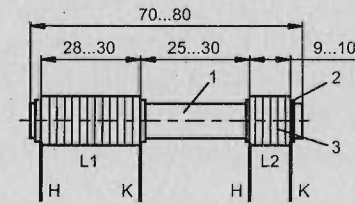
Если ВЧ автогенератор будет работать, то его сигнал с выхода истокового повторителя выпрямляется, и минусовое напряжение с выхода выпрямителя закрывает транзисторы VT3, VT5. Светодиод погаснет, звучание сигнала затора прекратится.

При приближении контура к металлическому предмету амплитуда колебаний в нем будет уменьшаться, либо генерация сорвется. В этом случае минусовое напряжение на выходе детектора будет снижаться и через транзисторы VT3, VT5 начнет протекать ток.

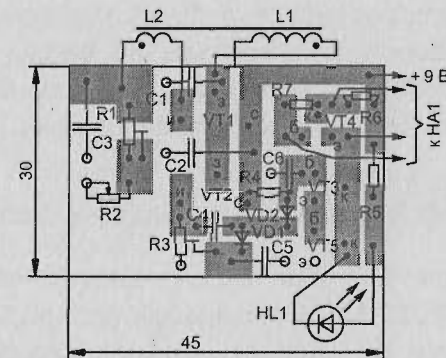
Светодиод зажжется, раздастся звуковой сигнал, что укажет на наличие вблизи контура металлического предмета.



а



б



в

Рис. 2.22. Индикатор металлических предметов:
а — принципиальная схема; б — конструкция катушки индуктивности;
в — печатная плата и размещение элементов

**Примечание.**

Со звуковым сигнализатором чувствительность устройства выше, поскольку он начинает работать при токе в доли миллиампера, в то время как для светодиода необходим значительно больший ток.

Элементная база и рекомендуемые замены

Вместо указанных на схеме, в устройстве можно применить транзисторы КП303А (VT1), КП303В, КП303Г, КП303Е (VT2), КТ315Б, КТ315Д, КТ312Б, КТ312В (VT3 — VT5) с коэффициентом передачи тока не менее 50.

Светодиод — любой с рабочим током до 20 мА, диоды VD1, VD2 — любые из серий КД503, КД522.

Конденсаторы — серий КЛС, К10-17, переменный резистор — СП4, СПО, подстроечные — СП3-19, постоянные — МЛТ, С2-33, Р1-4.

Устройство питается от батареи с общим напряжением 9 В. Потребляемый ток составляет 3—4 мА, когда светодиод не горит, и возрастает примерно до 20 мА, когда он зажигается.

Если прибором пользоваться не часто, то выключатель SA1 можно не устанавливать, подавая напряжение на устройство подсоединением батареи питания.

Конструкция катушек индуктивности

Конструкция катушки индуктивности автогенератора показана на рис. 2.22, б — она аналогична магнитной антенне радиоприемника. На круглый стержень 1 из феррита диаметром 8—10 мм и проницаемостью 400—600 надевают бумажные гильзы 2 (2-3 слоя плотной бумаги), на них наматывают виток к витку проводом ПЭВ-20,31 катушки L1 (60 витков) и L2 (20 витков) — 3.

**Примечание.**

Намотку при этом надо проводить в одном направлении и правильно подсоединить выводы катушек к автогенератору.

Кроме того, катушка L2 должна перемещаться по стержню с небольшим трением. Обмотку на бумажной гильзе можно закрепить скотчем.

Печатная плата

Большинство деталей размещается на печатной плате (рис. 2.22, в) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. Вторая сторона оставлена металлизированной и используется в качестве общего провода.

Пьезоизлучатель размещен на обратной стороне платы, но его надо изолировать от металлизации с помощью изоляции или скотча.

Плату и батарею следует разместить в пластмассовом корпусе, причем катушку нужно устанавливать как можно ближе к боковой стенке.

**Совет.**

Для повышения чувствительности устройства плату и батарею надо разместить на расстоянии нескольких сантиметров от катушки.

Максимальная чувствительность будет с той стороны стержня, на которой намотана катушка L1. Мелкие металлические предметы удобнее обнаруживать с торца катушки, это позволит более точно определять их местоположение.

Наладка

Налаживать устройство рекомендуется в такой последовательности:

- ♦ **шаг 1** — подобрать резистор R4 (для этого временно отпаять один из выводов диода VD2 и установить резистор R4 такого максимально возможного сопротивления, чтобы на коллекторе транзистора VT5 было напряжение 0,8—1 В, при этом светодиод должен светить, а звуковой сигнал звучать).
- ♦ **шаг 2** — установить движок резистора R3 в нижнее по схеме положение и припаять диод VD2, а катушку L2 отпаять, после этого транзисторы VT3, VT5 должны закрыться (светодиод погаснет);
- ♦ **шаг 3** — аккуратно перемещая движок резистора R3 вверх по схеме, добиться открывания транзисторов VT3, VT5 и включения сигнализации;
- ♦ **шаг 4** — установить движки резисторов R1, R2 в среднее положение и припаять катушку L2.



Примечание.

При приближении L2 вплотную к L1 должна возникнуть генерация, а сигнализация выключиться.

- ♦ **шаг 5** — катушку L2 удалить от L1 и добиться момента срыва генерации, а резистором R1 ее восстановить.



Совет.

При настройке надо стремиться, чтобы катушка L2 была удалена на максимальное расстояние, а резистором R2 можно было бы добиваться срыва и восстановления генерации.

- ♦ **шаг 6** — установить генератор на грани срыва и проверить чувствительность устройства.

На этом **настройка** металлоискателя считается завершённой. Описание устройства приводится в [18].

2.13. Универсальный металлоискатель

Назначение и возможности

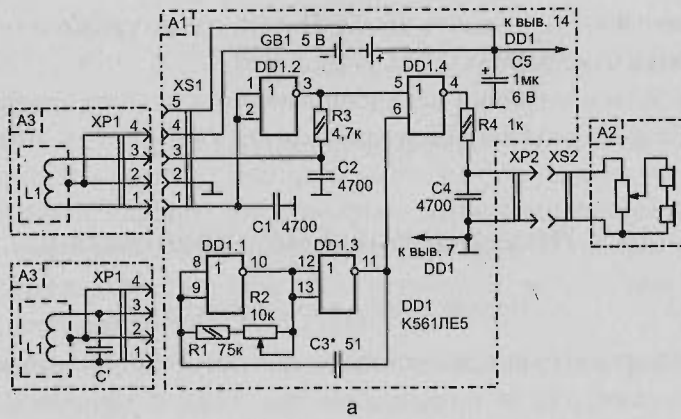
Универсальный металлоискатель способен обнаруживать как мелкие, так и крупные металлические предметы. Он снабжен несколькими сменными катушками диаметром от 25 до 250 мм. Это позволяет обнаруживать местоположение мелких предметов с точностью до миллиметров на расстоянии нескольких сантиметров, а крупные предметы — на расстоянии нескольких десятков сантиметров.

Принципиальная схема

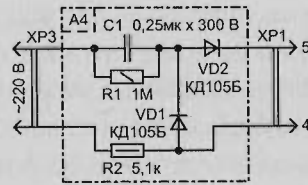
Принципиальная схема приведена на **рис. 2.23, а**. Принцип ее работы традиционный. Металлоискатель содержит **опорный генератор**, собранный из логических элементов DD1.1 и DD1.3 с частотой генерации примерно 100 кГц и **«металлочувствительный» генератор** на элементе DD1.2 и одной из выносных катушек индуктивности, подключаемых к генератору через разъем XS1.

Сигналы обоих генераторов поступают на смеситель, собранный на элементе DD1.4. К выходу смесителя через фильтр R4C4, «срезающий» высшие частоты, подключены головные телефоны. Для получения большей громкости звука капсулы телефонов соединены последовательно.

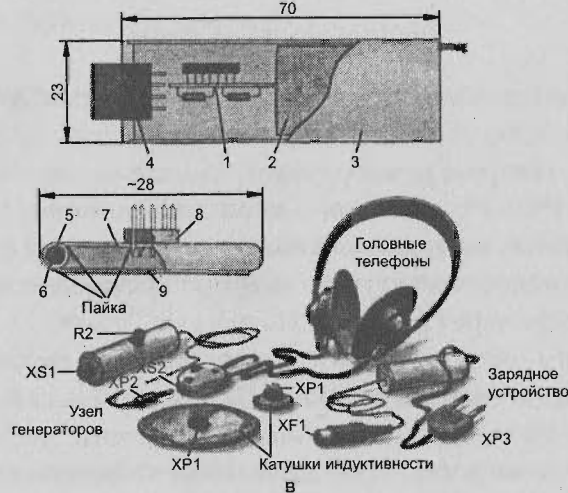
Металлоискатель питается от батареи GB1, но выключателя питания в ее цепи нет — питающее напряжение пода-



а



б



в

Рис. 2.23. Универсальный металлоискатель:
а — принципиальная схема; б — простое зарядное устройство;
в — печатная плата

ется на микросхему через контакты 2, 4 при подключении сменной катушки.

Принцип действия

Пока вблизи выносной (сменной или поисковой) катушки нет металла, в телефонах будет звук вполне определенной тональности, установленной переменным резистором R2. При приближении же катушки к металлическому предмету тональность звука будет изменяться.

Элементная база и рекомендуемые замены

Кроме указанной на схеме, можно применить микросхемы K561ЛА7, K564ЛА7, K564ЛЕ5.

Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, переменный R2 — СП5-2 или другой малогабаритный.

Оксидный конденсатор C5 может быть K50-6, K53-1, остальные конденсаторы — КЛС, КМ.

Головные телефоны — ТОН-2А с регулятором громкости.



Совет.

Головные телефоны желательно немного доработать — установить на корпусе регулятора громкости гнездо XS2 от малогабаритных телефонов (в это гнездо вставляют вилку XP2 от таких же телефонов), удалив предварительно провод с вилкой. Затем соединить капсулы последовательно.

Источник питания — батарею GB1 рекомендуется составить из четырех последовательно соединенных аккумуляторов Д-0,1 или Д-0,06. Поскольку аккумуляторы со временем истощаются, для подзарядки батареи используют простое

зарядное устройство (рис. 2.23, б), включаемое в разъем XS1 с помощью пятиштырьковой вилки.

Конструкция металлоискателя

Детали металлоискателя, кроме разъемов, батареи и переменного резистора, лучше всего смонтировать на небольшой печатной плате (рис. 2.23, в). Эту плату вместе с батареей аккумуляторов 2 следует разместить в небольшом корпусе 3, например, в коробке из-под лекарств.

На крышке коробки нужно закрепить разъем 4, а через отверстие в дне пропустить двухпроводный шнур, концы проводов которого припаять к разъему XP2. Переменный резистор R2 нужно закрепить на боковой стенке коробки.

Намотка сменных катушек

Для каждой из сменных катушек нужно намотать обмотку 5, которую обмотать слоем лакоткани, а поверх — медной луженой фольгой 6.



Примечание.

Начало и конец обмотки из фольги не должны касаться друг друга, поэтому между ними оставляют зазор в несколько миллиметров.

Затем из фольгированного материала следует изготовить основание 7 в виде диска, на котором пайкой закрепить разъем 8. С внутренней стороны на основании оставить по краю кольцевую, фольгированную полосу, не замкнутую на концах, а также полосу-проводник к разъему (с этой полоской соединяют контакты 2 и 4 разъема).

К основанию припаять фольговую обмотку катушки так, чтобы зазоры обмотки и кольцевой полоски основания совпали.

В случае необходимости на основании разместить конденсатор С', выводы которого нужно подпаять к выводам 3 и 1 разъема, т. е. подключить параллельно катушке индуктивности.

После проверки катушки (омметром) и подбора конденсатора С' (при налаживании металлоискателя) припаять крышку 9 из фольгированного материала, изготовленную наподобие основания с незамкнутой кольцевой полоской.



Примечание.

Обмотка должна содержать такое количество витков:

- для катушки диаметром 25 мм — 150 витков провода ПЭВ-1 0,1;
- для катушки диаметром 75 мм — 80 витков ПЭВ-1 0,18;
- для катушки диаметром 200 мм — 50 витков ПЭВ-1 0,3.

Детали зарядного устройства можно разместить в таком же корпусе, что использован для генераторов. Внешний вид узлов металлоискателя показан на рис. 2.23, в.

Настройка металлоискателя

После изготовления одной из сменных катушек, например, самой малогабаритной, подключить ее к разъему XS1. Движок резистора R2 установить в среднее положение и, подключив головные телефоны, подбором конденсатора С3 добиться звука низкого тона в них. При приближении к катушке металлического предмета тональность звука должна изменяться.

Затем изготовить катушку другого диаметра и, не припаяв крышку, подключить катушку к разъему XS1.



Совет.

Желательно, чтобы индуктивность катушки получилась на 5—10 % меньше ранее изготовленной.

Подбором конденсатора С (если это понадобится) добиться звука примерно такой же тональности, что и в первом случае.

Аналогично изготавливают и настраивают катушки других размеров.

Подробная методика изготовления катушек и прибора приведена в [21].

2.14. Металлоискатель на микросхеме серий K176, K561, K564

Принцип действия

Принцип действия этого металлоискателя основан на сравнении частот двух генераторов, один из которых **опорный** со стабильной частотой, а частота другого (**поискового**) изменяется под влиянием близко расположенных металлических предметов.

Принципиальная схема

Принципиальная схема приведена на **рис. 2.24, а**. Опорный генератор собран на элементе DD1.1. Через резистор R1 и катушку индуктивности L1 осуществляется отрицательная обратная связь по постоянному току между выходом и входом элемента. Благодаря этому элемент выходит

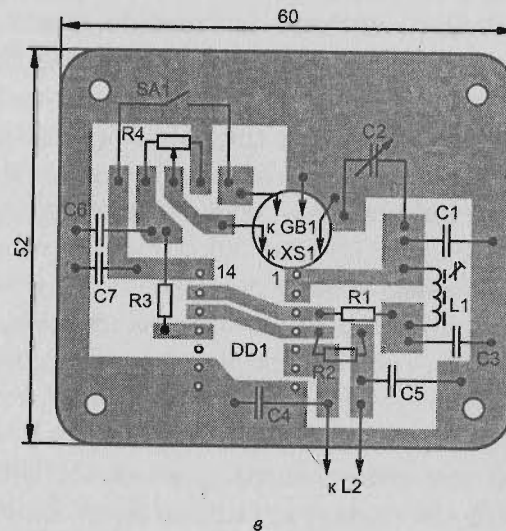
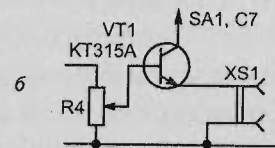
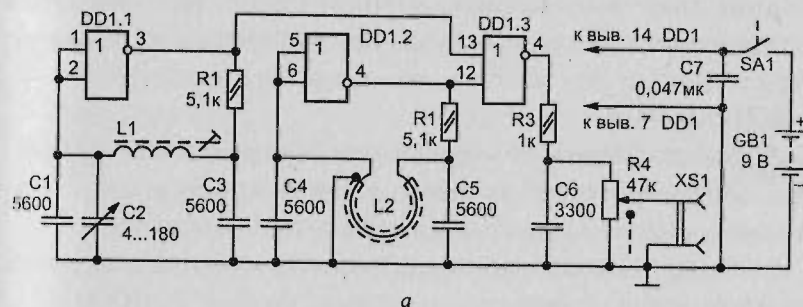


Рис. 2.24. Металлоискатель на микросхеме серий K176, K561, K564:
а — принципиальная схема; б — печатная плата;
в — дополнительный согласующий каскад

на линейный участок передаточной характеристики. Этим создаются условия для возбуждения каскада на частоте примерно 100 кГц. Эта частота определяется параметрами контура L1C1C2C3.

Логический элемент микросхемы обладает высоким входным сопротивлением, поэтому добротность контура и стабильность частоты генератора сравнительно высоки.

Резистор R1 ослабляет шунтирующее влияние выходного сопротивления элемента на контур. Форма колебаний на контуре синусоидальная, а на выходе элемента — прямоугольная. Частоту колебаний можно изменять в небольших пределах конденсатором переменной емкости C2.

Поисковый генератор собран на элементе DD1.2 по аналогичной схеме, но катушка индуктивности L2 — выносная, заключенная в экранирующую металлическую трубку.

Прямоугольные колебания с эталонного и поискового генераторов поступают на входы элемента DD1.3, работающего смесителем сигналов.

На выходе элемента будут как сигналы основных частот генераторов, так и разностных и суммарных частот (в том числе и частот гармонических составляющих).



Примечание.

Одним из самых мощных будет сигнал разностной частоты — он и выделяется на резисторе R4.

Остальные сигналы подавляются фильтром R3C6.

Амплитуда выходного сигнала элемента DD1.3 достаточно большой, составляет несколько вольт. Поэтому необходимости в дополнительном усилителе ЗЧ нет.

К выходному разъему XS1 подключают высокоомные головные телефоны, например, ТОН-2 с последовательно

соединенными капсюлями. Громкость звука регулируется переменным резистором R4.



Совет.

При использовании низкоомных телефонов металлоискатель следует дополнить каскадом на транзисторе VT1 (рис. 2.24, в), установив резистор R3 сопротивлением 10 кОм, а конденсатор C6 емкостью 1000 пФ.

Элементная база и рекомендуемые замены

В металлоискателе можно использовать микросхемы серий K176, K561, K564, содержащие не менее трех логических элементов ИЛИ-НЕ или И-НЕ, например, K561ЛЕ5, K561ЛА7, K561ЛА9, K561ЛЕ10.

Переменный конденсатор — от радиоконструктора «Юность КП101» или другой малогабаритный с максимальной емкостью не менее 150 пФ. Остальные конденсаторы — КЛС, КМ, КТ, причем конденсаторы C1, C3—C5 должны быть с ТКЕ не хуже M750, M1500. Это повысит термостабильность устройства.

Переменный резистор R4 — СПЗ-3в сопротивлением 68, 47, 33, 22 и даже 10 кОм, но механически соединенный с выключателем питания SA1, остальные резисторы — МЛТ мощностью 0,125 Вт.

Катушка L1 выполнена на трехсекционном каркасе контура ПЧ радиоприемника «Сокол-403», помещенном в броневой сердечник диаметром 8,6 мм из феррита 600НН с подстроечником диаметром 2,8 мм и длиной 12 мм из такого же феррита. Она должна содержать 200 витков провода ПЭВ-2, 0,09.

Изготовление катушек

Катушку L2 выполняют так. В алюминиевую тонкостенную трубку диаметром примерно 7 мм и длиной около 950 мм продеть 18 проводников МГТФ-0,07. Затем трубку согнуть на оправке, а витки соединить последовательно друг с другом.

Индуктивность катушки должна быть равна примерно 350 мкГн. Концы трубки оставить разомкнутыми, но к одному из них подключить проводник, соединенный с общим проводом.

Конструкция

Разъем XS1 — розетка для подключения головных телефонов. Источник питания — батарея «Крона» или аккумулятор.

Детали металлоискателя, кроме катушки L2, батареи и разъема, следует разместить на печатной плате (рис. 2.24, б) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1—1,5 мм со стороны печатных проводников.

Неиспользуемые входные выводы четвертого элемента микросхемы следует соединить с общим проводом.

Печатную плату желательно разместить в металлическом корпусе (лучше алюминиевом). В нем нужно прорезать окна под ручки резистора R4 и конденсатор C2. К верхней части корпуса нужно прикрепить катушку L2, а к нижней — ручку, внутри которой размещен источник питания, а снаружи установлен разъем XS1.

Наладка

При правильном монтаже и исправных деталях налаживание сводится к установке требуемой частоты эталонного генератора. Для этого ручку конденсатора C2 следует уста-

навливать примерно в среднее положение. Подстроечным конденсатором C2 катушки L1 желательнее добиться в телефонах нулевых биений (пропадания звука).

Если настройка правильная, при незначительном повороте ручки конденсатора в любую сторону в телефонах будет появляться звук низкого тона. Такую настройку нужно проводить на расстоянии не менее метра от массивных металлических предметов.

Использование металлоискателя

Пользуются металлоискателем так. Конденсатором C2 устанавливают возможно меньшую частоту биений. Это позволит повысить его чувствительность, поскольку будут заметны даже небольшие изменения частоты перестраиваемого генератора. К сожалению, очень низкую частоту выставить не удастся, потому что на ней громкость звука в телефонах резко падает.

При приближении катушки L2 к металлическому предмету ее индуктивность будет изменяться, а, значит, изменится и частота поискового генератора.



Правило.

Если обнаруженный предмет сделан из магнитного материала (железа, феррита, никеля), индуктивность увеличится, а частота уменьшится. Если обнаружен предмет из немагнитного материала (алюминия, меди, латуни), то индуктивность уменьшится, а частота увеличится.



Совет.

Следуя указанному выше правилу, при поиске магнитных материалов частоту опорного генератора следует устанавливать выше частоты поискового генератора.

Тогда при приближении к такому материалу частота поискового генератора будет уменьшаться, а частота биений — увеличиваться.



Совет.

При поиске немагнитных материалов частоту опорного генератора следует устанавливать ниже частоты поискового.

Если же сразу установить частоту опорного генератора выше частоты поискового на 400—500 Гц, то увеличение частоты биений будет свидетельствовать о приближении металлоискателя к предмету из магнитного металла, а уменьшение ее — к немагнитному.

Полное описание устройства, методика настройки и монтажа приводятся в [20].

2.15. Простой металлоискатель на микросхеме UCY7400

Состав

Металлоискатель, схема которого приведена на рис. 2.25, можно собрать всего за несколько минут. Он состоит из небольшого числа элементов:

- ♦ двух практически идентичных LC-генераторов, выполненных на элементах DD1.1—DD1.4;
- ♦ детектора по схеме удвоения выпрямленного напряжения на диодах VD1, VD2;
- ♦ высокоомных (2 кОм) головных телефонов BF1.

Изменение тональности звучания головных телефонов и свидетельствует о наличии под катушкой-антенной металлического предмета.

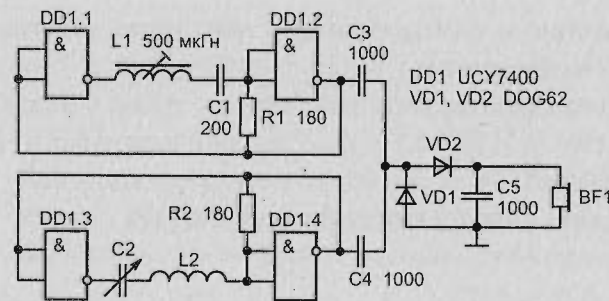


Рис. 2.25. Принципиальная схема простого металлоискателя на микросхеме UCY7400

Принципиальная схема

Генератор, собранный на элементах DD1.1 и DD1.2, самовозбуждается на частоте резонанса последовательного колебательного контура L1C1, настроенного на частоту 465 кГц. Могут быть успешно использованы готовые элементы, например, от фильтра ПЧ супергетеродинного приемника.

Частота второго генератора (DD1.3, DD1.4) определяется двумя составляющими:

- ♦ индуктивностью катушки-антенны L2 (30 витков провода ПЭЛ 0,4 на оправке диаметром 200 мм);
- ♦ емкостью конденсатора переменной емкости C2, позволяющего перед поиском настроить металлоискатель на обнаружение предметов определенной массы.

Биения, возникшие в результате смешения колебания обоих генераторов, детектируются диодами VD1, VD2, фильтруются конденсатором C5 и поступают на головные телефоны BF1.

Конструкция и детали

Все устройство может быть собрано на небольшой печатной плате, что позволяет при питании от плоской батареи

для карманного фонаря сделать его очень компактным и удобным в обращении.

При повторении металлоискателя можно использовать микросхему К155ЛА3, любые высокочастотные германиевые диоды и КПЕ от радиоприемника «Альпинист».

Описание конструкции приведено в [1].

2.16. Устройство для обнаружения движущихся металлических предметов

Назначение и принцип действия

Принцип действия описываемого устройства основан на влиянии вихревых токов, возникающих в металлическом предмете, на добротность катушки, создающей магнитное поле.

Его можно использовать во многих случаях:

- ♦ для выявления нежелательных металлических предметов в движущейся массе какого-либо сырья или готовой продукции;
- ♦ для подсчета металлических деталей или числа транспортных средств, следующих через контрольный пункт и т. д.

Принципиальная схема

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 2.26. Оно состоит из четырех основных частей:

- ♦ генератора (VT1, VT2);
- ♦ узла обработки его сигнала (VT3, DA1);
- ♦ электронного реле (VT4, VT5, K1);
- ♦ датчика, которым служит катушка L1, образующая с конденсаторами C1 и C2 колебательный контур генератора.

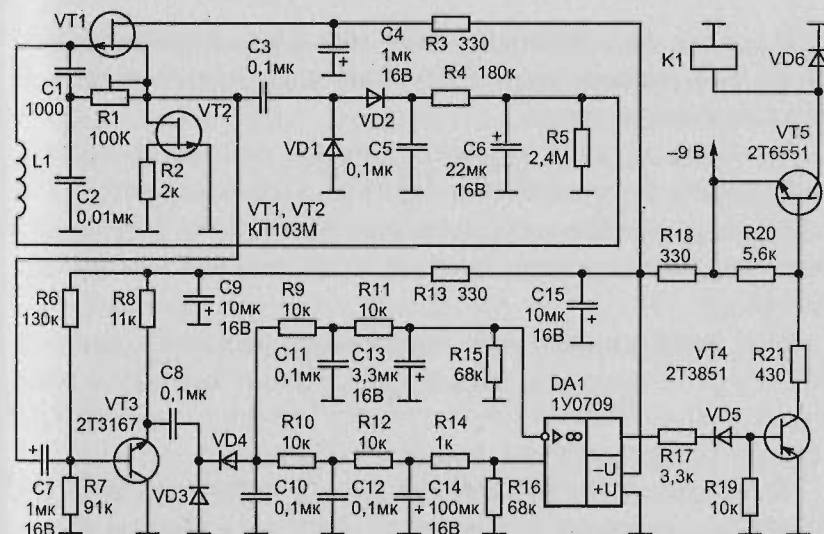


Рис. 2.26. Принципиальная схема устройства для обнаружения движущихся металлических предметов

Транзистор VT2 выполняет функции источника стабильного тока и динамической нагрузки транзистора VT1. Амплитуда генерируемых колебаний стабилизируется благодаря подаче на затвор этого транзистора (через интегрирующую цепь R4C6R5 и катушку L1) постоянной составляющей выпрямленного диодами VD1, VD2 выходного напряжения генератора.

Узел обработки сигнала содержит:

- ♦ эмиттерный повторитель на транзисторе VT3;
- ♦ выпрямитель, выполненный по схеме удвоения напряжения на диодах VD3, VD4;
- ♦ интегрирующие цепи R9C11R11C13 и R10C12R12C14 с разными постоянными времени и компаратор на ОУ DA1.

В установившемся режиме выходное напряжение компаратора равно нулю, транзисторы VT4, VT5 закрыты, а реле K1 обесточено.

В момент включения питания потенциал затвора транзистора VT1 равен нулю, его крутизна максимальна, и генератор самовозбуждается.

По мере зарядки конденсатора С6 амплитуда колебаний плавно уменьшается и через несколько секунд стабилизируется на некотором уровне. Примерно к этому же времени устанавливается нулевое напряжение на выходе ОУ DA1.

При приближении металлического предмета к катушке L1 потери в контуре L1C1C2 возрастают, и амплитуда генерируемых колебаний на некоторое время (определяется параметрами элементов цепи R4C6R5) падает.

В результате напряжение на выходе выпрямителя (VD3, VD4), а с небольшой задержкой — и на инвертирующем входе ОУ DA1 уменьшается. Поскольку потенциал его другого входа к этому времени измениться не успевает (из-за большей постоянной времени цепи R10C12R12C14), выходное напряжение компаратора скачком понижается.

При этом открываются транзисторы VT4, VT5, и реле К1 срабатывает, подавая команду на остановку ленты транспортера или включая сигнализацию. При указанных на схеме номиналах элементов интегрирующих цепей устройство обнаруживает предметы, движущиеся со скоростью более 0,5 м/с.

Регулировка

Чувствительность можно регулировать подстроечным резистором R1. Медленные колебания напряжения на входах интегрирующих цепей (когда скорость перемещения металлических предметов меньше указанной) не вызывают появления разности потенциалов на входах ОУ DA1, поэтому компаратор не срабатывает.

Не реагирует устройство и на неподвижные металлические предметы, находящиеся поблизости от катушки L1.

Примененные детали

Катушка L1 изготовлена в виде круглой рамки диаметром 320 мм и содержит 250 витков многожильного обмоточного провода (литцендрата) ПЭЛ 35 × 0,05. Индуктивность катушки 42 мГн, сопротивление постоянному току 32 Ом. Частота генерируемых устройством колебаний — около 23,5 кГц.

В устройстве можно применить ОУ К553УД1А, транзисторы серий КТ315 (VT3), КТ349 (VT4), КТ608А (VT5), диоды серий Д220 (VD1—VD5) и Д223 (VD6), реле РЭС9 (паспорт РС4.524.202).

Описание устройства приведено в [28].

2.17. Простой металлоискатель с индикатором на УКВ (FM) приемник (64—108 МГц)

Особенности схемы

Схему этого металлоискателя отличает простота изготовления и необычный принцип работы:

- ♦ в качестве индикатора используется УКВ (FM) приемник (64—108 МГц);
- ♦ в качестве поисковой катушки — отрезок телевизионного кабеля.

За счет того, что генератор на транзисторе VT3 (маломощный передатчик) работает на высокой частоте, удалось добиться высокой чувствительности и упростить конструкцию катушки.

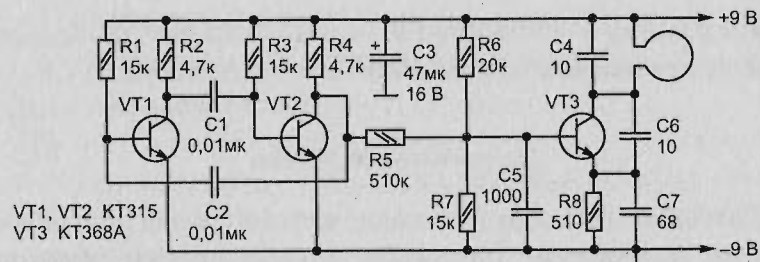


Рис. 2.27. Принципиальная схема металлоискателя с индикатором на УКВ (FM) приемник (64—108 МГц)

Принципиальная схема и принцип действия

Катушка представляет собой виток телевизионного кабеля диаметром 15—25 см (в зависимости от частоты и УКВ диапазона). Необходимо только наличие в приемнике отключаемой АПЧ, что значительно повышает чувствительность (рис. 2.27).

Для модуляции высокочастотного генератора используется мультивибратор. Приемник настраивается на частоту металлоискателя таким образом, чтобы она находилась на самом краю полосы его пропускания. При приближении металлических предметов к катушке происходит изменение частоты генератора, и в приемнике пропадает сигнал.

Описание устройства приведено в [14].

2.18. Неприхотливый металлоискатель с повышенной чувствительностью, работающий на принципе биений

Принцип действия и основные характеристики

Металлоискатель (рис. 2.28, а) работает на принципе биений, образующихся из-за разницы колебаний опорного и поискового генераторов (на 5—10-й гармонике, выбирается ближайшая по частоте).

Это позволяет доводить чувствительность прибора до высокого уровня, что становится возможным обнаруживать:

- ♦ пятикопеечную монету в грунте на глубине 10 см;
- ♦ стальную крышку люка или трубу — на глубине 65 см.

Выполняемый на доступной элементной базе, металлоискатель не требует тщательной настройки и неприхотлив в эксплуатации. Электропитание — от гальванической батареи «Крона».

Принципиальная схема

Поисковый генератор собран по так называемой схеме «емкостной трехточки» на логических элементах DD1.1, DD1.2 ИМС K561ЛА7. Его колебательный контур образован:

- ♦ поисковой катушкой L1;
- ♦ конденсаторами C2—C4;
- ♦ варикапом VD1, управляющее напряжение на который поступает с потенциометра R2, выполняющего функцию органа настройки на низкую частоту биений.

В схему дополнительно введен транзистор VT1. Его предназначение — обеспечить термокомпенсацию варикапа VD1. Если же изготавливаемому металлоискателю суждено работать в благоприятных условиях, при небольших коле-

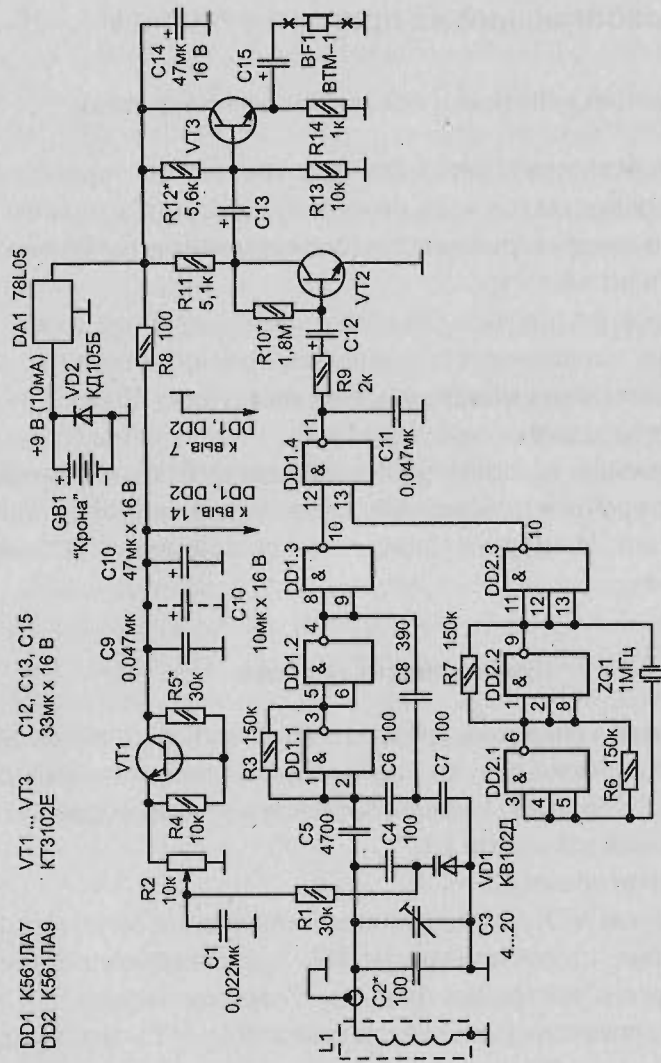


Рис. 2.28. Принципиальная схема непрямотливого металлоискателя с повышенной чувствительностью, работающего на принципе биений

баниях температуры окружающей среды, то VT1 можно исключить из данного устройства.

Опорный генератор реализован на двух логических элементах 3И-НЕ микросхемы DD2 (K561ЛА9). Частота стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1 (1 МГц).

И у перестраиваемого, и у опорного генераторов имеется по буферному каскаду (логический элемент DD1.3 и, соответственно, DD2.3), работающему на смеситель DD1.4. Выделяемый в смесителе сигнал разностной частоты поступает на усилитель (транзистор VT2) с эмиттерным повторителем (VT3).

Звуковым индикатором обнаружения металла в грунте служит микротелефонный капсюль BF1 от слухового аппарата.

Стабилизатор напряжения DA1 на 5 В обеспечивает «электронику» питанием, а полупроводниковый диод VD2 защищает от ошибочной полярности при подключении батареи.

Настройка схемы металлоискателя

Поисковый генератор нужно «вывести» на требуемую частоту 100—200 кГц, подбирая конденсаторы C2, C3. При среднем положении движка потенциометра R2 следует добиться, чтобы при возможно большем отношении частот опорного и поискового генераторов получить громко воспроизводимый капсюлем BF1 сигнал биений.

Усилитель с эмиттерным повторителем нужно настраивать подбором резисторов R10 и R12. Ориентиром должно служить напряжение 2,5 В на коллекторе VT2 и на нагрузочном резисторе R14.

Юстировку термокомпенсации, выполненной на транзисторе VT1, следует осуществлять подбором резистора R5.

При этом нужно добиться, чтобы напряжение между коллектором и эмиттером VT1 находилось в пределах 2—2,5 В.

Изготовление поисковой катушки

Поисковую катушку L1 рекомендуется наматывать на болванке диаметром 160 мм. Она должна содержать 60 витков провода ПЭЛ-0,2. Затем нужно произвести однослойную обмотку изоляцией.

После этого катушку следует обертывать (с небольшим разрежением между соседними витками) полоской из алюминиевой фольги — для электростатического экранирования.



Внимание.

Электрический контакт между концами такого экрана недопустим (в противном случае образуется замкнутый виток).

Полученную рамку-датчик еще нужно обмотать для защиты от повреждений двумя-тремя слоями изоляционной ленты, приклеить «эпоксидкой» к основанию из стеклотекстолита (не фольгированного!) толщиной 2—4 мм. С помощью кронштейна устройство можно прикрепить к несущей штанге, например, стеклопластиковой лыжной палке с ручкой и блоком.

Соединения

В корпусе блока нужно разместить гальваническую батарею «Крона» и всю «электронику», смонтированную на печатной плате. Соединение поисковой катушки с платой — коаксиальным кабелем, проходящим внутри несущей штанги.

Элементная база

Теперь о радиодеталях, необходимых для сборки металлоискателя. Все их, включая полупроводниковые приборы и микросхемы, можно выбрать из разряда недорогих и широко распространенных. В частности, постоянные резисторы типа МЛТ-0,125.

В качестве потенциометра R2 может быть использован любой малогабаритный, желательно с выключателем. Последний на принципиальной электрической схеме условно не показан.

Конденсаторы постоянной емкости C1, C9 и C11 могут быть любыми малогабаритными, но с номиналами, указанными на принципиальной электрической схеме.

Более жесткие требования у конденсаторов C2, C4—C8: для большей надежности и долговечности их работы в разных условиях эти конденсаторы желательно выбирать из числа термостабильных. В частности, выполняющий роль «подстроечника» конденсатор C3 предпочтительно установить керамический, как наиболее устойчивый к значительным резким перепадам температур (например, типа КТ4-23 емкостью 4—20 пФ).

А в качестве C10, C12—C15 можно использовать конденсатор К53-2, гарантирующие стабильную работу схемы.

Эскиз печатной платы самодельного металлоискателя приведен на **рис. 2.29**.

Описание конструкции можно найти в [7].

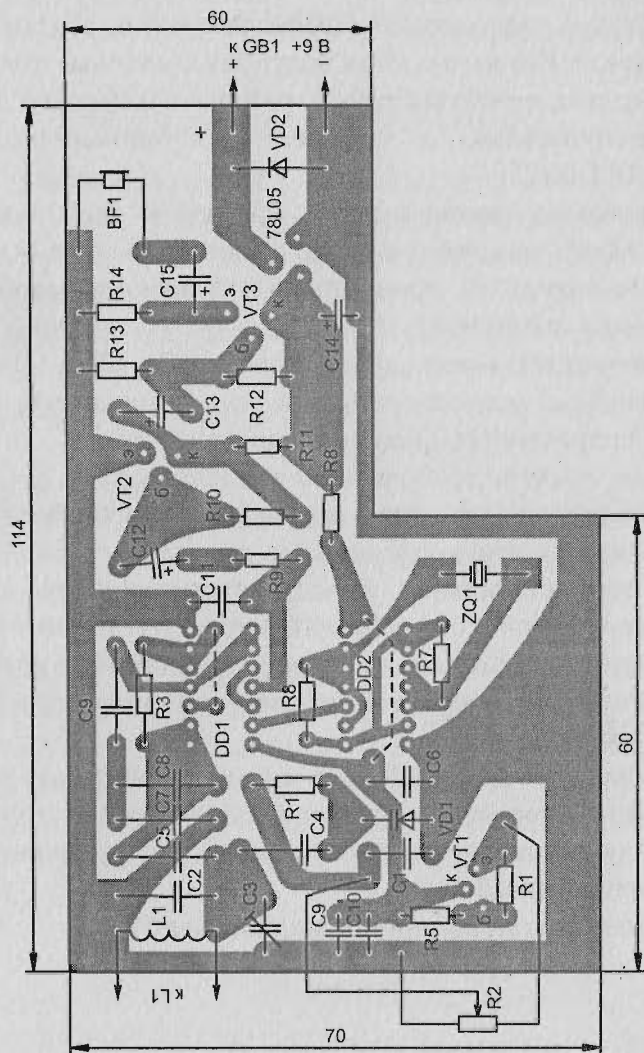


Рис. 2.29. Печатная плата неприхотливого металлоискателя с повышенной чувствительностью, работающего на принципе биений

2.19. Улучшенный вариант металлоискателя на биениях

Особенности металлоискателя

Чувствительность у этого металлоискателя повышена за счет использования зависимости длительности зондирующего импульса от интенсивности самих посылок. В поисковый генератор введена автоматическая подстройка частоты. Каких-либо дополнительных мер для стабилизации напряжений и температурной компенсации электронных блоков не требуется.

Принципиальная схема

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 2.30.

Задающий генератор выполнен на элементе DD1.1. Его частота стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1, включенным в цепь положительной обратной связи. Для обеспечения возбуждения генератора при включении питания служит резистор R1.

Буферный элемент DD1.2 разгружает генератор, а также формирует сигнал с цифровыми уровнями. Резистор R2 определяет степень нагрузки и максимум мощности, рассеиваемой на кварцевом резонаторе.

Данный генератор может работать практически с любыми резонаторами при токе потребления 500—800 мкА.

Идущий за ним делитель частоты на два (элемент DD2.1) формирует сигнал с симметричным меандром, необходимый для нормальной работы смесителя.

Измерительный генератор собран по схеме несимметричного мультивибратора (транзисторы VT1 и VT2). Выход на

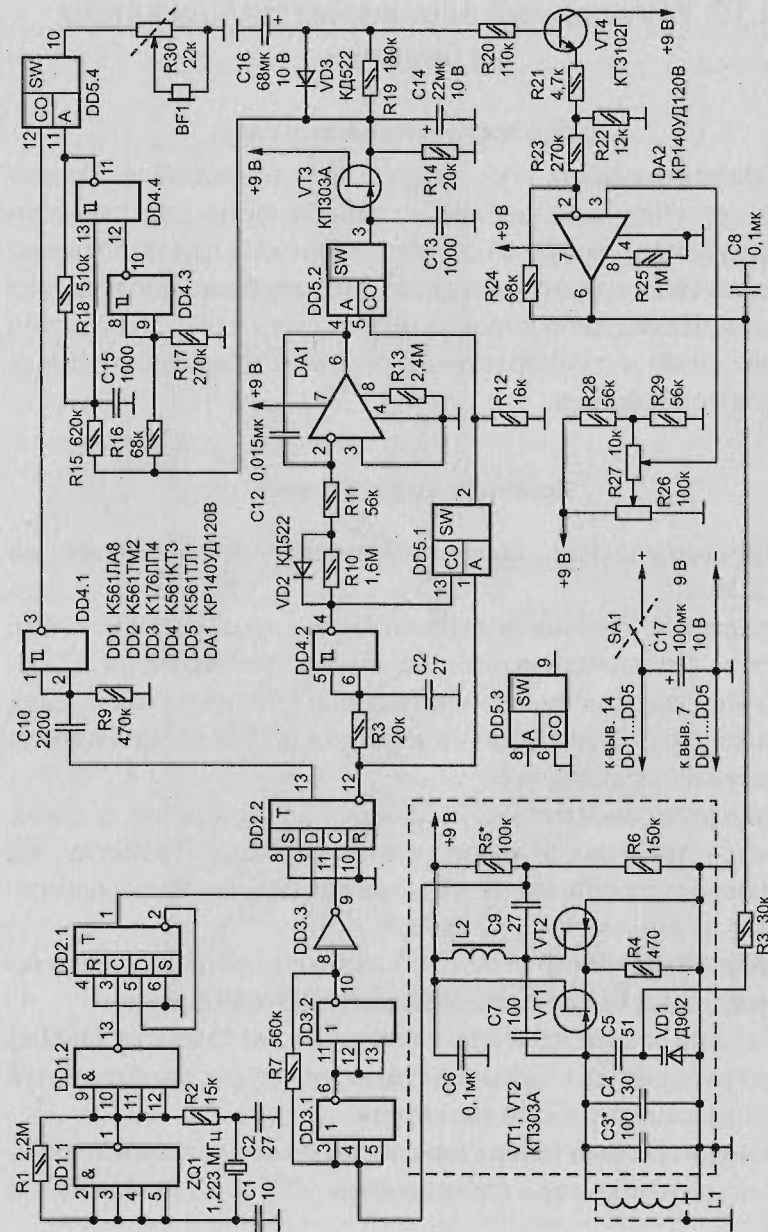


Рис. 2.30. Принципиальная схема улучшенного варианта металлоискателя на биениях

режим самовозбуждения обеспечивает **цепь положительной обратной связи** на конденсаторе C7.

Частотозадающими элементами служат конденсаторы C3—C5, варикап VD1 и поисковая катушка-датчик L1.

Генерация осуществляется в пределах от 500 кГц до 700 кГц, в зависимости от имеющегося кварцевого резонатора.

Уход частоты у данного генератора за первые 10 с сразу после включения питания составляет не более 0,7 Гц (а через каждые 30 минут — до 20 Гц).



Примечание.

Для нормальной работы прибора считается приемлемым уход частоты 1 Гц за 1 мин (без АПЧ).

Выдаваемый измерительным генератором синусоидальный сигнал, имея амплитуду 1—1,2 В, поступает через разделительный конденсатор C9 на элементы DD3.1, DD3.2. Эти элементы формируют прямоугольные импульсы с цифровыми уровнями и скважностью 2.

Резисторы R5R6 образуют делитель, необходимый для нормальной работы этого участка схемы, а элемент DD3.3 выполняет роль буферного каскада.

Сигнал с него подается на триггер DD2.2. Туда же поступает сигнал с делителя опорного генератора.



Примечание.

Особенность работы триггера DD2.2 такова, что если на входы C и D этого логического элемента приходят две импульсные последовательности, близкие по частоте, то на выходах формируется сигнал разностной частоты со строго симметричным меандром.

Прямой, а также задержанный, и заодно проинвертированный (благодаря цепи R8C11 и элементу DD4.2) сигналы суммируются на ключе DD5.1, выполняющем роль логического элемента И/ИЛИ. При этом формируются короткие положительные импульсы записи для работы аналогового запоминающего устройства (DD5.2. C13, VT3).

Снимаемый с выхода DD4.2 сигнал приходит на интегратор, выполненный по классической схеме с использованием элементов VD2, R10—R11, DA1, C12.

Резистор R11 ограничивает ток перезаряда конденсатора C12, разгружая выход элемента DD4.2. Проинтегрированный сигнал через ключ DD5.2, которым управляют импульсы с DD5.1, подается на запоминающую емкость C13. На этом конденсаторе формируется и удерживается с высокой точностью до нового цикла записи напряжение, равное пиковому значению того, что поступает от интегратора.

Конденсатор C14 сглаживает эффект типа «ступенька», который может возникнуть при резкой смене частот биений.

С истокового повторителя на транзисторе VT3 сигнал поступает:

- ♦ на компаратор DD4.3;
- ♦ на генератор, управляемый напряжением;
- ♦ в цепь петли АПЧ.

Делитель R21R22 со вместию с резисторами обратной связи R23 и R24 сужают диапазон управляющего напряжения до амплитуды 1,2 В.

Операционный усилитель DA2 сравнивает полученное напряжение с тем, что задано делителем R26R29, и формирует напряжение управления варикапом VD1.

Регулировка металлоискателя

Резистором R26 можно устанавливать начальную точку захвата АПЧ (ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ) грубо, а резистором R27 — более точно.



Совет.

При перемещении движка R26 в сторону крайнего (верхнего, либо нижнего по схеме) положения можно легко выходить из зоны захвата АПЧ (± 300 Гц), осуществляя режим работы с частотой биений «один к одному», что делает работу с прибором более гибкой.

Фактически АПЧ имеет **две постоянные времени** (в зависимости от того, в какую сторону происходит изменение частоты биений). Особое исполнение катушки-датчика практически нивелирует влияние ферромагнитных свойств обнаруживаемых предметов. Поэтому не оказывается влияние на увеличение частоты поискового генератора. Поэтому АПЧ и прибор в целом работают во всех режимах весьма корректно.

Работа ГУН

ГУН на элементах DD4.4, R18, C15 преобразует напряжение, изменяющееся с частотой биений, в звуковую частоту. Настроенный с помощью делителя R16R17 компаратор DD4.3 разрешает ему это делать в зоне максимальной чувствительности, когда частота биений лежит в диапазоне 0—70 Гц.

Сигнал с ГУН поступает на вход «А» смесителя (ключ DD5.4). На вход «СО» от логического элемента DD4.1 приходит разностная частота биений. В результате на выходе смесителя присутствует:

- ♦ или промодулированный частотой биений сигнал ГУН;
- ♦ или только частота биений.

Причем переход с одного режима на другой схема выполняет автоматически.

Переменный резистор R30 служит нагрузкой и регулятором громкости, а совмещенный с ним SA1 — выключателем электропитания. Использование микросхем серии КМОП и операционных усилителей, работающих в микротоковом режиме, позволило сократить ток потребления схемы до уровня 6 мА, сделав приемлемым использование батареи «Крона» в качестве источника электропитания.

Расположение элементов на плате показано на **рис. 2.31**.

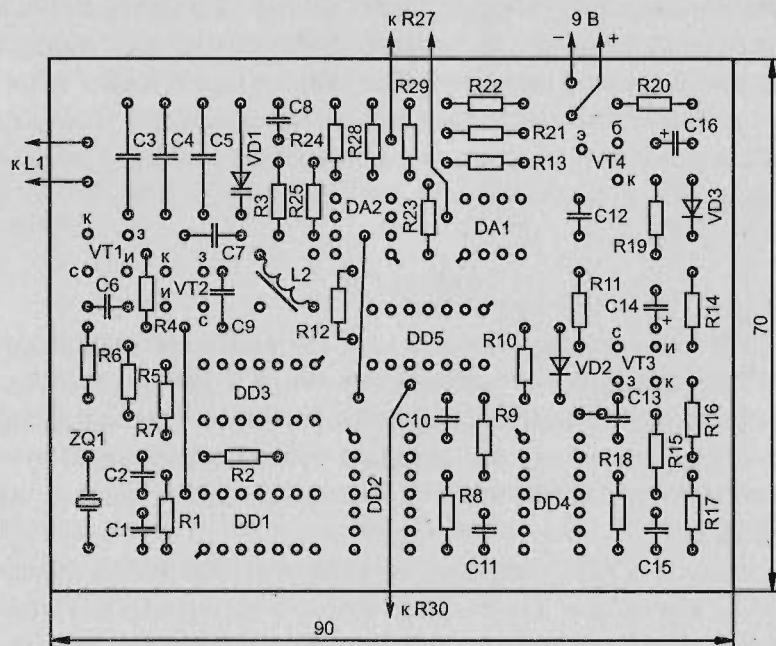


Рис. 2.31. Расположение элементов на плате

Монтаж рамки-датчика металлоискателя



Внимание.

Технология и тщательность изготовления рамки-датчика очень сильно влияют на качество работы всего устройства.

В качестве основы здесь рекомендуется использовать жгут, составленный из одиннадцати отрезков провода ПЭВ-2 1,2 мм длиной 1100 мм. Его нужно плотно обернуть слоем изолянты и втиснуть в алюминиевую трубку, имеющую внутренний диаметр 10 мм и длину 960 мм. Полученной заготовке нужно придать форму прямоугольной рамки 300 × 200 мм с закругленными углами.

Конец первого из проводов, помещенных в алюминиевом корпусе-электростатическом экране, последовательно припаять к началу второго провода и так далее, до образования своеобразной 11-ти витковой катушки индуктивности.

Пайки друг от друга нужно изолировать бумажной лентой и залить эпоксидной смолой, исключая при этом появление короткозамкнутого витка за счет самой согнутой в рамку трубки.



Совет.

Желательно здесь же предусмотреть любой закрытый высокочастотный разъем и подходящее (не металлическое) крепление для рукоятки, в качестве которой можно использовать одну-две секции от разборного удильща.

Кабель, соединяющий рамку с блоком, лучше использовать коаксиальный, телевизионный, например, РК75.

Почти весь металлодетектор может быть смонтирован на печатной плате (**рис. 2.32**) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита.

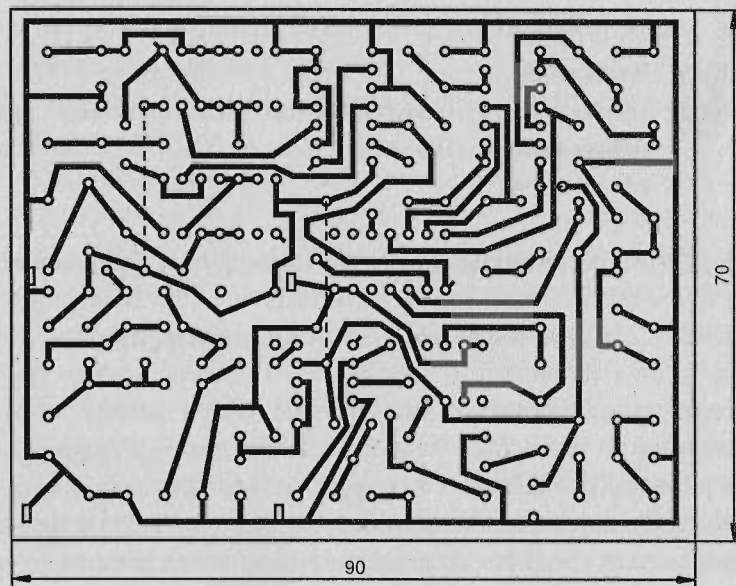


Рис. 2.32. Печатная плата

Поисковый генератор рекомендуется поместить в экранирующую коробку из жести.

Элементная база

Дроссель L2 поискового генератора имеет 150 витков провода ПЭЛ-1 0,01. Намотка нужно производить внавал на каркасе диаметром 4 мм и длиной 15 мм с ферромагнитным подстроечным сердечником 600НН. Индуктивность такого дросселя 1—1,2 мГн.

В приборе использованы конденсаторы КСО или КТК (С3, С4, С5), КЛС или КМ (С1, С2, С6—С13, С15), К50-6 или К53-1 (С14, С16, С17). Резисторы — МЛТ 0,125, подстроечные R26, R27 подойдут СП5-2 или СП-3.

В качестве транзисторов VT1 и VT2, например, подойдут КП303Б (Ж). На месте VT3 приемлем КП303 или КП305 с

любой буквой, КТ3102Г (VT4) заменим на КТ3102Е. Кварц — на 1,0—1,4 МГц. Варикап Д901 можно заменить на Д902.

Подробное описание монтажа и настройки металлодетектора приведено в [27].

2.20. Простой металлоискатель на биениях

Назначение и выполняемые функции

Этот прибор помогает обнаруживать крупные металлические предметы на глубине до 0,8 м. Он часто бывает нужен строителям, работникам газовой службы и коммунального хозяйства для поиска труб, люков и крышек колодцев, которые оказались под слоем асфальта, земли или снега.

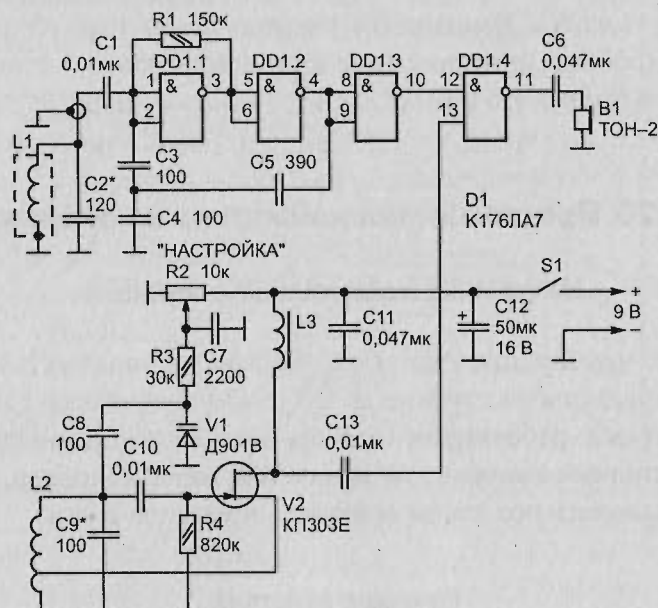
Принцип действия

Принцип действия прибора основан на измерении биений двух частот, получаемых от опорного и поискового генераторов. При приближении рамки с катушкой поискового генератора к металлическим предметам, ее индуктивность изменяется, а вместе с ней изменяется и частота поискового генератора. В результате меняется и частота биений в наушниках.

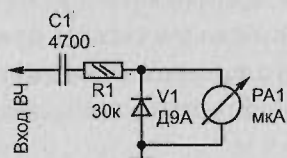
Питается устройство от батареи «Крона», потребляя ток 5—8 мА.

Принципиальная схема

Принципиальная схема металлоискателя приведена на рис. 2.33, а.



a



б

Рис. 2.33. Простой металлоискатель:

а — принципиальная схема; б — принципиальная схема генератора-пробника

Поисковый генератор собран по так называемой **схеме «емкостной трехточки»** на элементах D1.1 и D1.2. Его частоту определяют элементы контура L1C2.

На элементе D1.3 микросхемы собран буферный каскад, элемент D1.4 служит смесителем. **Опорный генератор** построен по схеме индуктивной трехточки на полевом транзисторе V2 серии КП303. Его частота зависит от номиналов катушки L2 и конденсатора C9, а также емкости варикапа V1. Нагрузкой устройства служит катушка L2.

Катушки

Катушка L1 содержит 100 витков провода ПЭВ-2 0,27, намотанного на кольце диаметром 250 мм, изготовленном из винипластовой трубки диаметром 16 мм.

Обмотка обернута слоем алюминиевой фольги с зазором между началом и концом в 4—6 мм, чтобы не образовался короткозамкнутый виток. Фольга соединена с «минусовым» выводом катушки.

Катушка L2 состоит из 150 витков провода ПЭЛШО 0,14, намотанного на кольце $K8 \times 6 \times 2$ из феррита марки 1000НН. Отвод сделан трети витков, считая от заземленного вывода.

На таком же кольце намотана **катушка L3**, тем же проводом до заполнения.

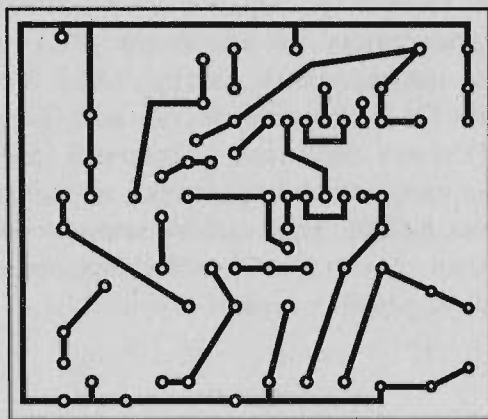


Примечание.

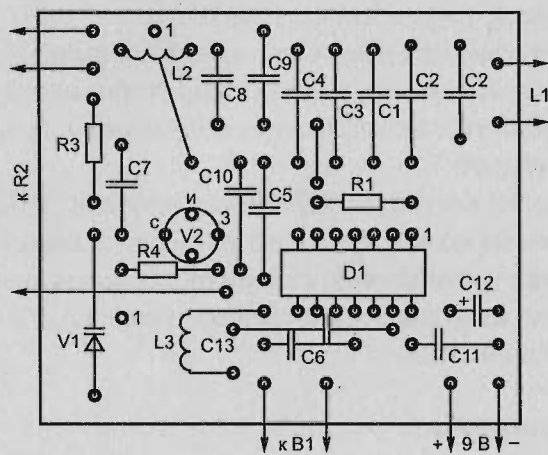
Катушка L3 служит нагрузкой устройства.

Конструкция устройства

Прибор смонтирован на плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, размером 55 × 65 мм (рис. 2.34, а).



а



б

Рис. 2.34. Простой металлоискатель:
а — печатная плата; в — расположение элементов

Элементная база и рекомендуемые замены деталей

В устройстве используются резисторы — МЛТ-0,25, МЛТ-0,125 с отклонением величины $\pm 20\%$. Конденсаторы С2—С5, С8, С9 — КМ6-4Б, С12 — К50-6, остальные — К10-7В.

Варикап V1 — любой из серии Д901.

Вместо транзистора КП303Е можно применить аналогичный, с любым другим буквенным индексом.

Расположение элементов

Расположение деталей на плате показано на рис. 2.34, б.

Наладка металлоискателя

Налаживание прибора состоит в проверке работоспособности обоих генераторов при помощи волномера или осциллографа. При необходимости, подбирая емкость С2, можно настроить контур L1C2 на частоту 100 кГц.

С помощью конденсатора С9 частоту опорного генератора также можно настроить на 100 кГц при среднем положении движка резистора R2. В наушниках при этом должен быть слышен свист, издаваемый биениями.



Совет.

Если нет волномера, о наличии ВЧ колебаний можно убедиться и с помощью простого пробника (его схема приведена на рис. 2.33, б).

Если генераторы работают, то при подсоединении пробника к выводам 12 и 13 D1.4 стрелка индикатора отклонится на некоторую величину, зависящую от его чувствительности.

Полное описание прибора приводится в [24].

2.21. Металлоискатель на сравнении частот

Особенности металлоискателя

Эту конструкцию вполне сможет изготовить даже радиолюбитель-новичок. При этом металлоискатель обладает достаточно высокой чувствительностью.

С помощью предлагаемого устройства можно обнаружить медную монету диаметром 20 мм и толщиной 1,5 мм на глубине до 0,9 м.

Принцип действия

Принцип действия металлоискателя прост, он основан на сравнении двух частот. Одна из них эталонная (от **опорного генератора**), а другая — изменяющаяся (от **поискового генератора**). Причем отклонения ее зависят от появления в поле высокочувствительной поисковой катушки металлических предметов.

У современных металлоискателей, к которым можно вполне обоснованно отнести и рассматриваемую конструкцию, опорный генератор работает на частоте, на порядок отличающейся от той, что возникает в поле поисковой катушки.

Принципиальная схема

Принципиальная схема металлоискателя представлена на **рис. 2.35, а**.

Опорный генератор реализован на двух логических элементах 3И-НЕ микросхемы DD2. Частота его стабилизирована и определяется кварцевым резонатором ZQ1 (1 МГц).

Поисковый генератор выполнен на первых двух элементах микросхемы DD1. Колебательный контур здесь обра-

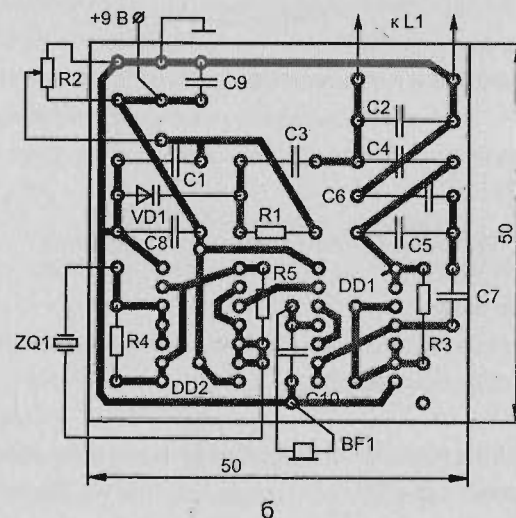
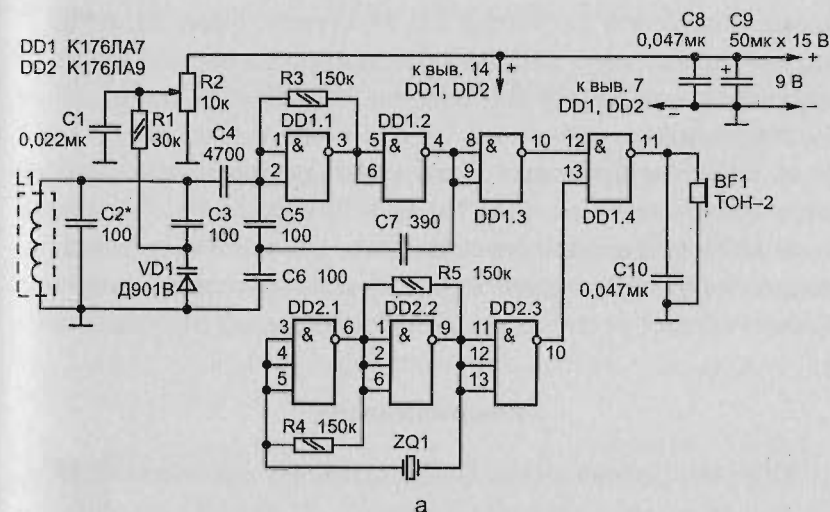


Рис. 2.35. Простой металлоискатель:
а — принципиальная схема; б — печатная плата

зован поисковой катушкой L1, конденсаторами C2 и C3, а также варикапом VD1. Для настройки на частоту 100 кГц служит потенциометр R2, задающий требуемое напряжение варикапу VD1.

В качестве **буферных усилителей сигнала** используются логические элементы DD1.3 и DD2.3, работающие на смеситель DD1.4. **Индикатором** является высокоомный телефонный капсюль BF1, конденсатор C10 используется как шунт для высокочастотной составляющей, поступающей от смесителя.

Печатная плата

Конфигурация печатной платы приведена на рис. 2.35, б.

Питание

Металлоискатель питается от источника постоянного тока напряжением 9 В, используется батарея типа «Крона». В качестве фильтра успешно трудятся конденсаторы C8 и C9.

Изготовление поисковой катушки



Внимание.

Поисковая катушка требует особой точности и внимания при изготовлении.

Наматывать катушку желательно на виниловой трубке с внешним диаметром 15 мм и внутренним — 10 мм, согнутой в форме окружности диаметром 200 мм.

Катушка содержит 100 витков провода ПЭВ-0,27. Когда намотка будет выполнена, катушка обвивается алюминиевой фольгой для создания электростатического экрана (уменьшения влияния емкости между катушкой и землей).



Совет.

При намотке и обвитии фольгой важно не допустить электрического контакта между проводом намотки и острыми краями фольги. В частности, поможет здесь «обвивка наискось».

Для защиты самого алюминиевого покрытия от механических повреждений катушку дополнительно следует обвить изоляционной бандажной лентой.

Диаметр катушки может быть и другим. Но действует следующее правило.



Правило.

Чем диаметр поисковой катушки меньше, тем чувствительность всего устройства становится выше, зато площадь поиска скрытых металлических предметов сужается. При увеличении же диаметра катушки эффект наблюдается обратный.

Работа с металлоискателем

Работать с металлоискателем нужно следующим образом. Расположив поисковую катушку в непосредственной близости от поверхности земли, настроить генератор потенциометром R2, причем так, чтобы в телефонном капсюле звук не прослушивался.

При движении же катушки над поверхностью земли (почти вплотную к последней) и отыскивается металлический предмет — по появлению звука в телефонном капсюле.

Подробно металлоискатель описан в [13].

2.22. Малогабаритный металлоискатель

Принцип действия и возможности

Данный металлоискатель также работает по методу биений. У него есть две сменные поисковые катушки разного диаметра:

- ♦ 250 мм;
- ♦ 500 мм.

При помощи первой катушки (250 мм) можно искать небольшие неглубоко расположенные металлические предметы (например, гвоздь в кирпичной стене под слоем штукатурки или обоев).

При помощи второй катушки (500 мм) можно искать более глубоко расположенные предметы.

Например, сверло 10 мм прибор замечает с расстояния около 30 см, а крышку люка обнаруживает под 1-метровым слоем снега. Монету достоинством 5 рублей (современный «пятак») прибор с катушкой 500 мм обнаруживает на глубине 12—15 см.

Принципиальная схема малогабаритного металлоискателя

В схеме данного металлоискателя (рис. 2.36) есть два генератора, — опорный и поисковой. Опорный генератор выполнен на микросхеме D1, его частота 100 кГц, стабилизирована кварцевым резонатором Q1.

Поисковой генератор выполнен на микросхеме D2, его частота генерации около 100 кГц и определяется параметрами контура L1C2C3C4. На частоту этого контура сильно влияет изменение индуктивности объемной катушки L1 при расположении возле не металлических предметов.

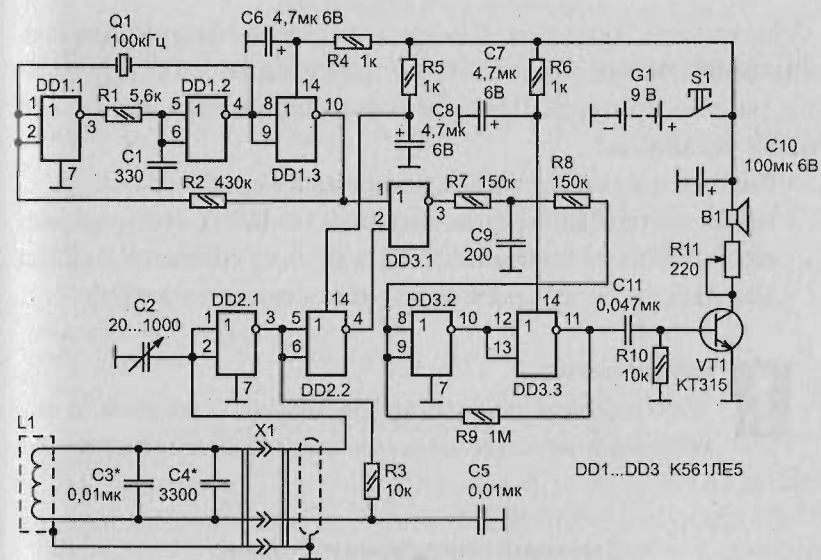


Рис. 2.36. Принципиальная схема малогабаритного металлоискателя



Примечание.

Поскольку детали прибора металлические, то для того, чтобы они не оказывали влияния на его работу, катушку следует закрепить на одном конце диэлектрической (деревянной) штанги длиной 80 см, а сам прибор — на ее другом конце.

Сигналы генераторов суммируются на элементе D3.1. На его выходе образуются сигналы суммарной и разностной частоты:

- ♦ сигнал суммарной частоты подавляется цепью R7C8R8;
- ♦ сигнал разностной частоты (сигнал биений) поступает на триггер Шмидта, выполненный на элементах D3.2, D3.3, который меняет свое состояние при каждом полупериоде входного сигнала.

На выходе триггера Шмидта включен **формирователь импульсов** на элементах С9R10 и транзисторе VT1. В результате работы триггера Шмидта и формирователя импульсов **можно услышать:**

- ♦ биения частотой от нескольких килогерц;
- ♦ низкочастотные биения частотой 1—10 Гц, которые воспроизводятся динамиком В1 как потрескивания (напоминают по звуку треск радиационного дозиметра).



Примечание.

Такая схемная реализация позволяет услышать очень небольшое отклонение частоты поискового генератора.

Сменные поисковые катушки

Прибор работает с двумя сменными катушками. Обе катушки имеют одинаковую конструкцию, но разный диаметр и число витков.

Катушку диаметром 250 мм нужно наматывать на оправке такого же диаметра. Всего наматывается 30 витков провода ПЭВ 0,61. Затем катушку следует снять с оправки. Получившийся кольцевой жгут необходимо туго обмотать веревкой виток к витку.

Затем катушку надо обмотать лентой из тонкой фольги.



Примечание.

Обматывать лентой следует не по всей поверхности, а так, чтобы в противоположной от выводов катушки части остался незэкранированным участок длиной примерно 10 мм.

Затем катушку нужно туго обмотать несколькими слоями изоленды.



Внимание.

В креплении катушки нельзя использовать металлические детали.

Вторая катушка имеет аналогичную конструкции, но ее диаметр составляет 500 мм, а число витков — 21, провод — тот же.

Для жесткости катушки можно закрепить при помощи проклеенной эпоксидным клеем веревки на связанных из реек крестовинах.

Коротко об элементной базе

Конденсатор С2 — трехсекционный, с воздушным диэлектриком на 6—360 пФ, все секции включены параллельно.

В качестве В1 подойдет любой динамик.

Наладка

Налаживание заключается в настройке кон тура L1C3C4C2 (при помощи подбора С3 и С4) так, чтобы при среднем положении С2 можно было добиться очень низкого тона звука, переходящего в редкие потрескивания.

Полное описание прибора приводится в [12].

2.23. Металлоискатель из доступных элементов

Возможности металлоискателя

Этот металлоискатель способен обнаруживать:

- ♦ **крупные металлические предметы** (железное ведро, крышку от люка, водопроводную трубу) на глубине до одного метра;
- ♦ **мелкие предметы** (монеты или шурупы) на глубине до 15—20 см.

Принцип действия

Прибор построен на основе самых распространенных деталей, которые имеются в запасах любого радиолюбителя. Металлоискатель выполнен по известному и широко применяемому в таких приборах принципу **биений между частотами двух высокочастотных генераторов**. Частота одного из них (опорного) постоянна, а частота второго (поискового) меняется под действием внешних металлических предметов, изменяющих индуктивность его катушки при попадании в зону ее действия.

Принципиальная схема металлоискателя из доступных элементов

Принципиальная схема металлоискателя показана на **рис. 2.37**. **Опорный генератор** выполнен на транзисторе VT1. Частота его колебаний определяется параметрами контура L1C3 и составляет около 1 МГц.

Поисковый генератор выполнен на транзисторе VT2, он тоже вырабатывает сигнал примерно той же частоты. Разница состоит в том, что в контуре опорного генератора используется небольшая катушка с ферритовым сердечником.

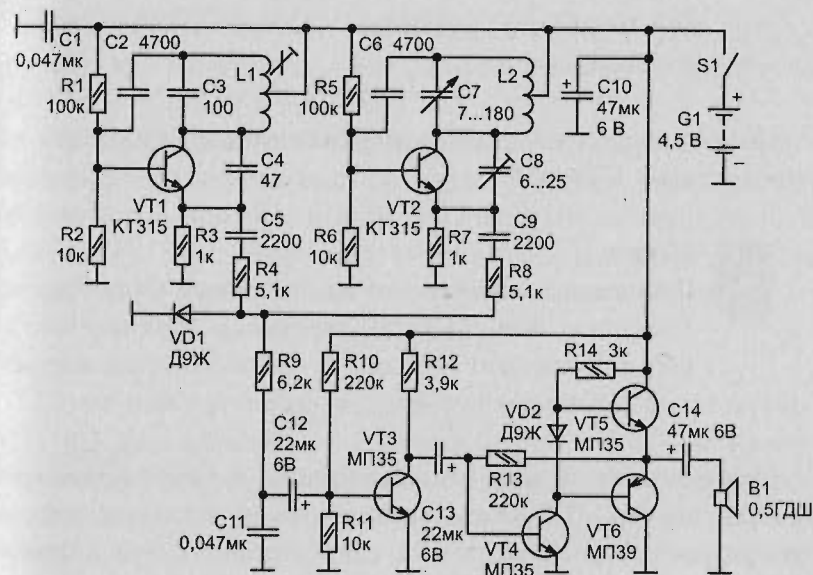


Рис. 2.37. Принципиальная схема

Поэтому на ее индуктивность внешние металлические предметы практически не оказывают существенного действия.

Катушка контура поискового генератора намотана на большем каркасе в виде рамки. Она не имеет сердечника. В результате ее индуктивность сильно меняется при ее приближении к металлическому объекту, который в этом случае начинает выполнять функции перемещающегося сердечника.

Сигналы от обоих генераторов поступают на **диодный смеситель** на диоде VD1. В результате на конденсаторе C12 получается продукт вычитания частот генераторов.



Правило.

Чем ближе величины этих частот, тем ниже звуковой тон на этом конденсаторе, а чем более отличаются частоты генераторов, тем выше тон звука в динамике

В1, на который поступает сигнал (продукт работы диодного смесителя).

Сигнал поступает через низкочастотный усилитель на транзисторах VT3—VT6.



Вывод.

При помощи переменного конденсатора С7 поисковый генератор можно настроить таким образом, чтобы при отсутствии поблизости металлических предметов тон звука в динамике был самым низким.

Затем при приближении катушки L2 к металлу частота генератора на VT2 начинает изменяться. Разность частот генераторов увеличивается, а следовательно, тон в динамике будет подниматься. При точном нахождении металла звук перейдет в пронзительный писк.

Изготовление катушек

Катушку L1 следует наматывать на ферритовом стержне диаметром 8 мм, например, от магнитной антенны радиоприемника. Длина стержня уменьшена до 30 мм.

Предварительно на стержень нужно надевать каркас — гильзу, склеенную из ватмана, которая перемещается по нему с некоторым трением.

Катушка L1 должна содержать 110 витков провода ПЭВ диаметром 0,2—0,3 мм. Отвод необходимо сделать от 16-го витка считая от коллектора VT1.

Катушка L2 — поисковая. Ее нужно намотать на каркасе, представляющем собой рамку размерами 120 × 220 мм, сделанную из оргстекла, пластмассы или дерева.

Намотку нужно вести проводом ПЭВ диаметром 0,4 × 0,6 мм. Катушка должна содержать 45 витков с отводом от 10-го, считая от коллектора VT2.

Катушку необходимо соединить с основным блоком **трехжильным экранированным проводом**. Катушка должна быть расположена на расстоянии около 1 метра от основного блока (закреплена на алюминиевой трубке или деревянной рейке).

Конструкция

Сам прибор (основной блок, содержащий генератор на VT1 и УЗЧ с динамиком и батареей питания) можно смонтировать в корпусе от радиоприемника. От этого же приемника целесообразно использовать:

- ♦ динамик;
- ♦ переменный конденсатор;
- ♦ стержень для катушки L1.

Конструкция может быть и другой, все зависит от возможностей и желания.

Элементная база и варианты замены элементов

Конденсатор С7 может быть с минимальной емкостью не более 10 пФ, и максимальной не менее 150 пФ.

Транзисторы КТ315 можно заменить на КТ3102 или КТ312, КТ316. Транзисторы МП35 можно заменить на МП35—МП38, а транзистор МП39 на МП39—МП42.

Диоды Д9 — с любой буквы, или Д2, Д18, ГД507.

Динамик — любой сопротивлением от 4 Ом до 100 Ом, например, динамик от радиоприемника или головные телефоны.

Батарея питания на 9 В, можно использовать «Крону» или подходящий аккумулятор.

**Совет.**

Питание от сетевого источника 220 В не желательно, потому что при этом возникает фон переменного тока и понижается чувствительность прибора в целом.

Настройка металлоискателя

Настройка заключается в подстройке катушки L1 таким образом, чтобы при среднем положении ротора конденсатора С7 и при отсутствии внешних металлических предметов в динамике был слышен звук самого низкого тона.

В дальнейшем при работе подстройка перед началом поиска будет производится конденсатором С7.

При отсутствии колебаний от генератора на VT1 нужно подобрать номинал С4 или (и) подстроить режим работы каскада подбором номинала R2. Если не возбуждается генератор на VT2, нужно подстроить С8 и подогнать режим работы транзистора подбором номинала R6.

Особенности использования

Прибор отличается высокой чувствительностью, и работа с ним требует определенных навыков. Так что нужно потренироваться.

При работе важно учитывать, что при приближении к черным металлам (железо, сталь, чугун) частота генератора на VT2 уменьшается, а при приближении к цветным — возрастает.

Описание прибора, его монтажа и настройки приводится в [22].

2.24. Электронный металлоискатель с низкой рабочей частотой**Принцип действия**

Металлоискатель представляет собой относительно простое устройство, электронная схема которого обеспечивает хорошую чувствительность и стабильность работы.

Отличительной особенностью такого устройства является его низкая рабочая частота. Катушки индуктивности металлоискателя работают на частоте 3 кГц. Это обеспечивает:

- ♦ **с одной стороны**, слабую реакцию на нежелательные сигналы (например, сигналы, возникающие при наличии мокрого песка, мелких кусочков металла и т. д.);
- ♦ **с другой стороны**, хорошую чувствительность при поиске скрытых водопроводных труб и трасс центрального отопления, монет и других металлических предметов.

Генератор металлоискателя возбуждает колебания в передающей катушке на частоте около 3 кГц, создавая в ней переменное магнитное поле.

Приемная катушка расположена перпендикулярно **передающей катушке** таким образом, что проходящие через нее магнитные силовые линии создадут малую ЭДС. На выходе приемной катушки сигнал либо отсутствует, либо очень мал.

Металлический предмет, попадая в поле катушки, изменяет значение индуктивности. При этом на выходе появляется электрический сигнал, который затем усиливается, выпрямляется и фильтруется.

Таким образом, на выходе системы имеется сигнал постоянного напряжения, значение которого слегка возрастает при приближении катушки к металлическому предмету.

Этот сигнал поступает на один из входов **схемы сравнения**, где сравнивается с опорным напряжением, которое прикладывается к его второму входу. Уровень опорного напряжения отрегулирован таким образом, что даже небольшое увеличение напряжения сигнала приводит к изменению состояния на выходе схемы сравнения.

Это, в свою очередь, приводит в действие электронный переключатель. В результате этого процесса на выходные усилительные каскады поступает звуковой сигнал, оповещающий оператора о присутствии металлического предмета.

Принципиальная схема

Принципиальная электрическая схема металлоискателя представлена на **рис. 2.38**.

Передатчик, состоящий из транзистора VT1 и связанных с ним элементов, возбуждает колебания в катушке L1. Сигналы, поступающие на катушку L2, затем усиливаются микросхемой D1 и выпрямляются микросхемой D2, включенной по схеме амплитудного детектора.

Сигнал с детектора поступает на конденсатор C9 и сглаживается фильтром низких частот, который состоит из резисторов R14, R15 и конденсаторов C10 и C11.

Затем сигнал поступает на вход схемы сравнения D3, где сравнивается с опорным напряжением, устанавливаемым переменными резисторами RP3 и RP4.



Примечание.

Переменный резистор RP4 служит для быстрой и грубой настройки, а RP3 обеспечивает точную регулировку опорного напряжения.

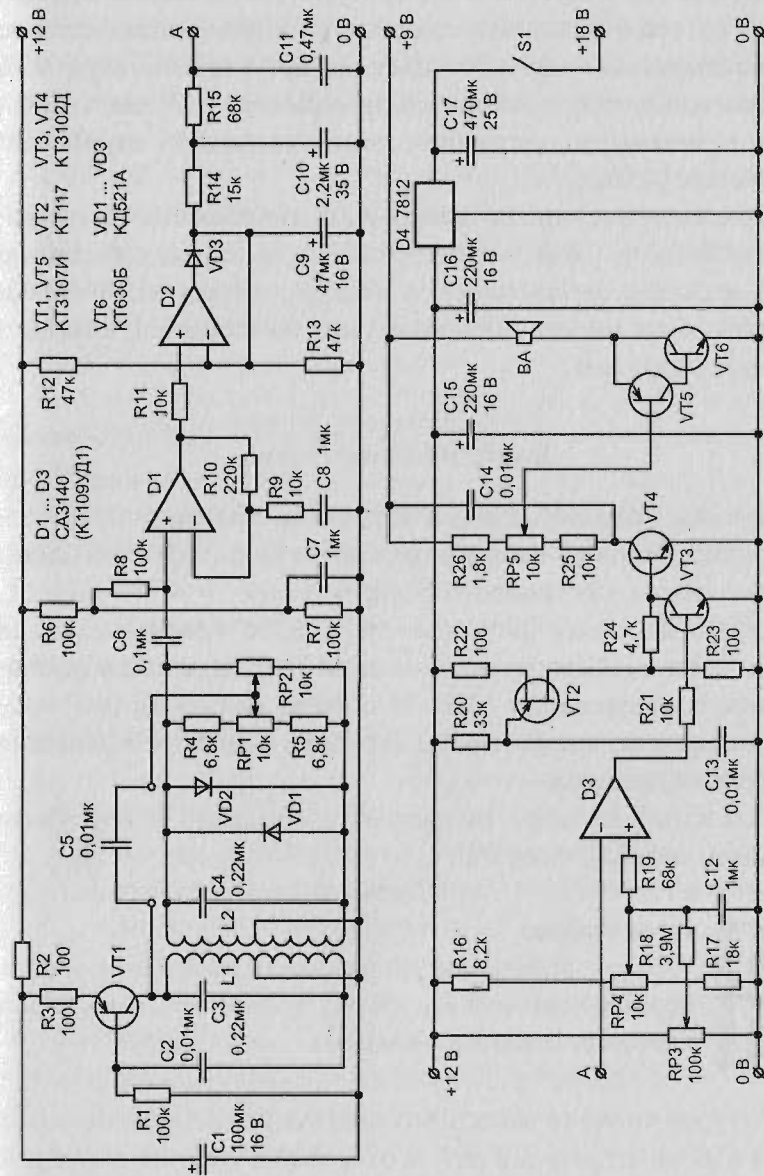


Рис. 2.38. Принципиальная схема электронного металлоискателя с низкой рабочей частотой

Генератор, собранный на транзисторе с одним переходом VT2, работает в непрерывном режиме. Однако сигнал, вырабатываемый им, поступает на базу транзистора VT4 только тогда, когда закрывается транзистор VT3. Ведь находясь в открытом состоянии, этот транзистор шунтирует выход генератора.

При поступлении сигнала на вход микросхемы D3 напряжение на ее выходе уменьшается, закрывается транзистор VT3, и сигнал от транзистора VT2 через транзистор VT4 и регулятор громкости RP5 поступает на выходной каскад и громкоговоритель.

Электропитание схемы

В схеме используется два источника питания, что устраняет возможность возникновения любой обратной связи выхода схемы к ее чувствительному входу.

Основная схема питается от батареи напряжением 18 В, которое с помощью микросхемы D4 понижается до стабильного напряжения 12 В. При этом снижение напряжения батареи во время работы схемы не вызывает изменения настройки прибора.

Выходные каскады питаются от отдельного источника питания напряжением 9 В.



Примечание.

Требования по потреблению мощности довольно низкие, поэтому для питания устройства можно использовать три аккумуляторные батареи.

Батарея питания выходного каскада не требует специального выключателя, так как в отсутствие сигнала выходной каскад практически не потребляет тока.

Монтаж схемы

Схему металлоискателя рекомендуется смонтировать на макетной плате. Такая плата изображена на рис. 2.39. На плате имеются 24 медные полоски по 50 отверстий в каждой с шагом 2,5 мм.

Прежде всего в полосках нужно сделать 64 разреза и высверлить три установочных отверстия.

Затем на обратной стороне платы необходимо установить:

- ♦ 20 перемычек;
- ♦ штыри для внешних соединений;
- ♦ два штыря для конденсатора C5.

Затем можно установить конденсаторы C16, C17 и микросхему D4. Эти элементы образуют источник питания с напряжением 12 В.

Проверка этого каскада осуществляется путем временного подключения батареи напряжением 18 В. При этом напряжение на конденсаторе C16 должно составлять $12 \pm 0,5$ В.

После этого можно перейти к монтажу элементов выходного каскада: — резисторов R23—R26;

- ♦ конденсаторов C14 и C15;
- ♦ транзисторов VT4—VT6.



Внимание.

Корпус транзистора VT6 соединен с его коллектором, поэтому контакт корпуса с соседними элементами и перемычками недопустим.

Так как выходной каскад при отсутствии сигнала не потребляет тока, его достаточно проверить временным подсоединением громкоговорителя, переменного резистора RP5 и батареи напряжением 9 В.

Затем нужно установить резисторы R20—R22 и транзистор VT2, образующие генератор звуковых сигналов.

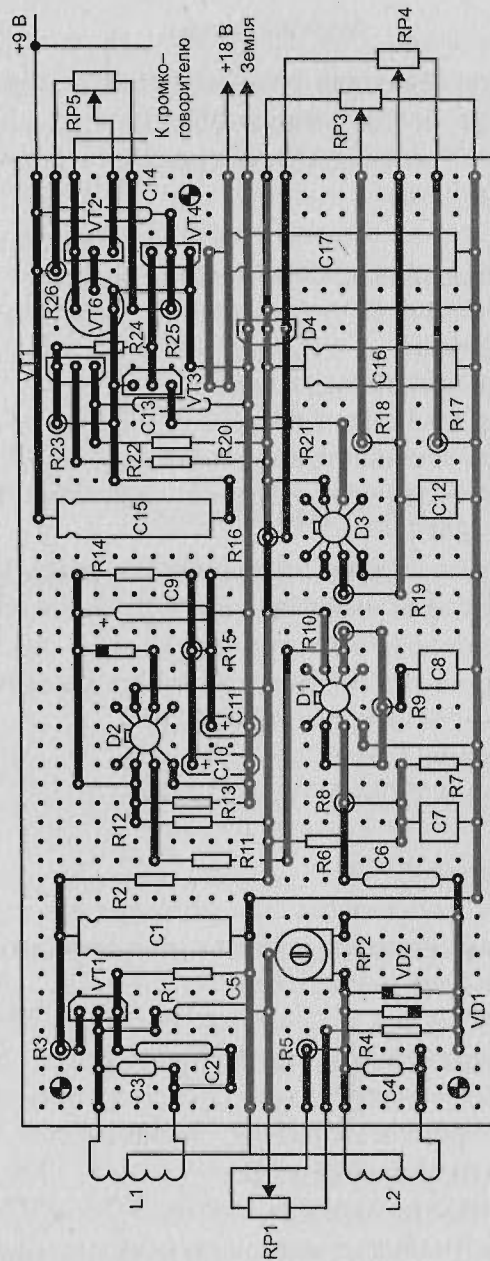


Рис. 2.39. Печатная плата и расположение элементов

При подключении двух источников питания в динамике прослушивается звуковой фон, меняющийся с изменением положения ручки регулятора громкости.

После этого на плате необходимо смонтировать резисторы R16—R19, конденсатор C12, транзистор VT3 и микросхему D3.

Проверка работы схемы сравнения

Работа схемы сравнения проверяется следующим образом. К измерительному входу D3 нужно подключить переменные резисторы RP3 и RP4. Этот вход образуется с помощью двух резисторов сопротивлением 10 кОм, один из которых подключается к положительной шине питания +12 В, а другой — к нулевой шине.

Вторые выводы резисторов подсоединить к выводу 2 микросхемы D3. Перемычка от этого вывода служит временной точкой соединения.

При грубой настройке (включены обе батареи), которая осуществляется переменным резистором RP4, в определенном его положении происходит срыв звукового сигнала, в то время как при точной настройке переменным резистором RP3 должно осуществляться плавное изменение сигнала вблизи этого положения.

Предварительная проверка работоспособности каскадов

При выполнении этих условий можно приступить к установке резисторов R6—R15, конденсаторов C6—C11, диода VD3 и микросхем D1 и D2.

Включив источник питания, сначала нужно проверить наличие сигнала на выходе микросхемы D1 (вывод 6). Он не должен превышать половины значения источника питания (приблизительно 6 В).

Напряжение на конденсаторе С9 не должно отличаться от напряжения выходного сигнала этой микросхемы, хотя наводки от сети переменного тока могут вызвать небольшое увеличение этого напряжения.

Касание пальцем входа микросхемы (основания конденсатора С6) вызывает увеличение напряжения из-за повышения уровня шумов.



Примечание.

Если регуляторы настройки находятся в положении, при котором звуковой сигнал отсутствует, касание пальцем конденсатора С6 приводит к появлению и исчезновению звукового сигнала.

На этом предварительная проверка работоспособности каскадов заканчивается.

Окончательная проверка и настройка

Окончательная проверка и настройка металлоискателя проводятся после изготовления катушек индуктивности. После предварительной проверки каскадов схемы на плате можно установить остальные элементы, за исключением конденсатора С5.

Переменный резистор RP2 временно установить в среднее положение. Плату прикрепить к L-образному алюминиевому шасси через пластмассовые шайбы (для устранения возможности короткого замыкания) с помощью трех винтов.



Примечание.

Шасси закрепляется в корпусе пульта управления двумя болтами, удерживающими два зажима, которые предназначены для крепления корпуса пульта к штанге искателя.

Боковая сторона шасси обеспечивает фиксацию источников питания в корпусе.



Внимание.

При сборке пульта следует убедиться, что выводы переключателя на обратной стороне переменного резистора RP5 не касаются элементов платы.

После высверливания прямоугольного отверстия приклеить динамик. Штанга и соединительные части, образующие держатель головки искателя можно изготовить из пластмассовых трубок диаметром 19 мм.

Сама головка искателя представляет собой тарелку диаметром 25 см, изготовленную из прочной пластмассы. Внутренняя ее часть должна быть тщательно зачищена наждачной бумагой, что обеспечивает хорошее склеивание с эпоксидной смолой.

Изготовление передающей катушки



Внимание.

Основные характеристики металлоискателя во многом зависят от применяемых катушек, поэтому их изготовление требует особого отношения.

Катушки, имеющие одинаковую форму и размеры, следует наматывать на D-образный контур, который создается из штырей, закрепленных на подходящем куске платы.

Каждая катушка должна состоять из 180 витков эмалированного медного провода 0,27 мм с отводом от 90-го витка.

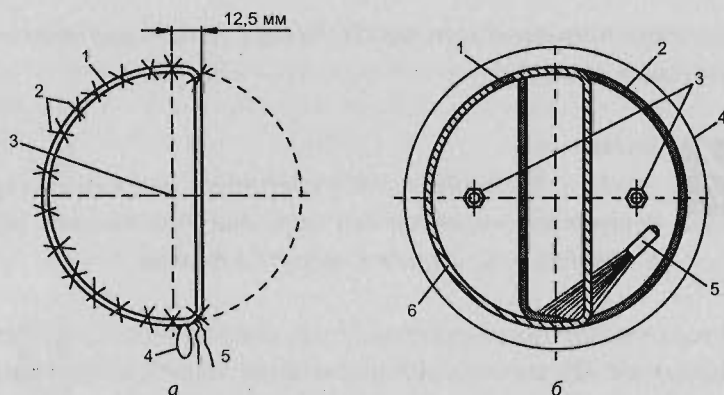


Рис. 2.40. Катушки металлоискателя:

а — способ намотки катушек; б — схема монтажа готовых катушек



Совет.

Прежде чем снять катушки со штырей, их в нескольких местах нужно перевязать, как показано на рис. 2.40, а.

Затем каждую катушку нужно обмотать прочной нитью, чтобы витки плотно прилегали друг к другу. На этом изготовление передающей катушки заканчивается.

Изготовление приемной катушки

Приемная катушка должна быть снабжена экраном. Экранирование катушки обеспечивается следующим образом. Сначала ее нужно обмотать проволокой, а затем обернуть слоем алюминиевой фольги, которую снова нужно обмотать проволокой.



Примечание.

Такая двойная обмотка гарантирует хороший контакт с алюминиевой фольгой. В обмотках проволоки и в фольге должен быть предусмотрен небольшой разрыв или зазор,

как показано на рис. 2.40, б, препятствующий образованию замкнутого витка по окружности катушки.

Сборка металлоискателя

Изготовленные таким образом катушки нужно закрепить с помощью зажимов по краям пластмассовой тарелки и подсоединить к блоку управления при помощи четырехжильного экранированного кабеля.

Два центральных отвода и экран приемной катушки подсоединить к нулевой шине через экранирующие провода.

Проверка работоспособности

Если включить металлоискатель и радиоприемник, расположенный недалеко от катушки, можно услышать высокочастотный свист (на частоте металлоискателя), обусловленный наводкой звукового сигнала в радиоприемнике. Это указывает на исправность генератора металлоискателя.

В данном случае не важно, на какой диапазон настроен радиоприемник, поэтому для проверки вместо него можно использовать любой кассетный магнитофон.

Место рабочего положения катушек определяется:

- ♦ либо по выходному сигналу металлоискателя, который должен быть минимальным;
- ♦ либо по показаниям поискового прибора (вольтметра), подключенного непосредственно к конденсатору С9.

Второй вариант для подгонки катушек значительно проще.

Напряжение на конденсаторе должно составлять приблизительно 6 В. После этого внешние части катушек можно приклеивать эпоксидной смолой, а внутренние, проходящие через центр, нужно оставить незакрепленными, что позволяет провести окончательную настройку.

Окончательная настройка

Окончательная настройка состоит в установке незакрепленных частей катушек в такое положение, при котором предметы из цветного металла, например, монеты, вызывают быстрое увеличение выходного сигнала, а остальные предметы — его незначительное уменьшение.

Если требуемый результат не достигается, необходимо поменять местами концы одной из катушек.



Внимание.

Следует помнить, что окончательная настройка или подгонка катушек должна проводиться при отсутствии металлических предметов.

После установки и прочного закрепления катушки нужно покрыть слоем эпоксидной смолы, затем на них наложить стеклоткань и все это загерметизировать эпоксидной смолой.

После изготовления головки искателя следует провести такие действия:

- ♦ в схему встроить конденсатор С5;
- ♦ переменный резистор RP1 установить в среднее положение;
- ♦ переменный резистор RP2 настроить на минимум выходного сигнала.



Примечание.

При этом по одну сторону среднего положения переменный резистор RP1 обеспечивает распознавание стальных предметов, а по другую сторону — предметов из цветного металла.



Внимание.

При каждом изменении номинального значения сопротивления переменного резистора RP1 необходимо проводить повторную настройку устройства.

На практике металлоискатель представляет собой легкое, хорошо сбалансированное, чувствительное устройство. В течении первых нескольких минут после включения устройства может быть разбаланс нулевого уровня, однако через некоторое время он исчезает или становится незначительным.

Подробное описание металлоискателя, методика монтажа и настройки приводятся в [32].

2.25. Электронный металлоискатель

Особенности металлоискателя



Примечание.

Металлоискатели на биениях оказываются малочувствительными при поисках металлов со слабыми ферромагнитными свойствами, таких как, например, медь, олово, серебро.

Повысить чувствительность металлоискателей этого типа оказывается невозможным, поскольку разность частот (биения) малозаметна при обычных методах индикации. Значительный эффект дает применение кварцованных металлоискателей.

Принципиальная схема

Электронный металлоискатель, принципиальная схема которого приведена на **рис. 2.41**, состоит из:

- ♦ поискового генератора, собранного на транзисторе Т1;
- ♦ буферного каскада (эмиттерного повторителя), собранного на транзисторе Т2.

Они разделены кварцем от индикаторного устройства (детектора) на диоде Д2 с усилителем постоянного тока на транзисторе Т3. **Нагрузкой** УПТ служит стрелочный прибор с током полного отклонения 1 мА.

Вследствие высокой добротности кварца малейшие изменения частоты поискового генератора будут приводить к уменьшению полного сопротивления последнего, а в конечном итоге, — к повышению чувствительности и точности отсчета.

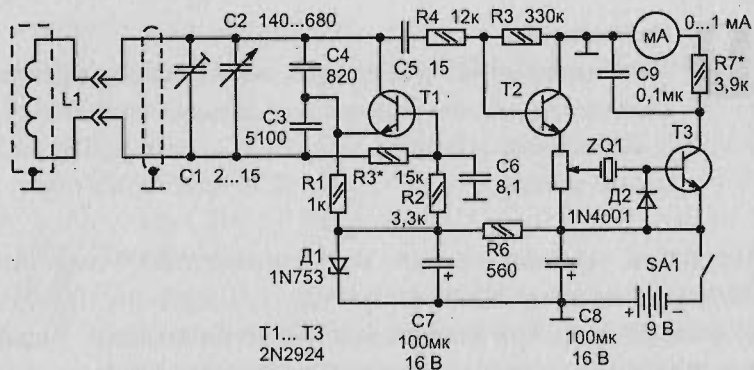


Рис. 2.41. Принципиальная схема электронного металлоискателя

Подготовка к поиску

Подготовка к поиску заключается в настройке генератора на частоту параллельного резонанса кварца, равную 1 МГц. Эта настройка производится конденсаторами переменной емкости С2 (ГРУБО) и подстроечным конденсатором С1 (ТОЧНО) в отсутствие около рамки металлических предметов.

Поскольку кварц является элементом связи между **измерительной** и **индикаторной** частями устройства, его сопротивление в момент резонанса велико, и минимальное показание стрелочного прибора свидетельствует о точной настройке устройства.

В остальном, работа с прибором не отличается от таковой с металлоискателями на биениях.

Уровень чувствительности регулируется переменным резистором R8.

Особенности металлоискателя



Примечание.

Особенностью устройства является кольцевая рамка (катушка) L1, изготовленная из отрезка кабеля.

Центральная жила кабеля удаляется, и вместо нее продевается 6 витков провода типа ПЭЛ 0,1—0,2 длиной 115 мм. Такая рамка обладает высокой добротностью и хорошим электростатическим экраном.

Жесткость конструкции рамки обеспечивается размещением ее между двумя дисками из фанеры или пластика диаметром 400 мм и толщиной 5—7 мм.

Элементная база

В приборе могут быть использованы транзисторы КТ315Б, кремниевый стабилитрон 2С156А, детекторный диод типа Д9 с любым буквенным индексом.

Частота кварца может быть в интервале частот от 900 кГц до 1,1 МГц. Кабель для катушки подходит любой из типов РК-50.

Описание устройства приводится в [31].

2.26. Кварцованный металлоискатель на двух транзисторах

Принципиальная схема

Принципиальная схема металлоискателя представлена на рис. 2.42. Опорный генератор металлоискателя собран по схеме емкостной трехточки на транзисторе Т1. Контурная катушка L1 является датчиком прибора.

Конденсаторы С3—С6 предназначены для настройки генератора на частоту 50 кГц. Через разделительный конденсатор С7 синусоидальное напряжение с генератора поступает на кварцевый фильтр.



Примечание.

Емкость С7 выбрана небольшой, тем самым влияние последующих каскадов на работу генератора практически исключено.

Пороговое устройство собрано на полевом транзисторе Т2. Напряжение порога задается делителем R5—R7. Конденсатор С8 сглаживает пульсации на индикаторе ИП1.

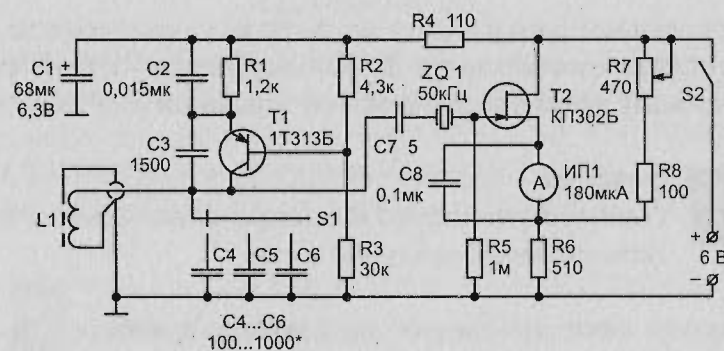


Рис. 2.42. Принципиальная схема кварцованного металлоискателя на двух транзисторах

Фильтр R4C1 осуществляет развязку по переменному току между пороговым и задающим генераторами.

Датчик металлоискателя

Датчик металлоискателя представляет собой жесткий кольцевой каркас, выполненный из оргстекла, на котором намотано 65 витков провода ПЭЛ 0,2.

Обмотка заключена в экран из алюминиевой фольги и залита эпоксидной смолой. Датчик связан с измерительным блоком коаксиальным кабелем РК-75.



Внимание.

Особое внимание нужно уделить качеству изготовления рамки металлоискателя. Она должна иметь небольшой вес, быть жесткой и упругой. Иначе даже при легких ударах, неизбежных при работе с прибором в полевых условиях, частота генератора «уходит» — металлоискатель расстраивается.

Основанием рамки может служить кольцевой каркас из оргстекла или полистирола $d=300$ мм. Обмотку нужно заэкранировать алюминиевой фольгой толщиной 0,05 мм.



Внимание.

Соединять между собой концы экрана нельзя, иначе образуется короткозамкнутый виток.

Выводы обмотки следует подключить к кабелю РК-75 длиной 0,3—1 м (с оплеткой кабеля соединить также и экран катушки). Это место затем нужно залить эпоксидной смолой. Соединение датчика с блоком электроники должно быть неразъемным.

Возможности и особенности использования металлоискателя

Металлоискатель имеет весьма высокую чувствительность. Стрелка индикатора отклоняется на одно деление, когда рамка прибора приближается к железному диску диаметром 13 см на расстояние 80 см. А предметы диаметром 3—5 см дают такое же отклонение стрелки на расстоянии 10—15 см.

Прибор практически одинаково реагирует на любой металл. Так, например, стальной, алюминиевый и латунный диски дают на равных расстояниях одинаковые отклонения стрелки. Они не зависят и от того, сплошной предмет или пустотелый.



Совет.

При работе с металлоискателем необходимо учитывать фоновые помехи.

Песчаный и торфяной грунты, чернозем, дерево, вода фонового сигнала не дают. Поэтому прибор хорошо действует в пресных водоемах, в деревянных зданиях и на некаменистых почвах.

Сильный фон дает кирпич (обожженная глина обладает магнитными свойствами) и некоторые минералы.



Совет.

На показания прибора влияют и изменения температуры. Поэтому рамку лучше поместить в футляр из теплоизолятора, например, пенопласта.

Для работы под водой датчик металлоискателя сначала надо подержать 10—15 минут в воде и после этого настроить прибор.

Полное описание металлоискателя приведено в [9].

2.27. Металлоискатель с совмещенными катушками

Особенности принципиальной схемы

Схема следующего металлоискателя, показанная на **рис. 2.43, а**, каких-либо особенностей не имеет, проста и доступна для повторения даже начинающим радиолюбителям.

Как часто пишут в книгах и журналах, при правильном монтаже и исправных деталях работать начинает сразу.

Печатная плата

Печатная плата устройства показана на **рис. 2.43, б**, она выполнена под SMD компоненты, все детали устанавливаются со стороны фольги, и сверления отверстий не требуется.

Изготовление поисковой катушки

Изготовление поисковой катушки требует высокой аккуратности и тщательности. Катушки следует наматывать на специальных каркасах, которые изготовлены из доски со вбитыми в нее по контуру будущей катушки гвоздями. После намотки и скрепления витков нитками, катушки нужно уложить в пластиковый каркас.

Каркас для катушек (**рис. 2.43, в**) может быть изготовлен из двух кусков оргстекла толщиной 4 мм. Из ABS пластика толщиной 1 мм нужно изготовить желобки для укладки катушек и приклеить к одному из оснований.

Передающая катушка металлоискателя должна быть намотана проводом ПЭВ 0,35 и содержать 8+5+5+8 витков.

Приемная катушка должна быть намотана проводом ПЭВ 0,27 и содержать 24+24 витка.

Там же, внутри каркаса, должна быть установлена и плата, на которой стоят конденсаторы С11—С15.

После того, как намотанные катушки уложены в каркас, их нужно закрепить в нескольких точках термоклеем.

Затем катушки можно подключать к основной плате устройства.

Настройка металлоискателя

Конденсатором С15 нужно установить минимальный сигнал на входе приемной части. Если это не удастся — то следует сдвинуть витки катушек, и настроить снова.

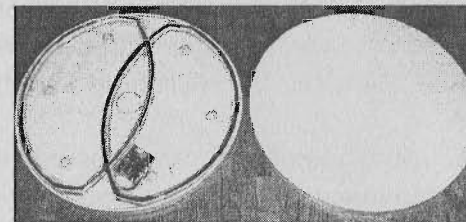
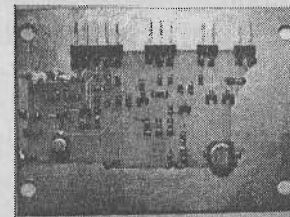
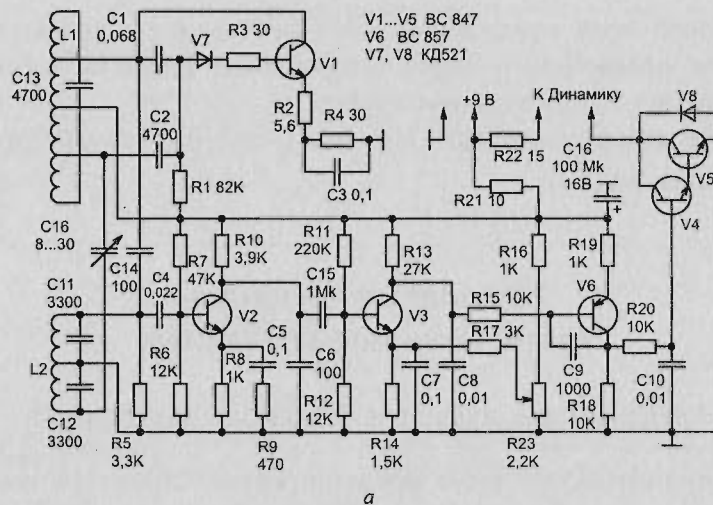


Рис. 2.43. Металлоискатель с совмещенными катушками:
 а — принципиальная схема; б — печатная плата; в — каркас для катушек

После этой процедуры желобки каркаса с катушками нужно обязательно залить эпоксидным клеем и закрыть сверху вторым куском оргстекла.

Подробное описание монтажа и настройки устройства приведено в [17].

2.28. Металлоискатель с низковольтным питанием

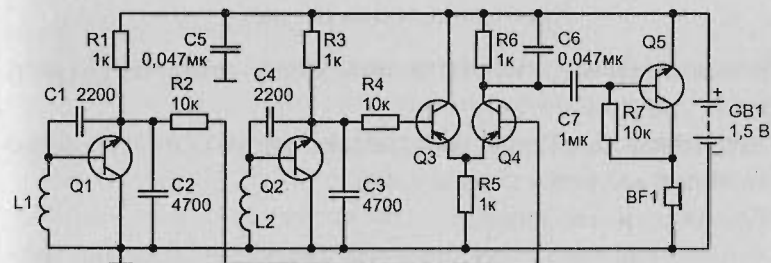
Анализ имеемых радиолюбительских конструкций

При разработке этого металлоискателя ставилась задача создать малогабаритное высокоэкономичное устройство с хорошей повторяемостью и высокими эксплуатационными характеристиками, используя широкораспространенные и недорогие детали.

Анализ большинства распространенных схем показал, что все они питаются от источника с напряжением не ниже 9 В (то есть «Крона»), а это и дорого и неэкономично. Так, собранный на микросхеме К561ЛЕ5 металлоискатель работает от одной батареи не более 6—8 часов.

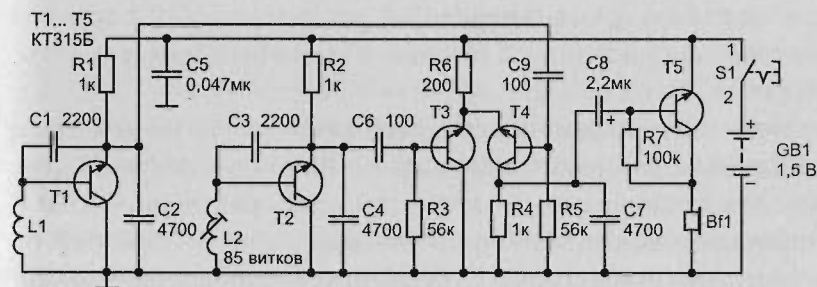
Поисковые катушки у большинства устройств или с отводами, или имеют несколько обмоток. Чувствительность у простых металлоискателей невысокая, а более сложные требуют применения кварцевых резонаторов или других дефицитных деталей.

В итоге А. Мельниковым была разработана схема (рис. 2.44, а) металлоискателя на биениях, как самого простого в настройке и использовании.

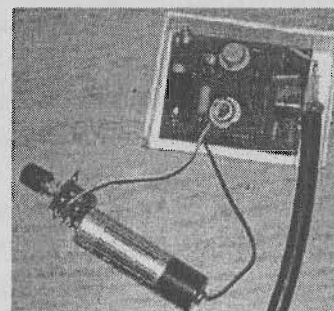


Q1, Q2, Q5 КТ3102Е
Q3, Q4 ГТ313, П416Б

а



б



в

Рис. 2.44. Металлоискатель с низковольтным питанием
а — принципиальная схема; б — принципиальная схема, собранная целиком на кремниевых транзисторах типа КТ315Б; в — пример навесного монтажа

Принципиальная схема

Функционально разработанная схема включает свой состав:

- ♦ два генератора (катушка колебательного контура одного из них и является поисковой);
- ♦ балансный смеситель;
- ♦ усилителя звуковой частоты, нагруженный на наушники.

Для таких низковольтных устройств как нельзя более подходят **барьерные генераторы**, устойчиво работающие от напряжения питания 0,8 В и более (для кремниевых транзисторов).

Еще одним их достоинством является то, что на их выходе постоянная составляющая напряжения (относительно коллектора, соединенного с корпусом прибора) равна 0,65 В и стабилизирована (эмиттерно-базовый переход транзистора играет роль стабилитора). Этот эффект используется для стабилизации рабочей точки балансного смесителя.

Усилитель звука одностранзисторный.



Совет.

Для такого усилителя звука желательно применить транзистор с коэффициентом передачи тока не менее 200.

Генераторы работают на разных частотах:

- ♦ поисковый — примерно на частоте 100 кГц;
- ♦ опорный — на частоте 200 или 300 кГц.

Таким образом, балансный смеситель выделяет биения между частотой опорного генератора и 2-й или 3-й гармоникой поискового.



Примечание.

Такое решение позволяет резко уменьшить явление «захвата» частоты поискового генератора, что в простых схемах не позволяет установить частоту биений ниже 200 Гц, а также повышает чувствительность — изменение частоты поискового генератора на 10 Гц изменяет частоту биений на 20 (или 30) Гц.

Конечно, можно еще больше повысить частоту опорного генератора, но в этом случае уровень биений становится очень маленьким, а это значит, что:

- ♦ понижается громкость звука;
- ♦ нестабильность увеличивается, что затрудняет работу.

Следует отметить, что температурная стабильность схемы невысокая, но практически это не сильно влияет на результаты:

- ♦ **во-первых**, в колебательных контурах применяются одинаковые контурные конденсаторы, поэтому их частота изменяется одинаково, в одну и ту же сторону, а в итоге частота биений не меняется;
- ♦ **во-вторых**, некоторые несложные конструктивные меры позволяют увеличить термостабильность металлоискателя.

А именно актуальны такие требования:

- ♦ поисковая катушка должна иметь жесткую конструкцию;
- ♦ должно быть применено правильное экранирование;
- ♦ плата и корпус должны быть жестко закреплены на штанге.



Совет.

Провод от катушки до схемы должен быть экранированным, желательно применить тонкий телевизионный кабель.

Сама штанга должна быть из сухого дерева или стеклопластика.

Плату в корпусе желательно залить парафином. Это не только защитит от влажности, но и от быстрых перепадов температуры.

Изготовление поисковой катушки

Поисковая катушка выполняется из кабеля «витая пара», которым проводят локальные сети.



Совет.

Кабель обязательно должен быть экранированным, 5-й категории, желательно для наружной прокладки (у него толще изоляция и катушка получается жестче).

Четыре витка кабеля следует уложить кольцом с внешним диаметром примерно 25 см, причем:

- ♦ уложить сначала два внешних витка друг над другом;
- ♦ затем обмотать в четырех местах изоляцией;
- ♦ затем намотать два витка внутри.

Все это потом нужно разрезать в середине и обмотать изоляцией.



Совет.

Для такой обмотки лучше использовать матерчатую изоляцию.

С обоих концов разреза зачистить изоляцию примерно на полтора сантиметра, концы проводов облудить. Экранирующую фольгу следует обрезать.

Провод, идущий вместе с фольгой, с одной стороны обкусывать, с другой — соединить с одним из проводов кабеля.



Примечание.

Этот провод будет выводом начала обмотки. Следует обратить внимание, что экран ни в коем случае не должен образовывать короткозамкнутый виток!

Далее выводы кабеля нужно соединить согласно-последовательно, ошибиться практически невозможно, потому что все восемь проводов разного цвета. В итоге должна получиться катушка из 32 витков с приличной влагостойкостью и жесткостью.

Изготовление другого варианта катушки

Другой вариант катушки мотается обмоточным проводом толщиной не менее 0,3 мм. Можно вбить несколько гвоздей в доску на расстоянии 40 см и намотать проволоку (34 витка) на них, затем аккуратно снять катушку и обмотать изоляцией.

Затем катушку нужно экранировать. Лучше всего обмотать ее фольгой, взятой из старого электролитического конденсатора.



Внимание.

Надо иметь в виду, что внутри электролитического конденсатора находится щелочной электролит, поэтому разматывать фольгу с конденсатора желательно под струей воды, чтобы электролит не разъел пальцы.

Фольгу нужно наматывать так, чтобы она не образовала короткозамкнутого витка, между началом и концом обмотки должен быть промежуток около 1 см.

**Примечание.**

Пытаться припаять провод к фольге бесполезно — она алюминиевая и не лудится, поэтому поверх фольги нужно намотать несколько витков голого луженого провода — это и будет вывод экрана.

Его уже можно будет соединить с одним из концов катушки. Далее этот конец соединить с оплеткой экранированного провода, идущего от катушки к плате, и на плате, с общим проводом.

Второй конец катушки нужно соединить с центральной жилой провода и на плате с базой первого транзистора поискового генератора. Поверх фольги снова намотать изоляцию.

Особенности применения различных катушек

От размера катушки зависят тактико-технические характеристики металлоискателя. Катушка диаметром 35 см уверенно ловит трак от гусеницы трактора на глубине 80 см, но не обнаруживает монеты, кольца, гвозди и прочую мелочь. Этот вариант прекрасно подходит для поиска черного металла, когда представляют интерес именно массивные железяки (металлолом).

Для поиска колец, монет на пляже необходима катушка диаметром 15 см. Маленькая катушка диаметром 15 см состоит из 6 витков кабеля или 50 витков провода. Глубина обнаружения монет примерно 15 см. Катушка диаметром около 25 см — компромиссное решение, она имеет 40—45 витков.

Элементная база

Детали металлоискателя — самые доступные. Резисторы и конденсаторы практически любого типа, транзисторы в

генераторах можно применить КТ315 (лучше с буквами Б, Г, Е, некоторые экземпляры с буквами А и В работать отказались — мал коэффициент передачи тока).

Отлично работают КТ3102, КТ368.

**Внимание.**

Транзисторы балансного смесителя обязательно должны быть германиевыми.

Любой транзисторный приемник 70-80х годов выпуска обеспечит вас ими в достатке. Подойдут П416 с любой буквой, П422, П423, П401, ГТ309, ГТ322, ГТ313. В селекторах телевизоров СКМ-24 имеются транзисторы ГТ346А.

Поскольку рабочие частоты схемы не очень высокие, то подойдут даже П27, П28, МП39Б, МП42Б, которые применялись в усилителях воспроизведения катушечных магнитофонов.

**Совет.**

В усилителе 34 желательно применить транзистор с самым большим коэффициентом передачи тока из имеющихся в наличии.

Катушка опорного генератора намотана на стандартной арматуре контуров ПЧ от китайских магнитол и приемников. Некоторые катушки имеют встроенный конденсатор, который необходимо удалить.

Катушка аккуратно разматывается, и если в ней больше 85 витков, то она аккуратно наматывается тем же проводом. Если витков меньше, то 85 витков наматывается любым обмоточным проводом.

Провод должен быть достаточно тонким, иначе нужное количество витков не уместится. В крайнем случае можно намотать 75 витков.

Емкость контурных конденсаторов не обязательно соблюдать точно, желательно только применять в обоих генераторах конденсаторы одного номинала и типа — для лучшей термостабильности. Емкость 4700 пФ может быть от 3300 до 5100 пФ, вместо 2200 пФ можно применить 1500 или 1800 пФ.

Монтаж устройства

Печатная плата не разрабатывалась, оказалось разумнее отказаться от печатного монтажа и собрать прибор на тонком (0,5 мм) куске текстолита, соединяя между собой детали их собственными выводами. Пример такого монтажа, занимающего размер менее половины спичечного коробка, на **рис. 2.44, в**.

Использовались транзисторы КТ3102 и ГТ322 в металлических корпусах.

Схема альтернативного металлоискателя

При изготовлении нескольких металлоискателей вдруг остро встала проблема с поиском старых германиевых транзисторов. И на тот случай, если под рукой у радиолюбителей их не окажется, была разработана схема, собранная целиком на кремниевых транзисторах, типа КТ315Б. Несмотря на некоторое уменьшение чувствительности, схема показала хорошую работоспособность. Схема представлена на **рис. 2.44, б**.

Настройка и пользование прибором подробно описываются в [15].

2.29. Компактный металлоискатель на полевом транзисторе

Назначение и возможности

Простой компактный металлоискатель нужен для обнаружения в стенах под слоем штукатурки разнообразных металлических предметов (например, труб, проводки, гвоздей, арматуры).

Это устройство полностью автономно, питается от 9 вольтовой батареи типа «Крона», потребляя от нее 4—5 мА.

Металлоискатель имеет достаточную чувствительность для обнаружения:

- ♦ трубы на расстоянии 10—15 см;
- ♦ проводки и гвоздей на расстоянии 5—10 см.

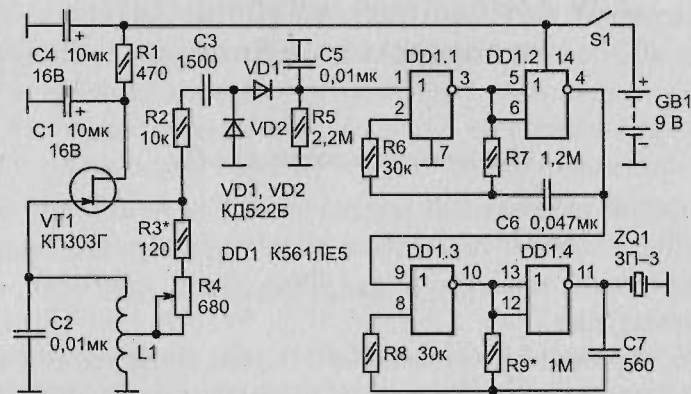
Чувствительность можно значительно повысить, увеличив габариты устройства, но как показала практика для бытовых применений это делать не всегда целесообразно.

Принципиальная схема

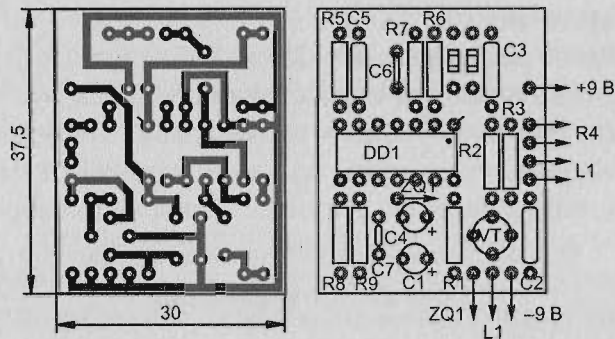
Со схемотехнической точки зрения устройство представляет собой **LC-генератор на полевом транзисторе**, сопряженный с устройством звуковой индикации.

Индикация в устройстве применена именно звуковая, хоть она и дороже световой, но значительно экономичнее по отношению к батарее питания. Так как обычный светодиод потребляет ток около 10—15 мА (для нормальной видимости в дневное время), а зуммер прерывистого звучания с пьезоизлучателем около 2 мА. Устройство довольно простое, его принципиальная схема показана на **рис. 2.45, а**.

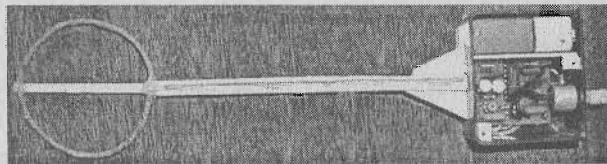
Работает устройство следующим образом: подав питание, нужно установить переменным резистором R4 режим



а



б



в

Рис. 2.45. Компактный металлоискатель на полевом транзисторе:

а — принципиальная схема; б — печатная плата;

в — внешний вид устройства

работы генератора на пороге срыва. Пока генератор работает (на частоте порядка сотен килоггерц), переменное напряжение с его выхода выпрямляется диодами VD1, VD2, заряжает конденсатор C5 до напряжения 2—3 В.

Этого напряжения достаточно, чтобы блокировать работу генератора прерывистого звучания собранного на логических элементах ИМС DD1 по типовой схеме.

Стоит появиться рядом с катушкой L1 металлическому предмету, как генерация срывается, конденсатор C5 в течении 20 мс разряжается через R5 и теперь разрешается работа генератора на DD1.1, DD1.2, а уже под его управлением начинает прерывисто работать генератор на DD1.3, DD1.4.

Пьезоизлучатель ZQ1 начинает прерывисто пищать. Если металл удалится от катушки, генерация в контуре L1C2 тут же восстанавливается и звуковой излучатель замолкает.

Настройка металлоискателя

В зависимости от степени разряда батареи, температуры воздуха, предметов, находящихся рядом с металлоискателем требуется его частая настройка резистором R4 в процессе работы.

Движок резистора необходимо вывести сначала в положение максимального сопротивления — генерация в LC-контуре должна сорваться и прибор должен подать звуковой сигнал.

Потом медленно уменьшить сопротивление R4 до восстановления генерации — прибор готов к работе.

В некоторых случаях может понадобиться подбор резистора R3. Для достижения максимальной громкости звучания излучателя желательно подобрать номинал R9 или C7 таким образом, чтобы наступил звуковой резонанс в пьезоизлучателе.

Элементная база

Прибор не содержит дефицитных или дорогих деталей. Полевой транзистор может быть любым из серии КП303, ИМС можно применить более дешевую, 176 серии.

Катушка индуктивности бескаркасная, содержит 50+50 витков провода диаметром 0,1 мм, намотанного на оправку диаметром примерно 7 см. Можно намотать на стеклянную бутылку, потом сдвинуть катушку с нее, скрепить витки слегка нитками и промазать всю катушку клеем типа «Момент».

Все постоянные резисторы — МЛТ-0,125, или аналогичные. Конденсаторы — любые малогабаритные, можно с большим ТКЕ и погрешностью, так как все равно придется постоянно подстраивать генератор вручную.

Пьезоизлучатель также любой. Электролитические конденсаторы не должны иметь больших токов утечки, особенно это касается С1. Такому требованию отвечает большинство новых конденсаторов типа К50-35 или подобных импортных.

Монтаж металлоискателя

Все детали, кроме батареи питания, переменного резистора, звукового излучателя и катушки индуктивности монтируются на печатной плате (рис. 2.45, б) Плата далее вместе с батареей питания, излучателем и переменным резистором помещается в корпус подходящих размеров.



Внимание.

Катушка индуктивности крепится на диэлектрической стойке длиной не менее 15 см, иначе прибор будет обнаруживать собственную батарею.

Применение сменных катушек

Можно даже попробовать сделать несколько сменных катушек разного диаметра, ведь от этого будет зависеть расстояние, на котором прибор сможет обнаруживать металл.

Так, при диаметре каркаса катушки 12 мм, дальность обнаружения составляет несколько миллиметров, но металлоискатель реагирует даже на опилки. С большими катушками он на больших расстояниях может находить только крупные предметы.

Описание металлоискателя приводится в [10].

2.30. Простой металлоискатель с пьезофильтром

Назначение и возможности

Этот металлоискатель, несмотря на малое число деталей и простоту в изготовлении, отличается достаточно большой чувствительностью. Крупные металлические предметы, такие как батарея отопления, он способен обнаружить на расстоянии до 60 см, мелкие же, например, монету диаметром 25 мм — на расстоянии 15 см.

Принцип действия

Принцип работы устройства основан на изменении частоты в измерительном генераторе под воздействием находящихся рядом металлов и выделении разностной частоты (биений) между измерительным и образцовым генератором.

Так как эта частота находится в звуковом диапазоне, ее можно услышать в наушниках.

Принципиальная схема

Принципиальная схема металлоискателя представлена на рис. 2.46. В данной схеме частота опорного генератора, выполненного на DD1.1, стабилизирована при помощи пьезоэлемента. В качестве пьезоэлемента использован пьезофильтр (ZQ1) на промежуточную частоту (465 кГц), имеющуюся в любом бытовом супергетеродинном радиоприемнике.

Такие элементы широко распространены и гораздо дешевле, чем кварцевые резонаторы. Применение пьезоэлемента позволяет повысить стабильность частоты опорного генератора по сравнению с обычными LC или RC генераторами, а, значит, увеличить дальность обнаружения металлических предметов.

Измерительный генератор собран на логическом элементе DD1.2 и содержит катушку (L1) в виде рамки, которая является датчиком. При приближении катушки к металлу

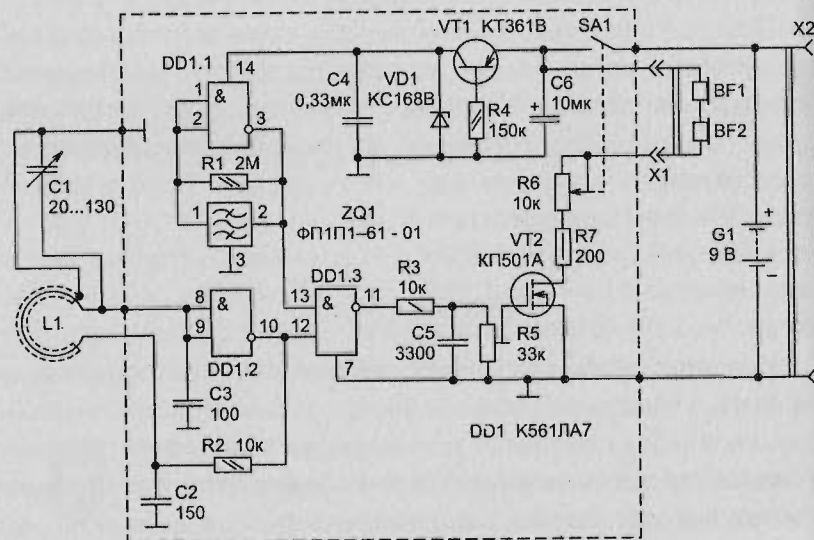


Рис. 2.46. Принципиальная схема простого металлоискателя с пьезофильтром

меняется ее индуктивность, что приводит к изменению частоты автогенератора.

Начальная частота автогенератора определяется элементами $C1C2C3L1$ и подстраивается при помощи регулируемого конденсатора $C1$, близкой к частоте опорного генератора (чуть больше или меньше чем 465 кГц).

На элементе DD1.3 сигналы двух генераторов смешиваются. Выходной сигнал DD1.3 содержит разностную гармонику, и, чтобы ее отделить от высокочастотных импульсов, установлен фильтр R3C5. Низкочастотный сигнал усиливается полевым транзистором VT2 и подается на звуковой излучатель — наушники BF1 BF2.

Применение в автогенераторах логических элементов КМОП микросхемы, благодаря их большому входному сопротивлению, позволяет получить высокую добротность в колебательном контуре поискового генератора, что повышает у него стабильность частоты.



Примечание.

Это дает возможность работать при малых биениях и таким образом увеличить чувствительность металлоискателя.

Питание автогенераторов стабилизировано при помощи прецизионного стабилитрона KC166B. Только параметрические стабилизаторы на напряжение около 6 В имеют близкий к нулю дрейф напряжения при изменении окружающей температуры.

Схема металлоискателя сохраняет работоспособность при снижении напряжения до 5 В, но в этом случае стабилизации напряжения питания не будет.

**Совет.**

Потребляемый металлоискателем ток (а, значит, и продолжительность работы) сильно зависит от сопротивления подключенных на выходе головных телефонов. По этой причине их сопротивление должно быть как можно больше (>100 Ом), для чего телефоны в наушниках подключены последовательно.

Резистор R7 ограничивает максимальный ток транзистора VT2 при коротком замыкании в наушниках, а резистор R6 позволяет регулировать громкость звука. Для удобства этот резистор объединен с включателем питания SA1.

Наушники соединяются через любое стандартное гнездо X1.

Гнездо X2 предназначено для подключения сетевого зарядного устройства для аккумулятора G1. Это позволит выполнять подзарядку элементов питания не вынимая их из корпуса.

Элементная база

Конденсатор настройки C1 можно взять от любого миниатюрного радиоприемника (например КП-180). C2 и C3 должны быть с минимальным отрицательным ТКЕ (M47, M75), C4 и C5 из серии K10 (K10-17), C6 — K53-1 на 16 В.

Переменный резистор R6 — СПЗ-36М (он предусматривает горизонтальную установку на плате и имеет встроенный включатель SA1), подстроенный резистор R5 типа СПЗ-19а, остальные подойдут любые малогабаритные.

Пьезорезонатор (пьезофильтр ZO1) скорее всего подойдет любой из серии ФП1П1-61 (-01, -02, и т. д.), а также можно попробовать многие другие типы пьезофильтров от китайских приемников, имеющие три вывода.

Печатная плата

Детали устройства могут быть расположены на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм и размерами 75 × 40 мм (рис. 2.47, а—б).

Плата желательнее разместить вблизи от катушки датчика L1. Место, где закрепляется плата с элементами, экранировать не обязательно.

Изготовление катушки

Катушка датчика металлоискателя L1 имеет вид тороидальной рамки, (рис. 2.47, в). Она наматывается медным проводом ПЭВ диаметром 1,2 мм, на любой подходящей оправке диаметром 20 см, например, вырезанной из пенопласта.

Намотка следует выполнять внавал, 30 витков (индуктивность получается около 480 мкГн). После намотки катушки рамка нужно обмотать любой диэлектрической лентой (лакотканью или изоляцией), а после этого — тонкой алюминиевой фольгой.

Можно применить также медную фольгу. У места выводов катушки участок около 10 мм закрывать фольгой не надо (между концами экрана оставляется зазор, как это показано на рис. 2.47, в).

**Примечание.**

Экран у катушки уменьшает влияние паразитных емкостей, что повышает стабильность рабочей частоты поискового автогенератора.

Применение толстого провода при изготовлении L1 обеспечивает более высокую добротность у катушки и придает жесткость рамке без использования дополнительных элементов крепления.

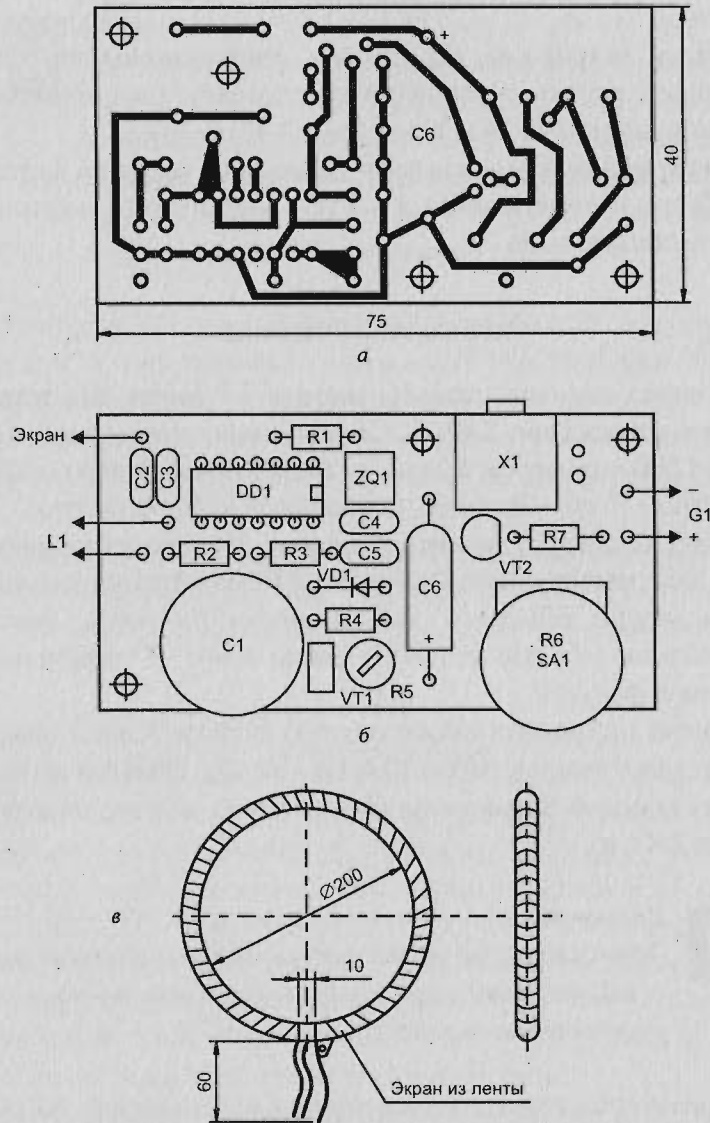


Рис. 2.47. Простой металлоискатель с пьезофильтром:
 а — печатная плата; б — расположение элементов на плате;
 в — внешний вид поисковой катушки

Полное описание устройства и методика настройки приводится в [29].

2.31. Металлоискатель с интегральным УНЧ

Принципиальная схема

Схема, представленная на рис. 2.48 — это классический металлоискатель. Работа схемы основана на принципе супергетеродинного преобразования частоты, которое обычно используется в супергетеродинном приемнике.

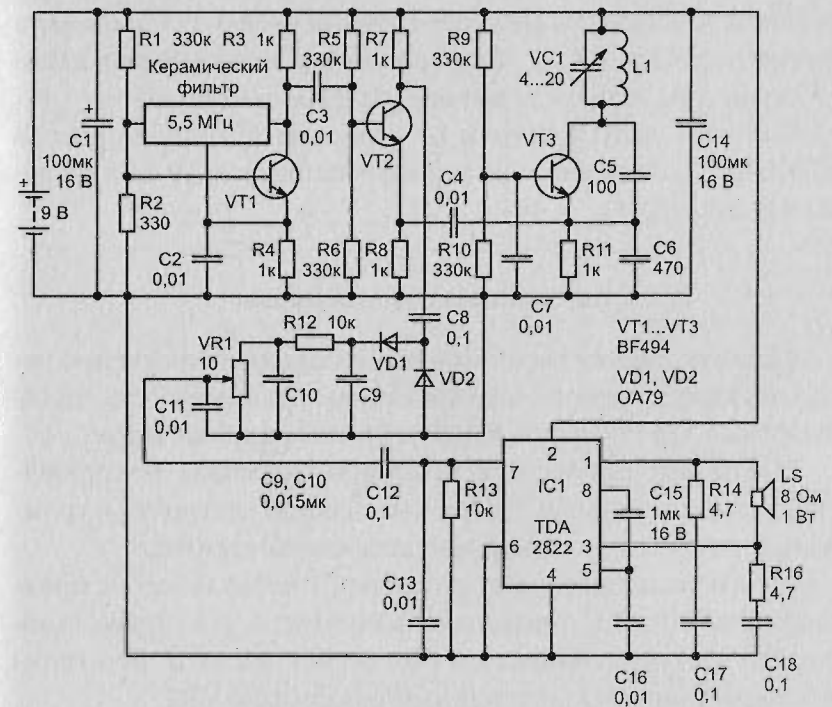


Рис. 2.48. Принципиальная схема металлоискателя с интегральным УНЧ

Используются два генератора радиочастоты, частоты которых составляют 5,5 МГц.

Первый радиочастотный генератор собран на транзисторе Т1 типа BF494, частота генератора стабилизирована кварцем. Используется керамический фильтр на частоту 5,5 МГц, который обычно используется в тракте ПЧ звука телевизора.

Второй радиочастотный генератор по схеме «Колпитца» собран на транзисторе Т3. Частота задается параметрами индуктивности L1 и конденсатором VC1.

Частоты двух радиочастотных генераторов смешиваются в **смесителе**, собранном на транзисторе Т2. Сигнал разностной частоты с коллектора транзистора Т2 поступает на **детектор**, собранный на диодах D1 и D2. Пульсации напряжения сглаживаются **фильтром низких частот**, собранным на элементах R12, C6, C10. Через **регулятор уровня** сигнал далее поступает на усилитель низкой частоты.

Катушка индуктивности L1 содержит 15 витков провода ПЭЛ 0,25, намотанного на оправке диаметром 10 см и закрепленного лаком.

Настройка металлоискателя

После настройки частоты обоих генераторов в отсутствие металлических предметов частоты должны точно совпадать, чтобы на выходе УНЧ получить нулевые биения разности частот.

Настройка проводится подбором номинала подстроечного конденсатора VC1. При правильной настройке в громкоговорителе отсутствует тон разностной частоты.

При появлении вблизи катушки L1 металлических предметов, частота LC генератора изменяется, и в громкоговорителе прослушивается тон разностной частоты. Его громкость регулируется переменным резистором VR1.

Описание устройства приведено в [2].

2.32. Кварцованный металлоискатель на биениях

Принципиальная схема

Принципиальная схема металлоискателя на биениях изображена на **рис. 2.49**.

Схема состоит из следующих узлов:

- ♦ кварцевый генератор;
- ♦ измерительный генератор;
- ♦ синхронный детектор;
- ♦ триггер Шмидта;
- ♦ устройство индикации.

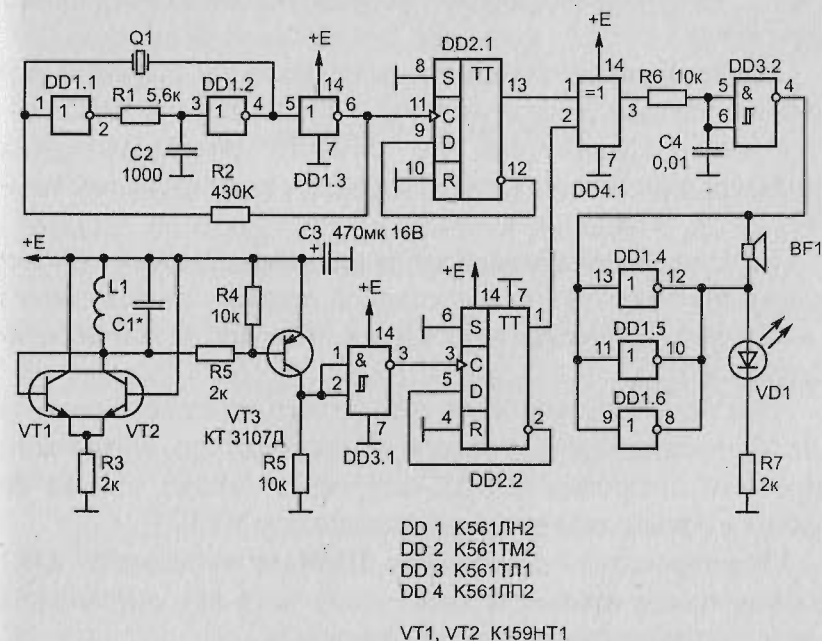


Рис. 2.49. Принципиальная схема кварцованного металлоискателя на биениях

Кварцевый генератор реализован на инверторах D1.1—D1.3. Частота генератора стабилизирована кварцевым или пьезокерамическим резонатором с резонансной частотой 32768 кГц (часовой кварц).

Цепочка R1C2 препятствует возбуждению генератора на высших гармониках. Через резистор R2 замыкается цепь ООС, через резонатор Q1 — цепь ПОС.

Генератор отличается простотой, малым потребляемым током от источника питания, надежно работает при напряжении питания 3—15 В, не содержит подстроечных элементов и чересчур высокоомных резисторов.

Дополнительный счетный триггер D2.1 необходим для формирования сигнала со скважностью, в точности равной 2, что требуется для последующей схемы синхронного детектора.

Измерительный генератор реализован на дифференциальном каскаде на транзисторах VT1, VT2. Цепь ПОС реализована гальванически, что упрощает схему. Нагрузкой дифференциального каскада является колебательный контур L1C1.

Частота генерации зависит от резонансной частоты колебательного контура и, в некоторой степени, от режимного тока дифференциального каскада. Этот ток задается резистором R3.

Для преобразования низковольтного выходного сигнала дифференциального каскада к стандартным логическим уровням цифровых КМОП-микросхем служит каскад по схеме с общим эмиттером на транзисторе VT3.

Формирователь с триггером Шмидта на элементе D3.1 обеспечивает крутые фронты импульсов для нормальной работы последующего счетного триггера.

Дополнительный счетный триггер D2.2 необходим для формирования сигнала со скважностью, в точности рав-

ной 2, что требуется для последующей схемы синхронного детектора.

Синхронный детектор состоит из перемножителя, реализованного на элементе D4.1 «Исключающее ИЛИ» и интегрирующей цепочки R6C4. Его выходной сигнал близок по форме к пилообразному, а частота этого сигнала равна разности частот кварцевого генератора и поискового генератора.

Триггер Шмидта реализован на элементе D3.2 и формирует прямоугольные импульсы из пилообразного напряжения синхронного детектора.

Устройство индикации является просто мощным буферным инвертором, реализованным на трех оставшихся инверторах D1.4—D1.6, включенных в параллель для увеличения нагрузочной способности. Нагрузкой устройства индикации являются светодиод и пьезоизлучатель.

Изготовление катушки

Катушка L1 наматывается на какой-либо оправке диаметром 160 мм, и имеет 100 витков провода ПЭВ — 0,2 мм.

Полное описание устройства приводится в [32].

2.33. Простой металлоискатель на транзисторах

Назначение и особенности использования

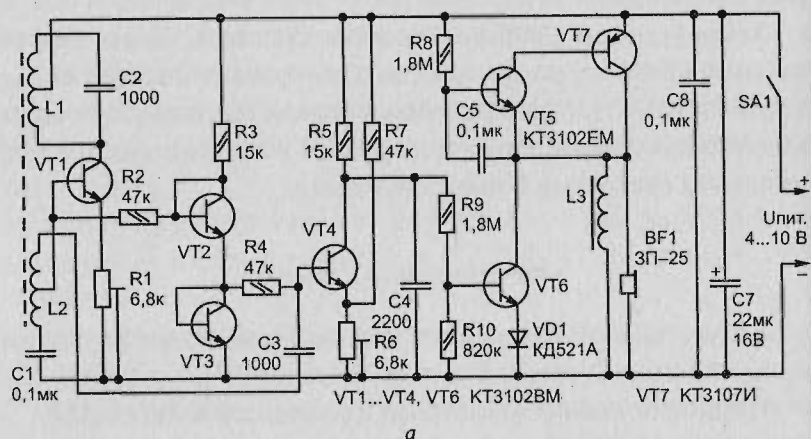
Металлоискатель позволяет на расстоянии до 20 см обнаруживать любой металлический предмет. Дальность обнаружения зависит только от площади металлического предмета. Для тех, кому этого расстояния недостаточно, например искателям кладов, можно порекомендовать увеличить размеры рамки. Это должно увеличить и глубину обнаружения.

Принципиальная схема

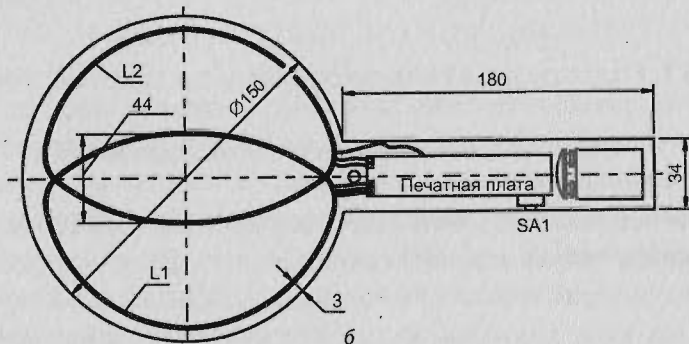
Принципиальная схема металлоискателя приведена на рис. 2.50, а.

Схема собрана на транзисторах, работающих в режиме микротоков, и состоит из ВЧ генератора (100 кГц) на VT1, который настраивается резистором R1 на максимальную чувствительность к металлическим предметам.

В качестве катушек L1 и L2 используются две рамки (рис. 2.50, б). Транзисторы VT2, VT3 включены как диоды



а



б

Рис. 2.50. Простой металлоискатель на транзисторах: а — принципиальная схема; б — конструкция металлоискателя

и обеспечивают стабилизацию режимов автогенератора — VT1 и активного детектора на VT4 при изменении напряжения питания и температуры.

Резистор R6 устанавливает чувствительность металлоискателя. На транзисторах VT5 и VT7 собран звуковой автогенератор, который включается транзистором VT6. Для того чтобы обеспечить громкий звук пьезоизлучателя HF1, параллельно ему включена катушка L3.

Это увеличивает напряжение на пьезоизлучателе за счет резонанса между внутренней емкостью HF1 и индуктивностью L3. При попадании в поле катушек L1—L2 металлического предмета частота генератора меняется, что приводит к уменьшению амплитуды напряжения на входе детектора (VT4). Он запирается, а транзистор VT6 открывается, что разрешает работу звукового генератора.

Преимущества схемы

Данная схема по сравнению с аналогичными устройствами, использующими принцип биений частот, обеспечивает большую чувствительность и проще в изготовлении.

Питание схемы металлоискателя

В качестве источника питания применена батарея типа «Корунд» или «Крона» (9 В), но может использоваться и любой стационарный источник напряжением 6—10 В. Ток потребления в дежурном режиме не более 1,5 мА, при работе звукового сигнала — 7 мА.

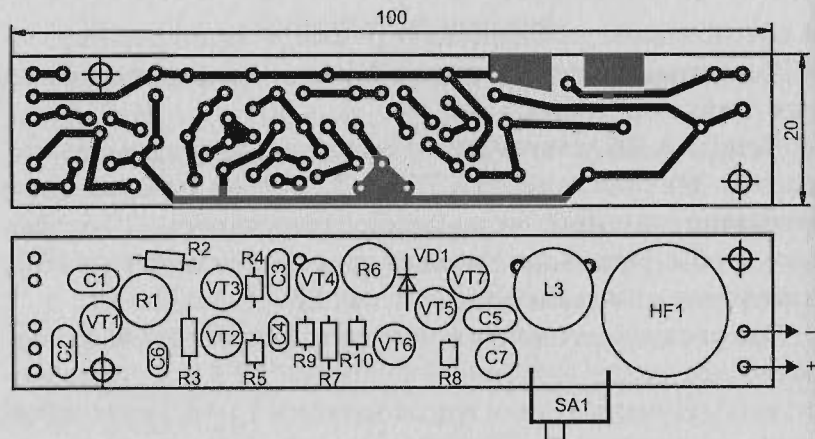


Рис. 2.51. Печатная плата

Печатная плата и размещение элементов

Все элементы схемы могут быть размещены на печатной плате из одностороннего стеклотекстолита (рис. 2.51). Корпус для рамки нужно изготовить из любых диэлектрических материалов, например, склеить из оргстекла.

Изготовление катушек

Катушки L1 и L2 должны быть одинаковыми и содержать по 40+40 витков провода ПЭЛ диаметром 0,25 мм (периметр катушек 340 мм).

Катушка L3 наматывается на двух склеенных вместе ферритовых кольцах типоразмера K10 × 6 × 3 мм марки 400—1000НМ и содержит 250—300 витков провода ПЭЛ диаметром 0,1 мм.

Элементная база

Подстроечные резисторы R1 и R6 должны быть типа СП5-16В, остальные могут быть любыми малогабаритными. Конденсаторы C7 — типа К50-35 на 16 В, остальные — типа К10-17.

Диод VD1 можно заменить любым импульсным. Микро-выключатель SA1 типа ПД-9-2.

Настройка металлоискателя

При настройке устройства, если не удастся получить генерации на VT1 с помощью регулировки резистором R1 (нужно контролировать осциллографом напряжение на этом резисторе), потребуется изменить фазу подключения выводов катушки L1.

При регулировке схемы на **максимальную чувствительность** к металлическим предметам может потребоваться изменить расстояние перекрытия катушек «А» (рис. 2.50, б), после чего рамки катушек нужно зафиксировать клеем.

Описание устройства приводится в [23].

ГЛАВА 3

ПРИБРЕТАЕМ ГОТОВЫЙ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЬ

3.1. Выбор своего первого металлоискателя

Как правильно подойти к выбору первого металлоискателя

Для подавляющего большинства поиск кладов и любительской археологии — это хобби: дорогое, но увлекательное, сродни рыбалке, охоте и другим видам активного отдыха. В большинстве случаев приходится наслаждаться не результатом, а процессом на свежем воздухе. Но бывает и **результат**, если к поиску хорошо подготовиться.

Условно все металлоискатели можно разделить на **три больших категории** (в первую очередь по потребительским свойствам, а не только по способам формирования, обработки сигнала и представления информации):

- ♦ приборы начального уровня;
- ♦ приборы среднего уровня;
- ♦ полу- и профессиональные приборы.

В свою очередь, металлодетекторы по принципу обработки и отображения информации разделяются 2 категории:

- ♦ цифровые;
- ♦ аналоговые.

Полу- и профессиональные приборы в основном цифровые, с мощными алгоритмами обработки сигнала.



Примечание.

Как правило, приборы среднего уровня являются упрощенными версиями профессиональных приборов и более адаптированы для начинающего пользователя.

Аналоговые приборы построены без использования мощных процессоров обработки и отображения сигнала, содержат 1—3 (более «продвинутые» модели до 5—6) регуляторов, отвечающих, например: за настройку громкости звуковых сигналов, чувствительности, дискриминации и др.

Цифровые приборы, наряду с мощным процессором и изменяемыми в зависимости от условий программами поиска (а также возможностью создания собственных программ со множеством настроек) содержат дисплей, на котором может отображаться:

- ♦ спектр сигнала и/или некая «усредненная» информация об объекте;
- ♦ глубина залегания объекта;
- ♦ размеры объекта.

Кроме того, цифровые приборы имеют множество регулируемых параметров, влияющих (и не очень) на глубину и комфортность поиска.



Совет.

Какой прибор (аналоговый или цифровой) выбрать начинающему пользователю, зависит от его личных предпочтений. Если нет желания глубоко разбираться в многочисленных настройках, а сразу включить и искать — лучше приобретать цифровой прибор начального уровня. Если устраивает проводить ручную потенциометрами соответствующие настройки — можно выбрать аналоговый металлоискатель.

Разница свойств дорогих и дешевых металлодетекторов



Примечание.

Разница между дешевыми и дорогими моделями заключается лишь в методах излучения радиоволн и методах улавливания, обработки и интерпретации вторичных сигналов.

Более дорогой прибор может:

- ♦ определять с известной степенью вероятности вид обнаруженного металла до его извлечения;
- ♦ определять глубину залегания находки;
- ♦ отстраиваться от минералов грунта;
- ♦ использовать много различных дополнительных функций, увеличивающих производительность и эффективность поиска, которые отсутствуют у дешевых приборов.

Способности и особенности хороших металлодетекторов

Хорошие детекторы металла могут обладать множеством различных способностей:

- ♦ **во-первых**, могут производить дискриминацию (распознавание) мишеней, это позволяет игнорировать различный мусор, не представляющий интереса;
- ♦ **во-вторых**, способны исключать влияния земли на процесс поиска.

Частично это решается с помощью «Фарадеевого» экрана вокруг катушек, причем лучшим считается экран, изготовленный из оксида железа. При самостоятельном конструировании металлодетекторов экран изготавливается, как правило, из луженой тонкой медной фольги.

Для более качественного подавления влияния земли используют специальные схемотехнические решения. Этот метод в зарубежной литературе получил название **ГЕВ (Ground Exclusion Balance)** — исключение влияния земли.

Надо отметить, что наличие у металлодетекторов системы ГЕВ, не всегда позволяет эффективно отстроиться от влияния грунта. К счастью, на большей части территории нашей страны «тяжелые» почвы встречаются редко.



Примечание.

К «тяжелым» грунтам можно отнести: сырой морской песок, красный глинозем, каменистые почвы и т. д.

Что нужно знать при выборе металлоискателя о глубине обнаружения

Монета диаметром 25 мм (пятак СССР) обнаруживается от 10 см для простейших приборов до 50 см для очень серьезных. Глубина обнаружения сильно зависит от размера датчика (обычно — диаметр диска с катушками). Ориентировочно, для такой монеты глубина обнаружения приблизительно равна диаметру поисковой катушки.

Более мелкие монеты будут обнаруживаться на меньших расстояниях. Например, глубина обнаружения монеты достоинством в 1 копейку будет приблизительно в два раза меньше, чем указано выше для пятака.

Шлем, топор, небольшое ядро, пистолет могут быть обнаружены на глубине до 1 м. При этом глубина обнаружения слабо зависит от размера и от типа датчика. Он может быть как с компланарными катушками, так и с ортогональными на штанге. Для датчика с катушками большего диаметра и для датчика с системой ортогональных катушек на штанге глубина

обнаружения будет всего на 20 % больше при переходе от дискового датчика диаметром 20 см к датчику диаметром 30 см.

Металлический шит, колокол, большое пушечное ядро. Глубина их обнаружения также слабо зависит от размера и от типа датчика и составляет 1,5—2,5 м для моделей металлоискателей разного уровня.



Вывод.

Существует теоретический предел, дальше которого электронный металлоискатель не в состоянии регистрировать объекты в принципе, несмотря на сколь угодно большие их размеры. Ведь амплитуда отраженного сигнала обратно пропорциональна 6—7-й степени расстояния, а от размера объекта зависит лишь в 3—5-й степени.

Величина максимальной теоретически возможной глубины обнаружения составляет от 1 м для простейших приборов с дисковым датчиком до 4 м для сложных приборов с большим датчиком из ортогональных катушек на штанге. К сожалению, именно эта величина обычно фигурирует в рекламных целях, но на такой глубине вы не найдете ничего!



Примечание.

Самым современным электронным металлоискателем можно обнаружить среднюю монету на глубине максимум 50 см, а крупный массивный цельнометаллический предмет — максимум на 2,5 м.



Правило.

В поиске 90 % решает удача и предварительная подготовка, и лишь 10 % определяет качество металлоискателя.

Основные группы металлоискателей (металлодетекторов), пригодных для поиска монет, кладов, реликвий

По характеристикам металлоискатели (металлодетекторы), которые пригодны для поиска монет, кладов, реликвий, можно разбить на несколько групп. Рассмотрим их по принципу «От простого к сложному».

Группа 1. Простые грунтовые металлоискатели.

Ценовая планка от 2500 до 10 000 руб.

Особенности. Предназначены для начинающих, имеют небольшой набор функций при поиске.

Принципы работы. Для обнаружения цели используют одну-две частоты, включают дискриминацию, реже — определение глубины залегания цели.

Глубина обнаружения (в зависимости от типа грунта!):

- ♦ мелкие монеты «чешуйки» (монеты 15—17 веков) — 3—5 см;
- ♦ крупные монеты, например, пятак времен Екатерины Второй — 15—20 см;
- ♦ шлем, топор — 20—30 см;
- ♦ крышка от люка — 70 см.

Группа 2. Полупрофессиональные металлоискатели.

Ценовая планка от 12 000 до 20 000 руб.

Особенности. Предназначены для людей, имеющих достаточный опыт в поисках, имеют достаточно широкий набор функций при поиске.

Принципы работы. Для обнаружения цели предусмотрено использование многочастотного излучения, имеют возможность оперировать не только звуковой, но и визуальной информацией, т. е. визуальная информация выводится на дисплей, где можно увидеть VDI обнаруженного предмета:

- ♦ если VDI в положительной зоне (имеет значение «плюс»), то это обозначает, что металлоискатель обнаружил «цветной» металл, причем по значению VDI можно определить с точностью до 70%, какой именно «цветной» предмет обнаружен;
- ♦ если VDI в отрицательной зоне (имеет значение «минус»), то это обозначает, что металлоискатель обнаружил «черных» металл.



Примечание.

Медные и серебряные монеты всегда выдают значенные VDI, близкое к максимальным значениям. На разных металлодетекторах цифровые минимальное и максимальное значения VDI разное, например, -10 до +100 или -30 до +50. Именно поэтому такие приборы можно отнести к разряду полупрофессиональных.

Глубина обнаружения (в зависимости от типа грунта!):

- ♦ мелкие монеты «чешуйки» (монеты 15—17 веков) — 5—15 см;
- ♦ крупные монеты, например, пятак времен Екатерины Второй — 25—30 см;
- ♦ шлем, топор — 40—50 см;
- ♦ крышка от люка — 100—150 см.

Группа 3. Профессиональные грунтовые металлоискатели.

Ценовая планка — от 20 000 руб..

Особенности. Предназначены для опытных поисковиков, имеют многоголосую дискриминацию, многочастотную гамму поиска, много ручных и автоматических настроек, т. е. очень широкий набор функций при поиске:

- ♦ можно определить наличие «цветного» предмета рядом с «черным» с точностью до 80 %, что дает возможность более точного поиска на местах, где много бытового железного мусора;
- ♦ при обнаружении сигнала используют визуальную, цифровую и звуковую сигнализацию.

Анализ этих показаний и дает возможность определить:

- ♦ что найдено;
- ♦ какова глубину залегания;
- ♦ какие размеры имеет обнаруженный объект.

Принципы работы. Это компьютер для поиска, в котором всецело используется цифровая обработка сигнала микропроцессором. Она обеспечивает поиск и выделение всех «цветных» предметов находящихся в исследуемой поверхности.

Глубина обнаружения (в зависимости от типа грунта!):

- ♦ мелкие монеты «чешуйки» (монеты 15—17 веков) — 15—25 см;
- ♦ крупные монеты, например, пятак времен Екатерины Второй — 30—45 см;
- ♦ шлем, топор — 50—80 см;
- ♦ крышка от люка — 150—200 см.

Группа 4. Металлоискатели для поиска золотых самородков.

Ценовая планка — от 25 000 руб.

Особенности. Предназначены для опытных поисковиков, имеют многоголосую дискриминацию, многочастотную гамму поиска, много ручных и автоматических настроек. Практически весь спектр таких металлоискателей можно отнести к разряду профессиональных. Они имеют частоту для обнаружения даже малейшего содержания золота в любой среде.

**Внимание.**

Золото имеет достаточно характерный VDI, но очень похожий на фольгу (как в звуковой, так и визуальной дискриминации). Отсекать фольгу от золота или найти золотую крупинку в грунте очень сложно.

**Вывод.**

Металлодетекторы для поиска золота рассчитаны таким образом, что выделяют частоту золота в большей степени, чем частоты всех остальных цветных целей. При этом показатели по поиску других «цветных» целей остаются на высоком уровне.

Группа 5. Подводные металлоискатели.

Ценовая планка — от 25 000 руб.

Особенности. Предназначены для опытных поисковиков, имеют многоголосую дискриминацию, многочастотную гамму поиска, много ручных и автоматических настроек. Они имеют герметичный корпус, наушники. Визуально они не выдают информацию, только звуковую.

Принципы работы. Настройки в таких металлоискателях разработаны так, чтобы учитывать не только минерализацию, но и помехи создаваемые водой, при этом в пресной и в соленой морской воде помехи разные.

Зона использования. Поиск на дне водоема, на пляжах, в прибрежной зоне.

Глубина обнаружения полностью зависит от среды поиска.

Группа 6. Глубинные металлоискатели.

Ценовая планка — от 22 000 руб.

Особенности. Рассчитаны только на обнаружение объемных объектов, находящихся на глубине и не могут найти

монету, которая лежит на глубине нескольких сантиметров от поверхности.

Особенности работы. Практически не имеют дискриминации, т. е. при обнаружении предмета необходимо его выкопать, чтобы увидеть, что же найдено. Такого рода металлоискатели обычно используют при раскопках на местах боев ВОВ, где предметы могут быть засыпаны землей больше чем на 1,5—2 метра.

Глубина обнаружения (в зависимости от типа грунта!):

- ♦ отдельные монеты на небольшой глубине — не обнаруживает;
- ♦ клад монет — 1,5—2,5 м;
- ♦ крупные метаммические объекты — 3,5—5,5 м.

Глубинная катушка. Фирма Garrett создала для универсального металлоискателя GTI 2500 глубинную специальную катушку. Она значительно уступает по размерам катушкам глубинных металлоискателей, но дает возможность использовать один металлоискатель для всевозможных видов поиска.

Группа 7. Пинпоинтеры (металлоискатели точного определения предмета).

Ценовая планка — от 12 000 руб.

Название происходит от английских слов Pin Pointer (точечный указатель).

Особенности работы. Металлоискатель для обнаружения точного, до миллиметра, местоположения предмета. Такие металлоискатели не имеют дискриминацию и служат для обнаружения внутри стен. Некоторые поисковики используют для обнаружения мелких монет при проведении раскопок.

Основное назначение пинпоинтера — указать точное место расположение металлического предмета на небольшой глубине поиска (до 5 см).

Главные вопросы при выборе металлоискателя

Прежде всего необходимо определиться с несколькими главными вопросами перед выбором металлоискателя:

- ♦ что именно вы хотите искать;
- ♦ в какой среде вы планируете организовывать поиск;
- ♦ нужно ли вам определение по индикатору того, что предположительно зафиксировал прибор (т. е. вам нужен металлоискатель или металлодетектор).

Как выбрать металлоискатель для решения конкретной задачи



Совет.

Покупая кладоискательский прибор впервые, старайтесь избегать как слишком дешевых моделей, так и дорогих профессиональных приборов. Дешевый, слабо чувствительный прибор, может не оправдать ваши ожидания и неоправданно разочаровать в поиске сокровищ при помощи детектора. Вероятно, что впервые столкнувшись с дорогим компьютеризованным прибором, вам будет сложно освоить его быстро и эффективно.

Случай 1. Нужно найти конкретный клад. Вероятность того, что этот клад будет обнаружен, составляет 5—10 %. Такую статистику и интересные примеры приводит сайт <http://klad.kiev.ua/>. Его стоит посетить.

Во-первых, перед началом поиска надо хорошо проштудировать литературу, найти подробные карты, познакомиться с местным проводником.

Во-вторых, необходимо определиться, хотя бы в первом приближении, что из себя этот клад представляет, его размеры, как он упакован.

В-третьих, очень важно оценить приблизительную глубину залегания предполагаемого клада.

В-четвертых, полезно проконсультироваться у коллег на различных форумах в Интернете.

В-пятых, определитесь, нужно ли купить металлоискатель, или можно привлечь кого-то, уже имеющего прибор.

Если все-таки решено покупать металлоискатель, то его следует выбирать строго исходя из рассмотренных выше задач. Без этих предварительных мероприятий выбирать металлоискатель, исходя из рассказа продавцов и дилеров — это бессмысленно выброшенные деньги.

Если по предварительным оценкам клад находится на глубине больше 1,5—2 м, мало какой металлоискатель поможет. Максимальная глубина, на которой реально что-то найти — до 2 м, и только в том случае, если там находится огромный объект. Поверьте, ни один человек в здравом уме на большую глубину не копает.



Совет.

Покупать серьезный и дорогой металлоискатель в этом случае не надо. Слишком мала вероятность, что что-то будет найдено и будут возвращены потраченные деньги.

Возможно, подойдет недорогой металлоискатель начального уровня, чтобы ознакомиться с возможностями современных металлодетекторов. В любом случае полученные адреналин и здоровый заряд бодрости от регулярных выездов на природу перевесят легкие огорчения от финансовых трат и предотвратят проблемы со здоровьем от малоподвижного образа жизни.

Случай 2. Вас интересует археология, старинные монеты. В таком случае обратите особое внимание на качество дискриминации объектов и чувствительность металлодетектора. Приобретайте металлоискатель с большой поисковой катушкой. Лучше всего — если у вас будут две катушки — 21 и 28 см. Очень желательно купить компьютеризированный металлоискатель с хорошим сервисом.

Случай 3. Ставится задача искать потерянные золотые украшения на пляже в Крыму. Как и в предыдущем варианте, обратите внимание на дискриминацию. На пляже лучше работать с катушками диаметром 21 см. Можно выбрать более дешевый металлоискатель, но обязательно компьютеризированный, иначе вы рискуете почистить пляж от алюминиевых водочных пробок (соотношение находок крышки и золотой вещи в среднем 400 к 1!).



Совет.

Обратите особое внимание на влагозащитенность поисковой катушки и всего прибора в целом.

Показатели, по которым
можно оценить приобретаемый прибор

Существуют важные **технические показатели** и **возможности**, которые желательно учитывать при покупке металлоискателя (металлодетектора):

- ♦ наличие режимов секторной дискриминации, с понятной индикацией;
- ♦ индикатор глубины обнаружения цели;
- ♦ несколько режимов отстройки от влияния грунта;
- ♦ размер поисковой катушки;
- ♦ вес прибора не более 2 кг;

- ♦ время непрерывной работы с одним комплектом батарей более 10 часов;
- ♦ водонепроницаемость поисковой катушки;
- ♦ эргономичность штанги металлоискателя.

Для одних поисковиков, совершающих кратковременные вылазки, вес, эргономичность детектора и время работы батарей не будет главным критерием при выборе прибора.

Тогда как для других, рыскающих по полям днями напролет, — это немаловажные показатели. Если собираетесь искать на пляже, то следует обратить внимание на влагозащитенность катушки прибора.

Расчеты соотношения возможности/цена
при выборе первого металлоискателя

Рассмотрим цены на несколько бюджетных металлоискателей, например, от фирмы **Bounty Hunter**:

- «Tracker II» — 210\$
- «Discovery 1100» — 220\$
- «Tracker IV» — 245\$
- «Quick Silver» — 255\$
- «Discovery 2200» — 380\$
- «Quick Draw II» — 420\$
- «Sharp Shooter II» — 500\$

Из них следует выделить модель «**Discovery 2200**» — легкий и компактный из новой серии «Металлоискатель для поиска кладов, потерянных украшений и монет». Это универсальный, доступный в освоении прибор, позволяющий заниматься поиском на глубине до 0,5 м, как на суше, так и в соленой, и в пресной воде. Он оснащен глубиномером и сенсорной регулировкой уровня чувствительности и дискриминации. Три режима работы дискриминатора дают возможность автоматического исключения нежелательной группы объектов.

ЖК монитор металлоискателя имеет понятную и наглядную визуальную идентификацию по типу цели (9 сегментов) в дополнении с 4-х тональным звуковым сигналом для разных видов металлов. Имеется автоматическая установка баланса грунта.

Но в некоторых районах встречаются участки с повышенной минерализацией почвы, неоднородностью и разными включениями. На такие включения часто металлоискатель реагирует как на цель. Чтобы избежать подобных ложных срабатываний, можно выбрать металлоискатели «Tracker II» и «Sharp Shooter II».

Они имеют кроме автоматической и ручную настройку на почву.

«Sharp Shooter II» также имеет режим статического поиска, оснащен глубиномером и трехрежимным дискриминатором.



Вывод.

Если иметь бюджет 500 долларов на покупку металлоискателя, то хорошим выбором будет «Sharp Shooter II». В нем дополнительно к рассмотренным выше режимам присутствуют:

- режим статического поиска;
- ручная настройка баланса грунта.

Различия потребительский свойств дорогих и дешевых металлоискателей

И глубина, и точность определения различны в дешевых и дорогих моделях. Но не в такой пропорции, как разнятся их цены.



Пример.

Монету 5 коп СССР:

- металлоискатель фирмы «Minelab» Explorer II стоимостью 1650\$ с катушкой 8 дюймов находит на максимальной глубине 29 см;
- металлоискатель фирмы «Bounty Hunter» Tracker IV стоимостью до 240\$ с таким же размером поисковой катушки 8 дюймов находит максимально на глубине 18 см.



Вывод.

Разница по глубине обнаружения в 11 см (на 60 % больше) соответствует разнице в стоимости этих металлоискателей почти в 1400\$ (на 680% больше).

Таким образом, приобретая прибор, следует помнить следующее.

Первое. Глубина обнаружения на воздухе крупной монеты (серебряный рубль) не может быть больше 35—40 см при стандартной катушке D21 см. Увеличение размера катушки увеличивает глубину обнаружения крупных предметов, для мелких монет (1 коп.) глубина практически не увеличивается, для крупных монет — увеличивается на 10—20%. Большие катушки ухудшают точность обнаружения, но увеличивают площадь захвата и скорость поиска.

Второе. Дешевые и дорогие приборы одного типа (например, VLF) и с одинаковыми катушками мало разнятся по глубине обнаружения на воздухе. Отличия сводятся к предоставляемому сервису и уровню распознавания скрытого объекта.

Третье. Грунт приводит только к снижению глубины обнаружения. Чем прибор совершеннее, тем лучше в нем компенсируется вредное влияние грунта.

По точности дискриминации (разделении целей из цветных и черных металлов) впереди дорогие модели металлоискателей. В **Explorer II** найденная цель идентифицируется по удельной проводимости металла, так же как и простых приборах, но не на одной частоте, а на 28 частотах одновременно. Результаты обрабатываются компьютером и отображаются на ЖК-дисплее в графическом и цифровом виде, а также звуками различной тональности и громкости.

Таким образом, можно более точно определить тип металла, размер цели и глубину ее залегания. В **Tracker IV** цель облучается только на одной частоте и идентифицируется просто тремя звуками: низкой, высокой тональности, прерывистым («ломаным») сигналом, а также с помощью стрелочного индикатора.

И еще потребуется много труда и времени, чтобы в полной мере освоить дорогой и сложный металлоискатель. Желательно иметь предварительный практический опыт в поиске.

Explorer II и аналогичные по возможностям приборы рекомендуются для опытных поисковиков, за плечами которых не один год реального поиска.



Вывод.

Металлоискатели высокой ценовой категории, используя свойства их дискриминаторов по точности идентификации целей, позволяют экономить время на поиски и лишний раз не копать!

Правда и в том, что полная идентификация сложных целей возможна только тогда, когда объект реально выкопан.

3.2. Обзор рынка металлоискателей и металлодетекторов

Металлоискатели начального уровня

К таким приборам начального уровня можно отнести металлоискатели нескольких известных производителей.

Производства России

- ♦ РМ (Резонансный металлоискатель) от фирмы ООО «Техносфера»;
- ♦ РМД (Резонансный металлоискатель с дискриминацией) от фирмы ООО «Техносфера»;
- ♦ Юниор фирмы АКА.

Производства США

- ♦ ACE-150 и ACE-250 фирмы Garrett;
- ♦ Compadre и Silver uMax от Tesoro Electronics, Inc.;
- ♦ металлодетекторы Fisher 1212-X и 1225-X;

Производства Великобритании

- ♦ C. Scope CS220/330/660, CS1 M и CS2 MP;
- ♦ Prizm (часть линейки) фирмы White's Electronics.

Производства Китая

- ♦ MD 3010, 5006, 5008 DTS.

Производства Австралии

- ♦ Minelab Musketeer Advantage.

Большинство металлодетекторов имеют схожие характеристики и примерно одинаковую глубину поиска (табл. 3.1):

- ♦ 20—25 см на небольшой по размерам объект типа советского пятака;
- ♦ 80—100 см — на крупные цели.

Они представляют собой типичные «монетки», то есть как раз и предназначены для поиска небольших по величине объектов, например, монет и украшений.

Фирма	Наименование металлоискателя	Дальность обнаруж. на воздухе (монета Ø25 мм/крупный объект), см	Питание, В	Вес, кг	Статический режим	Индикация звуковая/визуальная	Дискриминация	Баланс грунта: ручн./авто/фиксир	Регулировка порога грунта	Индикация глубинызалегания	Дополнительные катушки	Применение: монеты и украшения/клады/археология/пляж
Россия												
Техносфера	PM	25/110	9	1,2	-	+/-	-	-/+/-	-	-	-	+/-/-/-
	PMД	25/110		1,2	-	+/-	+	-/+/-	-	-	-	+/-/-/+
АКА	Юниор	40/200	12	1,7	+	+/-	+	+/-/-	+	-	+	+/+/+/+
Китай												
MD	3010	25/110	9	1,5	-	+/+	+	-/-/+	-	+	-	+/-/-/+
	5006 DTS	37/250	12	1,75	-	+/-	+	+/-/-	+	-	+	+/+/+/+
	5008 DTS	42/350		1,75	-	+/-	+	+/-/-	+	-	+	+/+/+/+
Австралия												
Minelab	Musketeer Advantage	40/200	12	1,92	+	+/-	+	+/+/-	+	-	+	+/+/+/+
США												
Garrett	ACE 150	20/90	6	1,2	-	+/+	+	-/-/+	-	+	+	+/-/-/+
	ACE 250	25/100	6	1,2	+	+/+	+	-/-/+	-	+	+	+/-/-/+
Tesoro	Compadre	30/110	9	1	-	+/-	+	-/+/-	-	-	-	+/-/-/+
	Silver uMax	30/110	9	1	-	+/-	+	-/+/-	-	-	-	+/-/-/+

Фирма	Наименование металлоискателя	Дальность обнаруж. на воздухе (монета Ø25 мм/крупный объект), см	Питание, В	Вес, кг	Статический режим	Индикация звуковая/визуальная	Дискриминация	Баланс грунта: ручн./авто/фиксир	Регулировка порога грунта	Индикация глубинызалегания	Дополнительные катушки	Применение: монеты и украшения/клады/археология/пляж
США												
Bounty Hunter	VLF	20/90	9	1,2	-	+/+	+	-/+/-	-	-	-	+/-/-/+
	Tracker II	20/90	9	1,3	-	+/+	+	+/+/-	+	-	-	+/-/-/+
	Tracker IV	20/90	9	1,35	-	+/+	+	-/+/-	+	-	+	+/-/-/+
	Quick Silver	20/90	9	1,35	-	+/+	+	-/+/-	-	-	+	+/-/-/+
	Lone Star	20/90	9	1,35	-	+/+	+	-/+/-	+	-	+	+/-/-/+
	Quick Draw II	20/90	9	1,35	-	+/+	+	-/+/-	+	-	+	+/-/-/+
Fisher	Sharp Shooter II	20/90	9	1,4	+	+/+	+	-/+/-	+	+	+	+/-/-/+
	1212-X	20/90	9	1,5	-	+/-	+	-/-/+	-	-	-	+/-/-/+
	1225-X	25/110	9	1,5	+	+/-	+	-/-/+	-	-	+	+/-/-/+
Великобритания												
White's	Prizm II	30/110	9	1,2	+	+/-	+	-/-/+	-	-	+	+/-/-/+
	Prizm III	30/110	9	1,2	+	+/-	+	-/-/+	-	+	+	+/-/-/+
C.Scope	CS 220	20/70	9	1	-	+/-	+	-/-/+	-	-	-	+/-/-/+
	CS 330	20/70	9	1,4	-	+/-	+	-/-/+	-	-	-	+/-/-/+
	CS 660	20/70	9	1,4	-	+/-	+	-/-/+	-	-	-	+/-/-/+
	CS 1 M	20/75	9	1,4	-	+/-	+	-/-/+	-	-	-	+/-/-/+
	CS 2 MP	20/75	9	1,7	-	+/-	+	-/-/+	-	-	-	+/-/-/+

Есть и приятные исключения, но они характеризуются, как правило, большими размерами поисковых катушек (например у АКА, MD и Minelab'a), что определяет их большую универсальность.

Стоит отметить несколько наиболее привлекательных моделей, «выбивающихся» из общего ряда, и прекрасно зарекомендовавших себя приборов.

Во-первых — это **Minelab Musketeer Advantage** за счет удачной конструкции катушки.

Во-вторых — это АКА «Юниор», привлекательный тем, что по функциональности соперничает с зарубежными металлодетекторами, стоящими гораздо дороже.

В-третьих — **Garrett ACE 250** за счет простоты эксплуатации и отличным соотношением цена/качество/функциональность.

В-четвертых — **White's Prizm II** и **White's Prizm III**, которые хоть и дороже, но и глубина поиска у них чуть больше (на 2—5 см для небольших находок с катушками в стандартных комплектациях).

В-пятых — **Tesoro Silver uMax** отличается своей удачной эргономикой.

В-шестых — **MD 5008 DTS** за счет низкой стоимости с увеличенной катушкой, хорошо подходящий для поиска средних и крупных металлических (железных) объектов на большой глубине без покупки специализированного прибора.

Металлоискатели начального уровня российского производства

Металлоискатель РМ (Резонансный металлоискатель) и **металлодетектор РМД** (Резонансный металлоискатель с дискриминацией) — простейшие устройства с небольшой глубиной поиска.

Отличие этих приборов друг от друга видно из названия, оно состоит в **функции дискриминации**, т. е. способности реагировать на одни типы объектов, например, только на цветные металлы, и игнорировать другие.

У обоих приборов отсутствует **режим статического поиска** (в статическом режиме звуковая индикация прибора срабатывает независимо от того, перемещается ли катушка над металлическим объектом или нет).

Основным режимом поиска является динамический поиск. Суть **динамического режима** заключается в том, что детектор обнаруживает предметы только при движении датчика прибора.

Рассмотрим имеемые **переключатели**.

РМ имеет единственный регулятор «Включение/чувствительность», у РМД добавлен переключатель «Все металлы/цветной металл» и регулятор уровня дискриминации.

Стоимость таких приборов — приблизительно 5000 и 6500 рублей, соответственно.

Более подробно о нем можно узнать на **сайте производителя**.

Металлоискатели среднего уровня для начинающих российского производства

АКА 7245 «Юниор» — одна из наиболее популярных моделей среди начинающих поисковиков, которую по возможностям можно причислить к более высокому классу.

Он обладает прекрасной глубиной поиска, функцией **качественной ручной компенсации влияния грунта** (или **балансировкой**). Суть этой важной функции — уменьшить влияние минерализации грунта. Без правильно проведенной балансировки металлоискатель не обеспечит оптимальную глубину поиска и правильное определение типа объекта.

Некоторые приборы способны:

- ♦ или **автоматически** настраиваться под условия грунта;
 - ♦ или **изначально настроены** на его некий усредненный тип.
- Среди **важных регулировок и режимов** следует отметить:
- ♦ наличие регуляторов усиления и звукового порога (минимального уровня сигнала от цели, при котором металлодетектор сигнализирует о ее наличии);
 - ♦ различные режимами дискриминации;
 - ♦ динамический и статический режим поиска;
 - ♦ трехтональная звуковая индикация на различные типы объектов.

Остановимся на **звуковой индикации** подробнее:

- ♦ **низкий тон** свидетельствует об обнаружении небольших по размерам ферромагнитных объектов (гвозди, проволока, осколки и т. д.);
- ♦ **средний тон** оповещает о наличии под датчиком прибора фольгообразных предметов;
- ♦ **высокий тон** свидетельствует об обнаружении объектов из цветных металлов, либо крупных листообразных объектов из железа.

Недостатками прибора являются: большой вес устройства; специфическая развесовка «катушка — электронный блок — аккумулятор», требующая некоторого привыкания.

Стоимость этого металлодетектора составляет около 12 000 рублей.

Более подробно о нем можно узнать на [сайте производителя](#).

Металлоискатели среднего уровня китайского производства

Металлоискатель MD-3010 предназначен для обнаружения черных, цветных металлов, находящихся в грунте на небольших глубинах.

Идентификация обнаруженной цели указывается на дисплее иконкой. Дисплей имеет 8 секций визуализации обнаруженных объектов: гвозди, пробки, монеты, золото, кольца и т. д. Прибор дублирует обнаруженную цель одним из 8 **звуковых сигналов**.



Внимание.

Следует помнить, что, как правило, иконка на дисплее не имеет ничего общего с реальной находкой, а используется как ориентир на похожие по величине объекты.

LCD дисплей имеет посекционный указатель глубины залегания обнаруженной цели.

Прибор автоматически регулирует баланс грунта. Имеет расширенные возможности по дискриминации (исключению) нежелательных объектов.



Примечание.

Наличие дискриминации характерно для приборов с цифровой обработкой.

Регулируется также чувствительность и громкость встроенного динамика.

Цена — 9000 рублей.

Отличие **аналоговых металлоискателей MD 5006 и 5008 DTS** сводится:

- ♦ у **5008 DTS** имеется выносной батарейный блок (на пояс), который существенно увеличивает время автономной работы;
- ♦ у **5008 DTS** есть дополнительная катушка увеличенного диаметра, позволяющая производить глубинный поиск (по заявлению производителя — до 3,5 м на крупные предметы).

Следует при этом сказать, что в режиме глубинного поиска (с такой катушкой увеличенного диаметра) ухудшается дискриминация металлов. Это характерно для так называемых **глубинных металлодетекторов** (также как и при использовании катушек большого диаметра на «неглубинных» приборах).

В остальном, они идентичны, у каждого имеются в наличии:

- ♦ переключатель, отвечающий за режимы дискриминации/отстройки от влияния грунта;
- ♦ потенциометры настройки звукового порога, баланса грунта, дискриминации и чувствительности (усиления);
- ♦ стрелочный индикатор с зонами для цветных и черных металлов.

Звуковая индикация — однотональная.

Цена — 9 000—12 000 руб.

Более подробно об этих приборах можно узнать на [сайте производителя](#).

Металлоискатели среднего уровня производства США

Металлодетекторы серии ACE фирмы **Garrett** используют микропроцессорную технологию такую же, как и более сложные модели, но со значительными упрощениями. Это сказывается на времени «привыкания» и простоте настройки.

Garrett ACE 150 самая простая модель в линейки компании. Она снабжена:

- ♦ графическим идентификатором обнаруженного объекта, разделенного на 5 сегментов;
- ♦ трехтональной звуковой индикацией (низкий звук на железо, более высокий — на объекты из цветных металлов и «звонок колокольчика» сигнализирует о находке «монетовидной» цели);

- ♦ индикатором глубины залегания цели;
- ♦ тремя режимами дискриминации;
- ♦ кнопкой изменения чувствительности (4 сегмента).

Металлоискатель ACE 250, в отличие от ACE 150, оснащен режимом точного обнаружения цели (pinpoint или статический режим). Также увеличено количество сегментов графической шкалы (до 12), чувствительности (8), более точно определяется глубина, количество режимов дискриминации увеличено до 5 с возможностью быстрого создания собственной маски.

Оба прибора (**ACE 150** и **ACE 250**) могут быть оснащены дополнительными датчиками (катушками) увеличенного размера. Это делает их применение более универсальным (например, с катушкой маленького диаметра удобно проводить поиск в сильно замусоренных железом местах. Ведь в этом случае лучше «различаются» близкорасположенные цели, например, железный гвоздь и монета, а большего размера — хорошо подходит для поиска на большей глубине).



Примечание.

ACE 250 — одна из наиболее популярных моделей в среде начинающих поисковиков за счет прекрасного соотношения цена/качество.

Цена, ориентировочно, 6 500 и 8 500 рублей для ACE 150 и ACE 250, соответственно.

Более подробно о нем можно узнать на [сайте производителя](#).

Рассмотрим продукцию другой североамериканской фирмы, **Tesoro Electronics, Inc.**



Примечание.

Вообще, фирма *Tesoro Electronics, Inc* выпускает очень легкие приборы (рассмотренные ниже модели имеют вес около 1 кг) и с пожизненной гарантией.

К бюджетным моделям *Tesoro* можно смело отнести **Compadre** и **Siver uMax**.

Compadre спроектирован по принципу «лучше меньше, да лучше». Он работает только в динамическом режиме и автоматически отстраивается от грунта. Имеет единственный регулятор уровня дискриминации/выключатель с широким диапазоном настроек.

Стоимость составляет 8 500 рублей.

Более подробно о нем можно узнать на [сайте производителя](#).

Silver uMax использует уже микропроцессорную технологию, имеет три органа управления:

- ♦ трехпозиционный переключатель режимов работы «все металлы/дискриминация/тест батарей»;
- ♦ регулятор уровня дискриминации;
- ♦ регулятор чувствительности/выключатель.

Также используется катушка большего диаметра (использование других, сменных катушек невозможно). Этот металлоискатель довольно высоко оцененный пользователями.

Стоимость составляет 11 000—12 000 руб.

Более подробно о нем можно узнать на [сайте производителя](#).

Рассмотрим несколько приборов фирмы **Fisher**.

Металлоискатель **Fisher 1212-X** — наиболее простой прибор в линейке фирмы. Он имеет единственный орган управления — регулятор уровня дискриминации/выключатель, осуществляющий полнодиапазонную дискриминацию — от реакции на все металлы до максимального уровня. Катушка несменная, статический режим отсутствует.

Стоимость 12 000 руб.

Металлоискатель **Fisher 1225-X** более совершенный. В нем уже присутствует статический режим обнаружения, регулятор чувствительности и теста батарей, а также возможность использования нескольких поисковых элементов.

Стоимость 15 000 руб.

Теперь рассмотрим металлоискатели североамериканской фирмы **Bounty Hunter**.

Металлоискатели **Bounty Hunter** уже давно широко распространены и обсуждаются на форумах. При взгляде на дизайн этих приборов не покидает ощущение «игрушечности», многие пользователи жалуются на хлипкость конструкции. Но по заявленным характеристикам они честно отрабатывают вложенные в них деньги.

Среди присутствующих на нашем рынке моделей из данной категории можно выделить несколько самых популярных.

- ♦ **VLF** — простейший прибор, работающий в динамическом режиме, имеющий регуляторы дискриминации и чувствительности и оснащенный стрелочным индикатором. Стоимость 6 500 руб.
- ♦ **Tracker II** — отличается возможностью автоматического и ручного баланса грунта, имеет три схемы дискриминации и двухтональную звуковую индикацию. Стоимость 6 000 руб.
- ♦ **Tracker IV** — простой в освоении и использовании динамический металлоискатель стандартного для **Bounty Hunter** дизайна. Имеет две схемы дискриминации, одна из которых включена постоянно, а другая включается при оперативной проверке обнаруженного объекта (диапазонная дискриминация). Отстройка от грунта — автоматическая без потери чувствительности. Стрелочный анализатор цели позволяет получить условную информацию об обнаруженном металлическом предмете в зависимости от его проводимости.

Регулируется звуковой порог и тональность сигнала (чувствительность). Стоимость 7 500 руб.

- ♦ **Quick Silver** — полностью цифровой прибор с тремя схемами дискриминации, автоматической отстройкой от грунта без потери чувствительности, ЖК-дисплей с 4-х диапазонным цифровым идентификатором, который позволяет получить информацию об вероятном обнаруженном металлическом предмете и трехтональная звуковая индикация. Стоимость 7 500 руб.
- ♦ **Quick Silver Lone Star** — современный металлоискатель, обладает 6-ти диапазонным цифровым идентификатором (монеты, золото, гвозди, мусор и т. д.) и цифровым индикатором режимов дискриминации. Остальные параметры — как у предыдущих моделей. Стоимость — 10 000 руб.
- ♦ **Quick Draw II** — имеет уже 5 режимов дискриминации и цифровым идентификатором расширенного диапазона. Но, к сожалению, статический режим отсутствует. Стоимость — 12 000 руб.
- ♦ **Sharp Shooter II** — наиболее совершенный в бюджетном секторе. Помимо расширенных по сравнению с предыдущими моделями основными функциями (6 схем дискриминации, измерение глубины залегания, девяти-сегментный идентификатор цели) наконец-то появился режим статического поиска. Стоимость — 14 000 руб.



Примечание.

К сожалению, все приборы, несмотря на серьезные функциональные отличия, имеют примерно одинаковую чувствительность (приблизительно 20—25 см на небольшую монету).

Более подробно об этой линейке металлодетекторов можно узнать [на сайте производителя](#).

Металлоискатели начального уровня производства Австралии

Металлодетектор **Minelab Musketeer Advantage** создан специально для поиска монет, кладов в заброшенных домах, подвалах и на чердаках, потерянных украшений на пляже. Он отличается надежностью, неприхотливостью простотой в работе, оснащен множеством необходимых функций.

Настраивается чувствительность, имеется ручная и автоматическая настройка на грунт, присутствует регулятор дискриминации и функция точного местонахождения цели (pinpoint).

Musketeer может комплектоваться 10-ти или 8-дюймовой поисковыми катушками **DoubleD**, которые имеют более широкую зону охвата по сравнению с обычными concentрическими датчиками.



Примечание.

Катушки DoubleD прекрасно зарекомендовали себя только на малозамусоренных участках, так как при такой технологии хуже разделяются близкорасположенные объекты за счет более широкой диаграммы направленности.

Стоимость этого прибора — до 14 000 рублей.

Более подробно о нем можно узнать [на сайте производителя](#).

Металлоискатели начального и среднего уровня производства Великобритании

Линейка микропроцессорных металлоискателей **Prizm** фирмы **White's Electronics** фактически охватывает категории приборов начального и среднего уровня. Рассмотрим для примера модели **Prizm II** и **Prizm III**.

Индикация настроек и типа обнаруженного объекта осуществляется на ЖК-дисплее. Все объекты поиска условно разделены на 8 типов, которые при поиске отмечаются курсором.

При настройке дискриминации можно последовательно запрещать реакцию на объекты первых пяти категорий, начиная с железа.

Приборы могут работать как в динамическом, так и в режиме точного обнаружения в котором можно производить поиск. Имеется регулировка чувствительности. Помимо всего прочего, в модели Prizm III присутствует индикатор глубины залегания объекта.

Стоимость Prizm II составляет 12 000 рублей, а Prizm III — 14 000 руб.

Металлоискатели C.Scope CS220/330 помимо довольно оригинальной конструкции («эргономичной», как утверждает производитель) и низкой цены (менее 7 000 руб.) могут похвастаться регулятором чувствительности и дискриминатором, а 330-я еще и кнопкой настройки/отсечения железного мусора.

Статический режим отсутствует. Катушка несменная.

Металлоискатели CS660, CS1 M, CS2 MP практически идентичные предыдущим модели, но в более привычных корпусах. Отличия — катушки увеличенного диаметра (20, 20 и 25 см, соответственно). Имеются выключатель/регулятор чувствительности, дискриминации, у модели CS660 имеется кнопка сброса настройки (перенастройки), у CS2 MP — режим максимально глубокого поиска при установке дискриминатора «Все металлы». Стоимость CS660 — 7 000 руб., CS1 M — 8 500 руб., CS2 MP — 12 000 руб., соответственно.

Более подробно об этой группе металлодетекторов можно узнать на сайте производителя.



Совет.

Перед выбором металлоискателя полезно зайти на прекрасный ресурс «Форум кладоискателей» (<http://www.reviewdetector.ru/>), где в разделе «Рецензии» собраны расширенные обзоры по некоторым из представленных металлоискателей, инструкции по эксплуатации. Они помогут окончательно определиться с выбором.

3.3. Плюсы и минусы покупки б/у металлоискателей

О рынке металлоискателей, бывших в употреблении



Примечание.

На рынке металлоискателей постоянно происходит ротация приборов среди поисковиков. Это вызвано желанием приобрести более мощный металлоискатель. Это вполне оправдано.

Металлоискатель — достаточно надежный электронный механизм. Замечено, что чаще всего выходят из строя только поисковые элементы (катушки), которые подвержены постоянному механическому воздействию о грунт, жесткую траву, камни. При таком воздействии не редко появляются микротрещины на катушке, через которые внутрь попадает влага и со временем, приводит к замыканию витков поискового элемента. Такой элемент не возможно использовать, он выдает результат, не соответствующий действительности.



Внимание.

Такую неисправность можно выявить при покупке. Основным признаком неисправной катушки является то, что при движении металлоискателя по воздуху, на уровне 1 м

над землей, металлоискатель выдает сигналы о том, что якобы, он «видит» металл, в основном «цветной».

При замене поискового элемента на новый эта неисправность пропадает.

Проверка металлоискателя б/у при покупке

При покупке металлоискателя б/у необходимо проверить работу как самого прибора, так и поискового элемента.

Электронная часть металлоискателя проверяется путем переключения между всеми возможными режимами. Нужно расположить металлоискатель горизонтально на уровне 1 м над поверхностью. Взять несколько предметов различного состава (монету, зажигалку, железный предмет и т. д.) и проверить работу перемещая эти предметы перед катушкой металлоискателя.

Этим способом можно увидеть, насколько глубоко «видит» металлоискатель, какие сигналы он выдает на различные металлы.

После проверки металлоискателя в статичном горизонтальном положении, его необходимо поверить в рабочем положении.



Внимание.

Этот способ описан для проведения испытаний на открытом пространстве. В помещении, необходимо чтобы расстояние от стен до металлоискателя было не менее 2 м.

Для проверки необходимо:

- ♦ взять металлоискатель в руки;
- ♦ опустить к поверхности;
- ♦ совершить несколько движений, как во время поиска.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЯ ДЛЯ ПОИСКА КЛАДОВ И РЕЛИКВИЙ

4.1. Особенности поиска

Особенности поиска исторических реликвий



Определение.

Реликвии (от латинского reliquiae — останки, остатки) — это предметы особо чтимые и хранимые как память о прошлом.

Если считаете, что найденный вами при помощи металлоискателя предмет не относится к категории мусора, то это — реликвия. Тут сразу один совет.



Совет.

Не пытайтесь чистить находку ничем, кроме мягкой щетки с мыльной водой. Для удаления окислов с поверхности металла ни в коем случае не используйте кислоту или абразивные материалы.

Особенности поиска монет

Монеты всегда считаются одними из самых информативных археологических находок, поскольку по монете можно определить год ее выпуска и таким образом обозначить дав-

ность поселения. Монеты можно найти практически везде. Во все времена человек носил при себе деньги. И всегда часть денег бывала попросту потеряна.



Совет.

Пройдите по берегу реки, по старой лесной дороге, по детской площадке или просто по полю вдоль деревни — и всегда среди ваших находок будут монеты.

Найдя монету, не ленитесь ее определить, заглянув в соответствующий каталог. И среди обычных, на первый взгляд, советских монет попадаются редкие и очень ценные разновидности.

Особенности поиска ювелирных изделий

Ювелирные изделия, как и монеты, попадают практически везде, где в древности находились люди. Чаще всего это кольца, перстни, серьги, всевозможные подвески и нашивные бляшки. Преобладают изделия из меди и ее сплавов, реже попадаются серебряные украшения.

Золотые предметы на Руси всегда отличали знатного и очень богатого человека, поэтому вероятность найти при помощи металлоискателя старинное золотое украшение практически равна нулю. Только в 20 веке золото становится более доступно, и выкопать современную золотую серьгу или обручальное кольцо вполне реально.

Особенности поиска талисманов и нательных крестов

Нательные кресты и талисманы терялись едва ли не чаще, чем ювелирные изделия. Каждый человек на Руси носил крест и хотя бы раз в жизни терял его. Чаще рвалась

шелковая нить, хотя попадаются и кресты, у которых от многолетнего ношения было перетерто нитью ушко.

Большинство нательных крестов — бронзовые, редко попадаются и серебряные. Если повезет, можно найти **талисманы** или, как их тогда называли, «**обереги**» дохристианского периода. Это миниатюрные пилы, топоры величиной 2—3 см, фигурки животных, бубенчики для отпугивания нечистой силы и т. п.

Особенности поиска холодного оружия минувших веков

Холодное оружие минувших веков и его части оставались человеком как на местах битв, так и в процессе охоты. Прежде всего, встречаются **наконечники стрел**. Это, пожалуй, самая массовая находка. Наконечники копий и топоры более редки. Несбыточной мечтой собирателя реликвий является меч. Находка меча почти невозможна, поскольку меч в древности был великокняжеским оружием и потеря его на поле боя, как наконечника стрелы или копья, практически исключена.

Особенности поиска бытовых предметов

Бытовые предметы можно найти самые разнообразные:

- ♦ пряжки;
- ♦ пуговицы;
- ♦ ножи;
- ♦ ножницы;
- ♦ детали конской упряжи;
- ♦ сельскохозяйственные орудия.



Совет.

И еще один совет. Найдя «нежелательную находку» (пробку, банку и пр.) никогда не выбрасывайте ее в зоне

поисков, чтобы не наткнуться на нее вторично. Не полнитесь собирать мусор и выбросить его в стороне от места поисков.

Особенности поиска кладов

Как гласит фольклор поисковиков: «Чтобы найти клад, нужно точно знать, где он зарыт». Как не смешно это звучит, но это так. Здесь главное — информация, наводка, подсказка.

Это может быть народная легенда, старая карта, семейное предание или просто собственная интуиция и сопоставление исторических событий.



Примечание.

Металлоискатель в поиске клада играет, хотя и важную, но второстепенную роль.

Прямая информация наиболее точно указывает путь к возможному кладу. Обычно это относится к кладам не старше 200 лет, и чаще всего речь идет о кладках послереволюционных лет периода 1916—1935 годов. В этот срок включен как последний предреволюционный год, когда самые догадливые уже прикапывали домашнее золото, и продолжается с небольшими перерывами до момента «уничтожения кулачества как класса», когда выселяемому в 24 часа ничего не оставалось, как спрятать ценные вещи в подвале или на чердаке собственного дома. В дальнейшем, после 1935 года кладов почти не зарывали — прятать уже было нечего.

Носители подобной информации очень часто обращаются в **специализированные фирмы** с просьбой помочь отыскать сокровища деда или прадеда.



Примечание.

Такие поиски почти всегда заканчиваются успешно.

Один раз в кладе, помимо фамильных драгоценностей, находились документы, подтверждающие дворянское происхождение рода и аккуратно завернутый в тряпочку, смазанный револьвер.

И то, и другое в начале 20-х годов хранить дома было небезопасно.

Правда, иногда ценность клада оказывается намного ниже усилий, потраченных на его поиск. Как-то в кладе, представлявшем из себя небольшую железную коробочку, находилось 12 Николаевских полтинников и медаль Русско-Японской войны, хотя в семейном предании фигурировал как минимум горшок с золотом.

Косвенная информация и интуиция поисковика не судят стопроцентного успеха, но могут осчастливить наиболее сообразительного искателя. Как издавна говорится на Руси: **«Клады сыскиваются головой, а не лопатой».**

Многострадальная история нашего государства изобиловала войнами и внутренними катаклизмами. Татарские набеги сменялись опричниной, за войнами и революциями следовали притеснения государственных чиновников. Во все эти тяжелые периоды люди были озабочены мыслью, как уберечь ценные вещи. Где обычно прятали кладки:

- ♦ **во-первых** — в доме, в его самых труднодоступных местах, например, на чердаке и в подполе;
- ♦ **во-вторых** — в саду, как правило, в углах под столбами забора или под самыми толстыми деревьями;
- ♦ **в-третьих**, часто кладки зарывались на торговых путях, по берегам рек, опять же в приметных местах, на холмах, под большими камнями и т. п.

**Пример.**

В литературе описан случай, когда мужчина нашел клад в дупле старой груши. Будучи положен в дупло, мешочек с монетами через некоторое время провалился в полость гнилой сердцевины ствола. Только металлоискатель смог опознать наличие в стволе монет.

**Вывод.**

Попробуйте представить, где люди могли бы зарыть клад в минуту опасности. Затем, вооружитесь металлоискателем, и вперед — на поиски!

Примерно по этим принципам ведется сейчас поиск:

- ♦ «клада Степана Разина»;
- ♦ «клада разбойничьего атамана Тяпки»;
- ♦ «золотой кареты Наполеона»;
- ♦ «клада Колчака» и многих других.

Особенности поиска клада фамильных драгоценностей

Вы хотите найти драгоценности, семейные реликвии, закопанные вашими предками под деревом, которые давно срубили. В таком случае покупать металлоискатель не обязательно.

**Совет.**

В этом варианте лучше нанять человека, у которого уже есть такой металлоискатель и опыт работы с ним, не покупать металлоискатель самому. В местах, где давно живут люди, земля очень сильно засорена металлическим мусором, который будет экранировать слабые сигналы от глубокозалегающих объектов.

Здесь возможны два способа ведения работ.

Способ первый — предварительно снять слой грунта на глубину штыка лопаты в предполагаемом месте поиска;

Способ второй — вести работу в два этапа:

- ♦ **этап 1** — полностью очистить с помощью металлоискателя сканируемый участок от мусора (работая на небольшой чувствительности);
- ♦ **этап 2** — увеличить чувствительность и работать на максимальную глубину.

**Совет.**

При таком поиске имеет смысл отказаться от работы с дискриминатором, так как он снижает глубину поиска и на предельных глубинах часто ошибается.

Очень важно состояние грунта в месте работы. **Лучшее время поисков** — весна, когда земля уже подсохла, прогрелась и не успела зарости травой. Или сухая осень.

Особенности поиска украшений на пляже

В нашей стране эти виды поиска пока не очень распространены по нескольким причинам (подробности на интересном сайте <http://sledovnet.ru>):

- ♦ **во-первых**, на поверхности земли нетронутых мест для поиска еще достаточно;
- ♦ **во-вторых**, наша средняя российская женщина свои золотые украшения, как правило, бережет и в пруд с ними не залезает;
- ♦ **в-третьих**, у берегов нашего государства не часто случалось тонуть галеонам с золотом. Так что, придется составить впечатление о поиске около воды и в воде по зарубежным источникам.

В разгар сезона на пляжах Нью-Йорка этих людей почти не видно: одетые в комбинезоны с двумя десятками карманов и вооруженные металлоискателями, они изредка проходят где-то вдали от кромки прибоя — так, на всякий случай, а затем все так же тихо удаляются. Но вот наступает вечер. Пусто становится на берегу, и к отмели устремляются десятки искателей сокровищ.

Пиком добычи считается период с сентября по октябрь. Особенно, если гуляют шторма, бури, ураганы. Лучшими «спонсорами» по праву считаются пожилые русские дамы, отдыхающие на Брайтон-Бич. Они то и дело теряют кольца и серьги с настоящими, чистой воды бриллиантами. Такие камни отыщешь разве что в самых престижных магазинах Америки.

На соседних пляжах — Манхэттен-Бич и Кони-Айленд веселится по большей части молодежь. Здесь всегда можно найти кучу украшений, но подешевле — золотые браслеты «недельки», модные изделия современных дизайнеров, очки от «Пикассо» с металлической оправой (другие детектор просто «не уловит»). Массивные цепи и перстни оставляют, соответственно, на Орчерд — Бич и в Сигейте кубинцы и итальянцы.

Есть и находки, которые приходится сдавать в полицию. Это оружие. Не те первые винчестеры, которыми пользовались участники гражданской войны, а самые современные пистолеты, явно заброшенные в море преступниками, заметающими следы.

Лига нью-йоркских охотников за сокровищами была образована в 1971 году. Пляжи уже тогда «обыскивала» добрая дюжина отменных искателей. Рано или поздно они должны были объединиться. Хотя бы для того, чтобы знать, какой участок уже «обработан» и где сегодня промышляет коллега.

Охотники за сокровищами стараются держать в тайне свои излюбленные места. Находит лишь тот, кто ищет. И для этого мало вооружиться металлоискателем — нужны знания и, главное, опыт.

4.2. Организация поисковых работ

Что брать с собой для поисковых работ

Кроме металлоискателя необходимы еще некоторые приспособления и инструменты. Они помогут извлечь найденный предмет, уложить для дальнейшей переноски, задокументировать место находки.

Во-первых, нужна заточенная лопата. Очень важно не забывать о заточке лезвия лопаты перед каждым выходом на поиск с металлоискателем, т. к. копать притется довольно много. Так будут сэкономлены время, силы и поддержано хорошее настроение в ходе поиска.

Во-вторых, нужен щуп. Щуп представляет собой гладкий стальной прут диаметром около 5 мм с закругленным окончанием. Длина щупа не должна превышать 40—50 см, иначе он будет мешать при перевозке. Щуп обычно применяют для определения расположения предмета под землей.

В-третьих, нужен рюкзак-чехол из водоотталкивающего материала для металлоискателя для защиты прибора от дождя и механических повреждений при переноске. Лучше всего чтобы рюкзак-чехол еще имели карманы для дополнительного оборудования.

В-четвертых, нужен острый топорик или секатор, т. к. часто раскопкам мешают корни деревьев или густая растительность.

В-пятых, нужна **коробочка для находок**, ведь мелкие и хрупкие находки не должны разбрасываться по карманам и рюкзаку. Очень удобны для этих целей пластиковые коробочки для рыболовных снастей.

В-шестых, нужны **фонарь, запасные батарейки как для фонаря, так и металлоискателя, наушники**. Последние желательно использовать при поиске в местах, где кроме вас есть еще люди.

В-седьмых, нужны **средства для документирования**: фотоаппарат, блокнот, карта, ручка, карандаш. Было бы полезно записывать время появления находок, подробности раскопок в блокнот, а место наносить на карту. Нужны и флажки белого, красного цветов, колышки, веревка и пр.

В-восьмых, нужна **аптечка**: дежурные средства, такие как пластырь, перекись водорода, йод, аспирин, обезболивающее средство и активированный уголь, средство от комаров.

В-девятых, будет очень полезна клеенка 1,5 × 1,5 (или 2 × 2) м. На ней удобно размалывать вынимаемую при раскопках землю, вести в полученном слое допоиск ценностей.

И, в-десятых, нужно правильно одеться, иметь перчатки и головной убор. **Одежда** должна быть прочной. Лучше всего подойдет камуфляжное сукно. **Самое главное** в одежде поисковика — это конечно удобная обувь, ведь придется много ходить. **Обувь** должна быть кожаной и обязательно на толстой подошве. Хороший вариант — это охотничья обувь или обувь для туристов, которую можно приобрести в специализированных магазинах. Можно взять самые обычные **садовые хлопчатобумажные перчатки**, прорезиненные с одной стороны, ведь придется ковырять в земле не только лопатой, но и руками. В ряде случаев (например, на случай болотистой местности или дождя) могут понадобиться **резиновые сапоги**.

Правила поиска

Полезно помнить несколько **правил поиска**:

Правило 1. Существует сильная зависимость правильности идентификации от скорости движения катушки и ее траектории. Дискриминация ухудшается при очень быстрой, очень медленной или неравномерной скорости движения.

Правило 2. Наблюдается наилучшее качество идентификации, когда катушку продвигать с небольшой амплитудой точно над центром мишени.

Правило 3. Если над целью существует перепад уровня грунта, то ухудшается идентификация объекта. Нужно уменьшить амплитуду взмаха катушки и попробовать сканировать под другим углом.

Правило 4. Очень важно прижимать катушку как можно ближе к земле. Не стоит жертвовать глубиной поиска в ущерб скорости сканирования.

Правило 5. Если при движении в одну сторону прибор показывает, что в земле находится объект из цветного металла, а при обратном движении — молчит, то перемещайте катушку перпендикулярно первоначальному направлению. Возможно появится стабильность сигнала и точная идентификация объекта.

Правило 6. Если при сканировании прибор показывает, что в земле находится объект из металла, а точная идентификация объекта невозможна, то игнорировать такие сигналы не стоит. В этом случае нужно определить точное местонахождение объекта, разровнять или снять верхний слой грунта над центром объекта и вновь провести катушкой под разными углами — уровень сигнала увеличится, и идентификация станет более точной.

О дискриминации при поиске

Сначала рассмотрим необходимые термины и определения.



Определение.

Дискриминация — способность прибора различать между собой металлические объекты различного состава. Способность эта заключается:

- в реакции (например, звуковым сигналом) на одни объекты;
- в отсутствии реакции на другие объекты.

Дискриминация обычно настраивается регулятором уровня дискриминации, задающим на какой объект будет реакция. **Уровень дискриминации** в простых (некомпьютеризированных) приборах соответствует удельной проводимости объектов, начиная с которой прибор дает реакцию.

Мелкие объекты можно выстроить в следующую последовательность в зависимости от их удельной проводимости:

гвозди → фольга → никелевые монеты →
язычки от банок → золотые украшения → пробки →
медные монеты → серебро.

Поэтому соответствующие регуляторы градуируются в таких терминах.

В компьютеризированных приборах весь диапазон объектов делится на сегменты (до 190 сегментов), по каждому из которых можно задать действие: реагировать; игнорировать.

Настройка в этом случае проводится в режиме обучения — поднесением к катушке ценных и вредных объектов.



Определение.

Диапазонная дискриминация — возможность задавать выборочную реакцию на определенные объекты для компьютеризированных приборов, например, заста-

вить прибор реагировать на никелевые монеты и игнорировать язычки и пробки.

Реализуется введением второго регулятора дискриминации, задающего положение дополнительного диапазона дискриминации объектов.

Рассмотрим вопрос дискриминации на примере металлодетектора Tracker IV, в котором имеется регулятор настройки уровня дискриминации и тумблер (полная/все металлы/тоновая).

Режимы работы дискриминатора в металлоискателе Bounty Hunter Tracker IV переключаются с помощью 3-х позиционного тумблера:

«**Tone Discrimination**» (тональная дискриминация)/«**All Metals**» (все металлы)/«**Full Discrimination**» (полная дискриминация).

Режим 1. «Все металлы» — регулятор дискриминации ни на что не влияет. Все металлы издадут звук одинаковой тональности.

Режим 2. «Полная дискриминация» — чем больше вращать (по часовой стрелке) регулятор, тем выше будет диапазон дискриминации и больше металлического мусора, будет отсеиваться.



Внимание.

Если настроить дискриминацию так, чтобы избавиться от сигналов водочных крышек, алюминиевой фольги и т. п., то практически перестанут обнаруживаться и золотые кольца, и никельсодержащие сплавы.

Режим 3. «Тональная дискриминация» — используется селекция в режиме тона, металлоискатель будет разделять цели на 4 класса.

Класс 1. Не издают **никакого тона** железные и стальные объекты.

Класс 2. **Низкий тон** обозначает, что найдено золото или никель.

Класс 3. **Высокий тон** означает, что обнаружена медь, серебро или латунь/бронзу (современные монеты).

Класс 4. **Ломаный тон** будет означать, что найденный объект, скорее всего, алюминиевая крышка, фольга или кусок алюминиевой проволоки.



Совет.

Следует пользоваться режимом только «Тональная дискриминация» при наличии большого количества металлического мусора в земле. В более чистых от мусора местах оправдано использовать режим «Все металлы». Без дискриминации глубина обнаружения металлоискателя больше.

О глубине обнаружения



Примечание.

Глубина поиска — это самый важный параметр металлоискателя. На сайте <http://klad.kiev.ua> среди множества интересного материала есть информация о тестах металлоискателя.

Как ни странно, но ни в одном из проспектов зарубежных фирм-производителей не указывается такая важная характеристика металлоискателя как **глубина его действия**. Это объясняется тем, что она зависит от многих факторов:

- ♦ типа грунта;
- ♦ среды поиска;
- ♦ материала объекта;

- ♦ размера катушки;
- ♦ состояния источника питания;
- ♦ опыта оператора;
- ♦ степени дискриминации;
- ♦ использования наушников и т. п.

Чем лучше (дороже) металлоискатель, тем на большем расстоянии он определяет более крупные объекты. Но все равно все имеет пределы, и даже самые лучшие приборы не могут почувствовать 20-литровую канистру более чем на 2 м на воздухе.

Когда предмет находится в земле, условия его отыскания в большинстве грунтов ухудшаются. На некоторых грунтах монету (те же 5 коп.) иногда нельзя обнаружить, даже если она просто лежит на поверхности.

Многие приборы (более дорогие) позволяют в значительной мере отстроиться от влияния грунта, однако глубина обнаружения будет меньше, чем на воздухе. Сильно мешают при поиске некоторые минералы грунта, распространенные в местах нахождения золотых самородков — магнетит, халькопирит и др., которые дают ложные сигналы (как от металла), сильно снижая таким образом эффективность поиска.

Импульсные металлоискатели в меньшей степени подвержены влиянию минералов грунта. Глубина их действия в земле и соленой воде больше по сравнению с наиболее распространенными VLF-металлоискателями и сравнима с расстоянием обнаружения такого же объекта на воздухе.

Наконец, существуют **приборы с разнесенными катушками** (ТМ 800, ТМ 808, Gemini-3, СХ с умножителем глубины и др.), глубина действия которых на крупных объектах достигает в зависимости от типа грунта от 1 до 4 м. Их **преимущество** в том, что они не реагируют на мелкие объекты размером с монету: пробки, гвозди, куски фольги, составляющие металлический мусор.

Тренировочный поиск для новичков

Перед реальным выходом в поле на поиски монет, раритетов и других ценных находок рекомендуем новичкам для начала подыскать много известных предметов из черного металла (гвозди, болты, инструменты, и пр.) и цветного металла (кусоч фольги, крышку от бутылки, ювелирные изделия и несколько монет). Просканируйте их металлоискателем на воздухе, чтобы научиться распознавать и запомнить типовые сигналы. Если вы первый раз держите в руках металлоискатель, то такие предварительные тесты очень важны.

Таким же образом можно изучить настройки и различные режимы работы металлоискателя. Самые важные из них «Дискриминация», «Чувствительность» и как они влияют на работоспособность прибора.

Кроме того, попробуйте оборудовать собственный испытательный участок. Закопайте несколько известных предметов, на глубине от 5 до 20 см при расстоянии не менее 40 см друг от друга. Точно отметьте места, где и какие зарыты предметы. Эти тесты можно повторять на различных типах грунта, например, в глинистой земле, рыхлом черноземе, песке. Поэкспериментируйте с металлоискателем на грунте, постоянно слушая и изучая выдаваемые им сигналы.

В ходе практических работ на испытательном участке вы быстрее научитесь определять точное местоположение и глубину залегания объектов, а также поймете, как свойства грунта влияют на глубину обнаружения объектов.



Совет.

Для того чтобы лучше слышать изменение звукового сигнала, используйте наушники и будьте внимательны и сконцентрированы на выполняемой работе.

Тесты правильности поиска и качества работы металлодетектора

Наблюдение первое. В тестах на воздухе монета обнаруживается, скажем, в 30 см, а в земле глубже 18—20 см ее невозможно найти. Все закономерно — зондирующий сигнал сильно ослабляется в земле.

Наблюдение второе — значительное ухудшение качества дискриминации объекта в грунте.

Прибор реагирует на землю также как и на монету, лежащую в ней. Т. е. металлоискателю необходимо различать одновременно сигналы от двух объектов. Поэтому, сигнал, отраженный от земли, начинает «забивать» слабый сигнал нашей монеты. В таком случае качество дискриминации резко ухудшается, по сравнению с воздушными тестами. А стоит ли вообще доверять тестам металлодетекторов, проведенным на воздухе? И как же лучше провести тесты в реальных условиях?

Тест 1. Измерение глубины обнаружения объектов

Производитель металлодетекторов фирма Fisher для измерения глубины обнаружения объектов использует закопанную в землю под углом 45 градусов пластмассовую трубку. Внутри трубки двигаются специальные «салазки», на которых параллельно поверхности размещается мишень.

С помощью такого нехитрого приспособления можно быстро оценить чувствительность прибора к различным мишеням на разной глубине.

Тест 2. Простой тест определения глубины обнаружения пяточка.

Во многих случаях можно поступать проще. Берем тестовую мишень, например, советский пятак (она наиболее часто фигурируют в таких экспресс-тестах на глубину).

Кладем ее в небольшой пластиковый пакет с зажимом. Острой саперной лопаткой аккуратно снимаем слой земли, опускаем на дно ямы наш пакетик с монеткой и укладываем его параллельно поверхности земли. Измеряем линейкой глубину и аккуратно возвращаем вынутую ком на место. Грунт сильно притаптывать не надо. Что мы в результате получаем?

Монета лежит в практически ненарушенном и однородном грунте; если бы мы раскопали яму, а затем засыпали ее рыхлой землей, то параметры проводимости грунта поменялись бы, что повлияло бы на глубину обнаружения объекта.

Несильное утаптывание земли помогает легче извлечь монету обратно на свет божий и гарантирует, что она не уйдет на большую глубину.

После всех экспериментов грязный пакетик выкидывается, монета остается девственно чистой и нетронутой.

Тест 3. Глубина обнаружения монеты по звуку.

Теперь можно вооружиться несколькими приборами различных марок и проводить эксперименты. Проводим тесты в такой последовательности.

Включаем прибор. Ждем минут 5, чтобы установился его температурный режим.

Тщательно балансируем на максимальной чувствительности прибор. Если сбалансировать невозможно, то снижаем его чувствительность до тех пор, пока не будет достигнута приемлемая компенсация земли.

У приборов со встроенным **автотрекингом** (т. е. прибор в процессе работы автоматически следит за балансом земли и подстраивает его сам) эта опция отключается. Зачем? Автотрекинг не очень устойчиво работает на максимальной чувствительности и немного уменьшает глубину поиска.

Отключаем дискриминатор и работаем в режиме «**Все металлы**».

Последовательно, изменяя глубину залегания объекта, находим такую, на которой еще можно по звуку его обнаружить (но не идентифицировать по дисплею!). На этой глубине дискриминатор уже не может правильно определить род металла.

Желательно провести тесты с разной скоростью движения катушки, по разной траектории, сымитировать процесс поиска, т. е. начинать тест примерно за метр до мишени.

Тест 4. Проверка температурной стабильности балансировки земли.

Нужно отложить прибор на полчаса под прямые солнечные лучи, для того, чтобы он нагрелся. Цель — проверить температурную стабильность балансировки земли.

Если «земля ушла», то это почти стопроцентная гарантия, что на измеренной ранее глубине вы ничего не найдете, так как сигналы земли забьют слабый сигнал мишени. Вы просто пропустите слабый сигнал от глубоко лежащей монеты на фоне постоянных срабатываний разбалансированного прибора.

Существует **два выхода** из этой ситуации:

- ♦ уменьшать чувствительность;
- ♦ чаще подстраивать балансировку земли.

Вот здесь мы и подошли к самому главному выводу.



Вывод.

Очень важными являются уже не суперчувствительность металлодетектора, а стабильность его работы!

Можно сделать прибор, который по воздуху будет «чувять» тот же пятак на полметра, но толку от этого мало. Вряд ли можно будет сбалансировать этот металлоискатель на такой чувствительности. А если у него еще и неважно с температурной ста-

бильностью, то вам в процессе поиска придется часто подстраивать баланс земли, а это будет сильно отвлекать и утомлять.

Тест 5. Определение максимальной глубины дискриминации объектов.

Он выполняется аналогично предыдущему. Но необходимо будет включить дискриминатор. В этом случае надо будет смотреть на дисплей (или ориентироваться по звуку) и определять глубину залегания объекта, на которой он начинает правильно идентифицироваться.

В зависимости от прибора глубина дискриминации объекта уменьшается на 20%—50% от максимальной (измеренной в предыдущем тесте).

Тест 6. Как отличить сигнал от монеты и лежащей рядом пивной пробки.

Закопайте монету, а рядом на расстоянии равном диаметру катушки — пивную пробку. Так можно имитировать наиболее распространенный сегодня металлоусор.

Пробку не надо закапывать глубоко, т. к. в реальности они лежат практически на поверхности. Делайте такие движения катушкой, чтобы за один взмах сканировать и пробку, и монету. Запомните сигнал и картинку на дисплее.

В случае, когда катушка проходит сначала над монетой, а потом над пробкой, качество идентификации будет выше.

Тест 7. Определение глубины обнаружения в статическом режиме.

Переключить прибор в статический режим работы (если это позволяет его конструкция) и провести второй тест. В статическом режиме глубина обнаружения у большинства приборов будет больше.

Тест 8. Оценка техники поиска и частоты сканирования.

И самый последний эксперимент. Например, вы обнаружили, что с вашим прибором можно найти советский пятак на глубине 25 см. Выберите участок земли. Попросите приятеля закопать на этой глубине монету в неизвестном для вас месте. Далее можно попробовать найти ее. В этом тесте вы уже воочию сможете убедиться, насколько важна техника поиска и частота сканирования.

Тренировочная и обучающая функция тестов



Примечание.

Эти тесты можно повторять на различных типах грунта, например, в глинистой земле, рыхлом черноземе, песке. Если вы первый раз держите в руках металлоискатель, то такие предварительные тесты очень важны. Вы сможете оценить реальные, а не заявленные характеристики прибора на реальном грунте и в реальных условиях работы.

При проведении тестов постарайтесь замечать малейшие особенности работы:

- ♦ колебания звука;
- ♦ картинку спектра.

Оцените влияние характера движений катушкой, влияние перепада уровня грунта и металлоусора на качество идентификации объекта. Для начала можно отметить следующее:

- ♦ если в качестве мишени используется монета, то с увеличением глубины спектр «размазывается», звук становится менее четким.
- ♦ с увеличением глубины залегания сдвигается положение объекта на шкале дискриминации (или число VDI).

Сильнее становится зависимость правильности идентификации от скорости движения катушки и ее траектории. Дискриминация ухудшается при очень быстрой, очень медленной или неравномерной скорости движения.

Попробуйте двигать катушкой не параллельно земле, а по пологой траектории, т. к. когда в крайних положениях катушка не остается строго параллельно земле и немного приподнимается. Так обычно работают неопытные поисковики. Качество дискриминации резко ухудшится.

Двигая катушку с **небольшой амплитудой** точно над центром мишени, вы будете наблюдать наилучшее качество идентификации. Используйте этот прием для уточнения идентификации объекта.

Бывает такая ситуация, когда над монетой **есть небольшая ложбинка** или с какой-либо стороны существует перепад уровня грунта. В этом случае тоже ухудшается дискриминация объекта. Можете уменьшить амплитуду колебания катушкой, чтобы в крайних положениях не заходить на бугры. Можно попробовать сканировать под другим углом.



Совет.

Очень важно прижимать катушку как можно ближе к земле, как бы «гладить» ее. Не стоит жертвовать глубиной поиска в ущерб скорости.

Часто бывает, что при движении в одну сторону прибор показывает, что в земле находится объект из цветного металла, при обратном движении — молчит. В этом случае определите точное местонахождение объекта и измените траекторию движения катушки, чтобы она двигалась точно над центром объекта. Можете снять верхний слой грунта, уровень сигнала увеличится, и идентификация станет более точной. Или двигайте катушкой перпендикулярно первоначаль-

альному направлению. В любом случае игнорировать такие сигналы не стоит.

4.3. Советы по организации поиска монет, золотых украшений, кладов

Техника сканирования

При поиске важно не торопиться. Перемещая поисковую катушку прямо перед собой из стороны в сторону со скоростью 40—50 см в секунду, медленно продвигайтесь вперед.

Катушку при этом держите ровно и параллельно плоскости земной поверхности, на постоянном уровне над поверхностью земли порядка 3—4 см. Слегка приподнимайте катушку над верхушками растений, камнями и другими препятствиями.

Каждый новый взмах отстоит от предыдущего на расстоянии равном половине диаметра поисковой катушки.

Методы поиска.

Применяйте системные методы поиска! Не пропускайте участки грунта на стыках проходов!

Вариант 1. Поиск с 50%-м перекрытием взмахов.

Сканирование производим только в динамическом режиме работы металлоискателя. С каждым шагом — новый взмах и продвижение вперед на расстояние, равное половине диаметра поисковой катушки. Сначала нужно обследовать площадь поля вдоль самой длинной стороны, на всю длину за один проход. Когда дошли до конца поля, то перемещаетесь в сторону на ширину прохода поперек поля и далее двигаетесь в обратном направлении, параллельно предыдущему проходу и т. д.

Вариант 2. Поиск без 50%-го перекрытия взмахов, по сеткообразному маршруту.

Все производим как в первом варианте, за исключением 50% перекрытия. Взмах и шаг вперед на расстояние равно диаметру поисковой катушки. Сначала обследуете площадь вдоль самой длинной стороны. Затем, после того как вы покрыли всю площадь поля, вы начинаете вновь обследовать то же самое поле, двигаясь поперек (перпендикулярно к предыдущему маршруту).

Обратите внимание, что пока территория поля не обследована во второй раз, этот метод поиска быстрее охватывает всю площадь поля. За это время можно уже найти ценные объекты, если повезет и сделать для себя вывод: стоит ли дальше продолжать сканирование или ограничиться найденным и приступить к раскопкам!

Определение точного местоположения объекта

Если объект обнаружен в режиме динамической дискриминации, нужно точнее определить его местоположение, чтобы не копать много лишнего впустую. Можно также измерить и глубину залегания, если металлоискатель оборудован глубиномером.

Для точного определения положения и глубины залегания объекта, в зависимости от возможностей вашего металлоискателя, используются следующие режимы работы:

- ♦ **динамический режим «Все металлы»**, если металлоискатель не имеет статического режима поиска. Металлоискатель издает звуковые сигналы, только в движении. Нужно перемещать поисковую катушку с постоянной скоростью над местом залегания объекта;
- ♦ **статический режим «Все металлы» или «PINPOINT»**. Катушкой двигать не нужно, за исключением тех дви-

жений, которые выводят точно на центр объекта в этом режиме. Скорость движений не важна! Металлоискатель издает звуковой сигнал, если поисковая катушка находится над местом залегания объекта в неподвижном состоянии.

Выявление точного места залегания объекта требует практики и лучше всего выполняется движениями в форме буквы «X» над исследуемым местом:

Шаг 1. Продольным движением поисковой катушки, проведите с уменьшенной амплитудой над предполагаемым местом залегания объекта из стороны в сторону.

Шаг 2. После того как скрытый объект издаст звуковой сигнал, отметьте визуально точку на земле, когда вы услышали максимальный звуковой сигнал. Остановите катушку прямо над этой точкой.

Шаг 3. Теперь несколько раз проведите катушкой вперед и назад, по направлению перпендикулярно к первоначальному. Линия этого нового направления движения должна проходить через первую точку. Снова визуально отметьте место на земле, когда услышали звуковой сигнал.

Шаг 4. Если отмечаются разные точки, необходимо повторять движения под разными углами в форме буквы «X» до полного совмещения всех точек в одну.

Шаг 5. Точное местоположение объекта находится под точкой пересечения всех визуальных прямых, над которой проявляется максимальный звуковой сигнал при движении катушки металлоискателя с разных направлений. Эту точку нужно отметить на земле или флажком и, когда удобно, приступить к раскопкам.

Деление участка на сектора и зоны поиска

Если вы имеете всего лишь пару часов времени для первого обследования нового участка намеченного вами для

поиска, случайный поиск может быть эффективным, если возможно повезет.

В местах, где находки обнаруживаются с особой интенсивностью или вы ожидаете найти что-то конкретное — например, «клад бабушки», эту зону рекомендуем систематически обследовать. Нет смысла ходить по кругу и возвращаться в одну и ту же точку, просто терять время в надежде на удачу!

По известному «закону подлости», вы найдете все что угодно, только не «КЛАД»! Он останется спокойно лежать в земле под пяточком площади, которую вы не просканировали, даже не заметив, как это произошло!

Шаг 1. Размечаем площадь поля вдоль самой длинной стороны, чертой на земле или двумя колышками на расстоянии 12—20 м друг от друга по прямой.

Шаг 2. Натягиваем между ними шнур на высоте 15 см от земли. Параллельно на расстоянии до 1,2 м делаем то же самое. Таким образом, мы разметили полосу для первого прохода.

Шаг 3. После сканирования первой полосы натягиваем еще один шнур на расстоянии 1,2 м от проверенного коридора, с левой или правой стороны, как удобнее, и продолжаем обследование по второй полосе. По окончании нужно снять шнур внутренней разметки и обозначить им следующую полосу для прохода.



Примечание.

Размечая общую зону поиска таким методом, вы всегда будете видеть, какую долю площади обследовали и будете уверены, что ничего интересного не пропустили.

В процессе поиска по указанной методике, вы будете обнаруживать и идентифицировать с помощью функций дискриминации металлоискателя разные находки.



Совет.

Рекомендуется сразу не копать, а только отмечать местонахождение объектов флажками разных цветов, втыкая их в грунт:

- *красным флажком отметить место, где цель издает стабильный сигнал, характерный для цветных металлов или другой определенный звук, характерный для интересного вам типа объекта;*
- *белым флажком — место, где в земле находится объект из металла, но точная идентификация типа объекта невозможна и требует дополнительного времени на уточнение.*

Шаг 4. После того как вы обследовали всю намеченную для поиска площадь или проверили достаточную на ваш взгляд долю площади, заканчивается время, отведенное на поиски, следует приступить к уточнению местоположения целей и выкапыванию находок. Начинать нужно с «красных флажков».

Движением над исследуемым местом в форме буквы «Х» уточняем местоположение и по очереди выкапываем находки.

Шаг 5. Приступаем к дополнительной идентификации типа целей, помеченных «белыми флажками». Уточняем местоположение и глубину целей. Далее работа по селекции и отсеиванию ненужных объектов производится металлоискателем:

- ♦ или в режиме «Динамической дискриминации» с автоматической балансировкой грунта;
- ♦ или в режиме «Все металлы» с ручной подстройкой компенсации влияния различных составляющих грунта и внимательным анализом звуковых и визуальных сигналов от прибора.

**Совет.**

Рекомендуется в местах локализации, для лучшей идентификации типа целей, выдерживать минимальный зазор между поисковой катушкой и поверхностью земли, разравнивать неровности почвы, утаптывать траву и, если необходимо для идентификации, снять до 5 см грунта!

Заслуживающие внимания объекты имеют отклик в виде постоянного повторяемого звукового сигнала при повторных движениях катушки прямо над местом нахождения цели:

- ♦ если сигнал не повторяется, то обходите зону нахождения цели по окружности, с каждым шагом пересекая ее центр продольными вдоль диаметра движениями поисковой катушки, например, под восемью различными углами через каждые 45 градусов за полный оборот, совершенный вами вокруг цели;
- ♦ если звуковой сигнал высокого тона, исходящий от цели, полностью исчезает при движении катушки под каким-то из углов, скорее всего вы обнаружили окисленные черные металлы, а не цветные;
- ♦ если при различных углах движения катушки меняется тон звукового сигнала, то возможно вы обнаружили несколько объектов с разной глубиной залегания — «Двойная цель»;
- ♦ если вы новичок в деле поиска металлов, вам может потребоваться выкапывать все обнаруженные цели на первых порах.

Раскопки

Обследовав интересующее вас поле с локализацией находок с максимально возможной точностью, выключаем пита-

ние прибора (нужно беречь аккумуляторы) и приступаем к раскопкам.

**Совет.**

Имеет смысл копать не только «цветные» сигналы, но и железные, ведь такой сигнал может издавать коробка с золотыми монетами, старинный прекрасно сохранившийся меч или кинжал. Копать или не копать — решать вам!

Как правило, большинство предметов располагается у самой поверхности. Глубину залегания можно предварительно измерить, если ваш металлоискатель оборудован **глубиномером**, если нет, то это можно сделать с помощью щупа или отвертки.

В случае, если объект поиска (монета) находится у поверхности земли, для того чтобы его достать, можно не копать ямку, и лопата вам не понадобится, а ограничиться для отрывания только ножом и отверткой.

В остальных случаях, при более глубоком залегании, нужно выкапывать находку. Для этого первым делом намечаем лопатой квадрат размерами 20×20 см. Обычно ямка копается на максимальную глубину до 40 см, диаметр при этом может достигать 40 см. Если приходится копать в траве, то вырезаем дерн так, чтобы его можно было аккуратно снять.

Прежде чем копать, необходимо проверить, нет ли чего-нибудь металлического в месте, куда мы будем складывать выбранный грунт.

**Совет.**

По возможности выбираемый грунт нужно складывать в месте, свободном от травы и кустов. Но гораздо

лучше всю выкопанную землю высыпать на коврик из брезента или клеенку из плотного полиэтилена размером 1,5 м на 1,5 м.

На коврике ее разравниваем в слой, при этом вручную лопаткой разбиваем комья земли, внимательно исследуем слой металлоискателем.

Уже после первой же вынудой лопаты проверяем, нет ли в выбранном грунте искомого сокровища, не прилипла ли монета к тяпке, совку или лопате. Если нет — копаем дальше, повторяя проверку ямы металлоискателем при углублении на каждые 5—10 см.



Совет.

Проверку, находится ли находка в выбранном грунте, лучше всего проводить так, чтобы не вставать ежеминутно для подъема металлоискателя.

Можно уложить металлоискатель на землю, а выбранный грунт подносить к катушке горстями на пластиковой лопатке.



Внимание.

На руках и пальцах при их сближении с катушкой не должно быть никакого металла! Не забывайте снять часы! Металлические пуговицы и замки-молнии на рукавах рубашки и куртки также надо заменить пластиковыми.

Раскопав и обследовав все обозначенные места находок, нужно пройти эту площадь еще раз, исследуя ямки и выкопанную землю. Бывает так, что интересный сигнал встречается снова на раскопанном ранее месте. В таких случаях

нужно копать глубже и шире (а вдруг там клад?), периодически проверяя место раскопок прибором.

В некоторых случаях глубина раскопок может достичь 1 м и более. В процессе раскопок вы будете находить ценные предметы — монеты, раритеты, золотые украшения.

Помимо полезных находок, к сожалению, еще больше вы выкопаете и найдете всякого металлического мусора. Лучше всего собирать весь мусор для того, чтобы после окончания работ захоронить его в одном, достаточно отдаленном месте. Будет очень неприятно наткнуться на него повторно.



Примечание.

Одним из канонов поведения уважающего себя профессионала-искателя, считается ликвидация следов своего пребывания. Нужно засыпать каждую выкопанную яму и укладывать на свое место дерн. Обследованное место после рекультивации нужно утоптать и, если возможно замаскировать, присыпав листьями.

Помимо того, незасыпанные ямы дают «наводку» другим искателям и просто любопытным людям. Если мы хотим уберечь от чужих глаз какое-нибудь «свое рыбное место», на котором что-то регулярно находим, то нужно следить, чтобы оно ничем не выделялось из окружающей среды.

4.4. Поиск крупных предметов

Что такое глубинные металлоискатели



Определение.

Глубинные металлоискатели — это приборы, предназначенные для поиска только крупных предметов на глубине 2—6 м, использующие принцип RF и катушки,

расположены на большом расстоянии друг от друга (50—100 см) в перпендикулярных плоскостях.

Для этих целей используются и импульсные приборы с диаметром катушки метр и более. Этими приборами хорошо искать сундуки, сейфы, потерянную технику и т. д. (подробная информация на сайте <http://www.alfadetect.ru>).



Внимание.

Глубинные металлоискатели не чувствительны к монетам и другим мелким предметам и не различают металлы.

Особенности поиска глубинными металлоискателями

Глубинные приборы для поиска больших предметов (большим считается предмет с площадью поверхности более 400 кв. см.) выпускаются всеми основными американскими фирмами.



Примечание.

Увеличение глубины поиска во всех приборах осуществляется за счет разнесения передающей и приемной катушек в пространстве.

Катушки оформляются в две поисковых головки, жестко соединенные друг с другом штангой. При этом одна катушка в рабочем положении прибора располагается параллельно поверхности земли, другая — перпендикулярно. Размеры катушек примерно 25 × 40 см. Одна из катушек излучает электромагнитные колебания с частотой 12—82 кГц, другая принимает отраженный сигнал.

4.5. Закон для кладоискателей

Гражданский Кодекс Российской Федерации Часть первая

Статья 227. Находка.

1. Нашедший потерянную вещь обязан немедленно уведомить об этом лицо, потерявшее ее, или собственника вещи или кого-либо другого из известных ему лиц, имеющих право получить ее, и возратить найденную вещь этому лицу...

2. Если лицо, имеющее право потребовать возврата найденной вещи, или место его пребывания неизвестны, нашедший вещь обязан заявить о находке в милицию или в орган местного самоуправления.

Статья 228. Приобретение права собственности на находку.

1. Если в течение шести месяцев с момента заявления о находке в милицию или в орган местного самоуправления, лицо, уполномоченное получить найденную вещь, не будет установлено или само не заявит о своем праве на вещь нашедшему ее лицу либо в милицию или в орган местного самоуправления, нашедший вещь приобретает право собственности на нее.

Статья 233. Клад.

1. Клад, то есть зарытые в земле или сокрытые иным способом деньги или ценные предметы, собственник которых не может быть установлен либо в силу закона утратил на них право, поступает в собственность лица, которому принадлежит имущество (земельный участок, строение и т. п.), где клад был сокрыт, и лица, обнаружившего клад, в равных долях, если соглашением между ними не установлено иное. При обнаружении клада лицом, производившим раскопки или поиск ценностей без согласия на это собствен-

ника земельного участка или иного имущества, где клад был сокрыт, клад подлежит передаче собственнику земельного участка или иного имущества, где был обнаружен клад.

2. В случае обнаружения клада, содержащего вещи, относящиеся к памятникам истории или культуры, они подлежат передаче в государственную собственность. При этом собственник земельного участка или иного имущества, где клад был сокрыт, и лицо, обнаружившее клад, имеют право на получение вместе вознаграждения в размере пятидесяти процентов стоимости клада. Вознаграждение распределяется между этими лицами в равных долях, если соглашением между ними не установлено иное. При обнаружении такого клада лицом, производившим раскопки или поиски ценностей без согласия собственника имущества, где клад был сокрыт, вознаграждение этому лицу не выплачивается и полностью поступает собственнику.

3. Правила настоящей статьи не применяются к лицам, в круг трудовых или служебных обязанностей которых входило проведение раскопок и поиска, направленных на обнаружение клада.

Список использованной литературы

1. Janeczner. A. Простой металлоискатель на ИМС. // Radioelectronic, 1984, №9, с. 5.
2. Акундинов А. UA3VVM. Металлодетектор с интегральным УНЧ. www.electronic-lab.com.
3. Александров И. Металлоискатель повышенной чувствительности. // Радио, 1994, №10, с. 26.
4. Бакомчев. И. Детектор металла. // Радио, 2000, №8, с. 58.
5. Васильев В. Простой транзисторный металлоискатель. // Радио, 1978, №7, с. 53.
6. Гричко В. Металлоискатель. // Радио, 2004, №5, с. 53.
7. Гричко В. Чуткий металлоискатель. // Моделист-Конструктор, 2004, №1, с. 17.
8. Джуеурян Л. Металлоискатель на биениях. // Радио, 2005, №3, с. 44.
9. Захаров А., Кишкин В. Кварцованный металлоискатель на двух транзисторах. // Моделист-Конструктор, 1977, №11, с.19.
10. Компактный металлоискатель на полевом транзисторе. www.qrz.ru
11. Компаненко Л. Простой металлоискатель на биениях. // Радио, 2006, №6, с. 54.
12. Коротков В. Металлоискатель. www.diagram.com.ua
13. Кочетов Н. Простой металлоискатель. // Моделист-Конструктор, 1996, №4, с. 18.
14. Мартынюк Н. Простой металлоискатель на основе радиоприемника. // Радиолобитель, 1997, №8, с. 30.
15. Мельников А. Металлоискатель с низковольтным питанием. www.ma0-sim.nm.ru.
16. Металлодетектор. // «Electro» 1986, №6.
17. Металлоискатель с совмещенными катушками. www.radiokot.ru.
18. Нечаев И. Индикатор металлических предметов. // Радио, 2003, №10, с. 56.
19. Нечаев И. Малогабаритный металлоискатель. // Радио, 2001, №8, с. 59.
20. Нечаев И. Металлоискатель на микросхеме. // Радио, 1987, №1, с. 49.
21. Нечаев И. Универсальный металлоискатель. // Радио, 1990, №12, с. 73.
22. Павлов С. Металлоискатель из доступных элементов. www.diagram.com.ua
23. Простой металлоискатель на транзисторах. www.lib.qrz.ru.
24. Скетерис Р. Простой металлоискатель. // Моделист-Конструктор, 1985, №8, с. 19.
25. Скетерис Р. Три металлоискателя на микросхемах. // Радио, 1990, №8, с. 32.

26. *Солоненко В.* Простой металлоискатель. // Радио, 2007, №2, с. 60.
 27. *Стафийчук Ю.* Сложный металлодетектор. // Моделист-Конструктор, 1998, №7, с. 19.
 28. *Тенев Л.* // Радио, телевизия, электроника, НРБ, 1986, №5, с. 61. Устройство для обнаружения движущихся металлических предметов.
 29. *Шелестов И.* Простой металлоискатель. «Радиолобителям полезные схемы. Книга 3». М.: Солон-Р, 2003.
 30. *Щедрин А., Осипов И.* Металлоискатель на биениях. «Металлоискатели для поиска кладов и реликвий», М.: Радио и связь, МРБ, 1999.
 31. Электронный металлоискатель с кварцем. // Radioelectronics, 1967, №11.
 32. Электронный металлоискатель. www.loktek.ru
 33. *Яворский В.* Металлоискатель на K176ЛЕ5. // Радио, 1999, №8, с. 65.

Список использованных ресурсов сети Интернет

www.alfadetect.ru	www.metalfind.net
www.bighobby-nsk.ru	www.metallodetektor.net
www.coins-hunter.ru	www.metalloiskateli.ru
www.detector.com	www.minelab.com.ru
www.detector.kiev.ua	www.minelab.org.ru
www.detstandart.ru	www.minelab-msk.ru
www.divecon.net	www.minelab-rostov.ru
www.klad.com.ua	www.rmdetector.ru
www.klad.kiev.ua	www.rodonit.com
www.kladenets.ru	www.rodonit-spb.ru
www.kladoiskatel.ru	www.rostov-don.kladpoisk.ru
www.kladpoisk.ru	www.rusklad.ru
www.metalaposhuk.com.ua	www.rvntk.ru
www.metalaposhuk.ru	www.sledopyt.com
www.metaldetect.ru	www.sledovnet.ru
www.metaldetector.by.ru	www.water-mir.spb.ru

Уважаемые господа!

Книги издательства «Наука и Техника»

Вы можете заказать наложенным платежом
в нашем интернет-магазине

www.nit.com.ru,

а также приобрести

➤ в крупнейших магазинах г. Москвы:

Т Д «БИБЛИО-ГЛОБУС» тел. (495) 781-19-00, 624-46-80	ул. Мясницкая, д. 6/3, стр. 1, ст. М «Лубянка»
Московский Дом Книги, «ДК на Новом Арбате»	ул.Новый Арбат, 8, ст. М «Арбатская», тел. (495) 789-35-91
Московский Дом Книги, технической книги»	Ленинский пр., д.40, ст. М «Ленинский пр.», «Дом тел. (499) 137-60-19
Московский Дом Книги, «Дом медицинской книги»	Комсомольский пр., д. 25, ст. М «Фрунзенская», тел. (499) 245-39-27
Дом книги «Молодая гвардия»	ул. Б. Полянка, д. 28, стр. 1, ст. М «Полянка» тел. (499) 238-50-01
Сеть магазинов «Новый книжный»	тел. (495) 937-85-81, (499) 177-22-11

➤ в крупнейших магазинах г. Санкт-Петербурга:

Санкт-Петербургский Дом Книги	Невский пр. 28 тел. (812) 448-23-57
«Энергия»	Московский пр. 57 тел. (812) 373-01-47
«Аристотель»	ул. А. Дундича 36, корп. 1 тел. (812) 778-00-95
Сеть магазинов «Книжный Дом»	тел. (812) 559-98-28

➤ в регионах России:

г. Воронеж, пл. Ленина д. 4	«Амиталь»	(4732) 24-24-90
г. Екатеринбург, ул. Антона Валека д. 12	«Дом книги» Сеть магазинов «100 000 книг на Декабристов»	(343) 253-50-10 (343) 353-09-40
г. Нижний Новгород, ул. Советская д. 14	«Дом книги»	(831) 277-52-07
г. Смоленск, ул. Октябрьской революции д. 13	«Кругозор»	(4812) 65-86-65
г. Челябинск, ул. Монакова, д. 31	«Техническая книга»	(904) 972 50 04
г. Хабаровск	Сеть книжно-канцелярских магазинов фирмы «Мирс»	(4212) 26-87-30

➤ и на Украине (оптом и в розницу) через представительство издательства

г. Киев, ул. Курчатова 9/21, «Наука и Техника», ст. М «Лесная»
(044) 516-38-66

e-mail: nits@voliacable.com, nitkiev@gmail.com

Мы рады сотрудничеству с Вами!



Книжный магазин

издательства «Наука и Техника»
приглашает за покупками

567 70 25

...> Предлагаем широкий ассортимент
технической литературы ведущих
издательств (более 2000 наименований):

- Компьютерная литература
- Радиоэлектроника
- Телекоммуникации и связь
- Транспорт, строительство
- Научно-популярная медицина,
педагогика, психология

...> Чем привлекателен наш магазин:

- низкие цены;
- ежедневное пополнение ассортимента;
- поиск книг под заказ;
- обслуживание за наличный
и безналичный расчет;
- гибкая система скидок;
- комплектование библиотек;
- обеспечение школ учебниками
по информатике;
- возможна доставка.

Наш адрес: г. Санкт-Петербург
пр. Обуховской Обороны д. 107
ст. метро Елизаровская

Справки о наличии книг по тел. 412-70-25

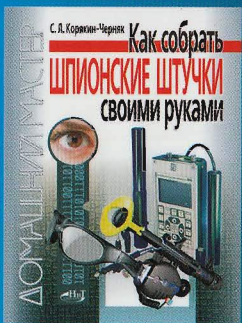
E-mail: admin@nit.com.ru
(рассылка ассортиментного прайс-листа по запросу)

Мы работаем с 10 до 19 часов без обеда и выходных
(в субботу и воскресенье до 18 час)



СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ В ДОМЕ И НА ДАЧЕ

Книга стала прекрасным путеводителем в спутниковый мир цифрового телеприема и надежного Интернета. Рассмотрены популярные пакеты российских спутниковых операторов, параметры их телевизионного вещания и рекомендованное оборудование. Книга поможет самостоятельно выбирать необходимые спутники, подбирать и устанавливать «железо», настраивать желаемые телеканалы.



КАК СОБРАТЬ ШПИОНСКИЕ ШТУЧКИ СВОИМИ РУКАМИ

Рассматривается мобильный телефон, как самая распространенная «шпионская штука» 21 века. Кроме того... Книга посвящена как шпионским, так и противошпионским штучкам: представлены схемные решения устройств для получения информации и защиты своей информации от утечки. Схемы сопровождаются подробными описаниями, рисунками печатных плат, рекомендациями по сборке и настройке.



МАРКИРОВКА, ОБОЗНАЧЕНИЯ, АНАЛОГИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ. КАРМАННЫЙ СПРАВОЧНИК

Представлены цветовая, кодовая маркировка, графические обозначения в схемах и взаимозаменяемость электронных компонентов. На 64 цветных вклейках информация систематизирована, например, по виду цветной метки на полупроводниковых приборах. Книга поможет домашнему мастеру в ремонте бытовой электронной техники.



Подробности на www.nit.com.ru

Россия: Санкт-Петербург, пр. Обуховской обороны, д.107
 Для писем: 192029 Санкт-Петербург, а/я 44
 +7 (812) 412-70-25, 412-70-26, e-mail: admin@nit.com.ru

Украина: 02166 Киев-166, ул. Курчатова, д. 9/21
 +38 (044) 516-38-66, e-mail: nits@voliacable.com