

МИХАИЛ АДАМЕНКО

МЕТАЛЛО ИСКАТЕЛИ

СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ ИЛИ КОШМЕР



Михаил Адаменко

Металлоискатели

«ДМК Пресс»

Адаменко М. В.

Металлоискатели / М. В. Адаменко — «ДМК Пресс»,

Книга предназначена для радиолюбителей, интересующихся вопросами поиска различных металлических предметов с помощью специального оборудования, к которому, в первую очередь, относятся металлоискатели. В соответствующих разделах приведены принципиальные схемы и рисунки печатных плат как простых, так и более сложных конструкций. Даны рекомендации по самостоятельному изготовлению и настройке металлоискателей, а также советы по их практическому применению. Настоящее издание будет полезно не только подготовленным радиолюбителям, но и всем читателям, интересующимся данной темой, поскольку большинство представленных конструкций может изготовить как взрослый, так и школьник, никогда не державший в руках паяльник.

© Адаменко М. В.

© ДМК Пресс

Содержание

От автора	5
Благодарность	6
Предисловие	7
Глава 1	9
1.1. Классификация металлоискателей	10
1.1.1. Металлоискатели категории FD (Frequency Domain)	11
1.1.2. Металлоискатели категории TD (Time Domain)	12
1.2. Принципы построения металлоискателей	13
1.2.1. Металлоискатели FM (Frequency Meter)	13
Конец ознакомительного фрагмента.	15

Михаил Васильевич Адаменко

Металлоискатели

От автора

Уважаемые читатели!

Прежде всего, считаю необходимым ознакомить вас со следующей информацией.

Любые оценки и рекомендации, данные в книге, являются личным мнением автора и не могут рассматриваться как реклама или антиреклама. Ссылки на источники публикуемых материалов, а также иные сведения даются исключительно в информационных целях.

Автор старался предоставлять точные и проверенные сведения, однако не может гарантировать полную достоверность приведенных в книге схем, рисунков и иных материалов. Вся информация, изложенная в этой книге, приводится «как есть» (as is) с возможными ошибками, без всяких гарантий, выраженных прямо или подразумеваемых. Поэтому ни автор, ни издательство не несут ответственность за возможные последствия, вызванные использованием представленных материалов, схем, рисунков и иной информации, в том числе за любые прямые или косвенные убытки, возникшие в результате практического или теоретического применения сведений, изложенных в этой книге.

Использование схем и рисунков, а также иной изложенной в данной книге информации осуществляется читателем на собственные страх и риск с возложением на него ответственности за все возможные последствия, в том числе за возникшие у него или у третьих лиц прямые или косвенные убытки.

**С уважением и наилучшими пожеланиями,
М.В. Адаменко**

Благодарность

Выражаю глубокую благодарность Валерию Владимировичу Адаменко за всестороннюю помощь, оказанную мне в процессе работы над этой книгой.

Желаю моему дорогому брату, одному из самых фанатично увлеченных, неустойчивых и настойчивых из всех известных мне искателей, найти в этой жизни все те клады, которые он ищет, а также по достоинству оценить те сокровища, которые он уже нашел. Ведь зачастую самым трудным бывает не найти что-либо, а сохранить то, что тебе даровано.

Предисловие

Каждому человеку в большей или меньшей степени свойственно любопытство по отношению к различным природным и жизненным явлениям. Это в равной степени касается как области духовной, так и материальной. Вопросы о смысле человеческой жизни, о поиске этого смысла, а также о вечности и бесконечности так же стары, как и само человечество. Люди мечтают и по мере сил и возможностей стремятся найти что-то в жизни. Некоторых из нас интересуют деньги, машины, недвижимость или, к примеру, успех в бизнесе. Для других гораздо важнее любовь, гармония, человечность, призвание или внутреннее равновесие.

Среди пытливых российских умов значительную часть составляют энтузиасты, все свое свободное время прямо или косвенно посвящающие поиску различных предметов, в том числе и металлических, а также разработке и изготовлению приборов, облегчающих эту нелегкую задачу.

С первыми упоминаниями о радиоэлектронных приборах, специально разработанных для обнаружения металлических предметов, расположенных на небольшой глубине под поверхностью земли, автор столкнулся при изучении материалов о ходе боевых действий в начальный период войны между Советским Союзом и Финляндией в 1939 году, для многих неизвестной. Именно тогда при проведении наступательных операций частям Красной Армии пришлось преодолевать обширные и практически непроходимые минные поля не только на равнинных пространствах, но и в карельских лесах.

Через несколько дней после начала войны группа инженеров получила государственный заказ на разработку специального прибора, с помощью которого можно было бы обнаруживать мины под небольшим слоем земли или снега. Следует отметить, что срок исполнения заказа был весьма ограничен. Однако по утвердившейся в те годы традиции заказ был выполнен досрочно и с высоким качеством. По некоторым данным, с момента начала работ до первых удачных испытаний образца, предназначенного для серийного производства, прошло всего три недели. Этот прибор и был первым из известных автору металлоискателей. Правда, тогда он имел более конкретное название – миноискатель.

К сожалению, имена специалистов, создавших первый отечественный металлоискатель, автору выяснить не удалось. Однако от этого значение их научного и трудового подвига не становится меньше.

С тех пор прошло много лет. В настоящее время на вооружении всех армий мира находятся самые разнообразные миноискатели. Глобальные изменения претерпела элементная база, значительно пополнилась копилка теоретических изысканий, свой вклад в развитие металлоискателей внесла и практика их повседневного использования.

Без преувеличения можно утверждать, что устройства, с помощью которых можно относительно легко и быстро обнаруживать металлические предметы в различных средах (почве, воде, бетоне, дереве, снеге и т. п.) в сравнительно широком диапазоне глубины залегания (от нескольких миллиметров до нескольких метров), всегда были и будут востребованы не только у профессионалов. В данном контексте под профессионалами автор подразумевает не только представителей силовых структур, но и строителей, работников коммунальных служб, а также представителей других профессий, которым металлоискатели (металлодетекторы) просто необходимы в повседневной деятельности. Такие приборы стали неотъемлемой частью экипировки и любого уважающего себя кладоискателя. Особо следует отметить, что использование металлоискателей участниками поисковых отрядов значительно облегчает выполнение их благородной миссии на полях былых сражений.

Как всегда, спрос рождает предложение. Поэтому на прилавках специализированных магазинов выбор всевозможных металлоискателей также практически неограничен. Помимо

этого все желающие могут собрать такое устройство самостоятельно, воспользовавшись рекомендациями, которые можно найти в специализированных изданиях.

В последнее время на радиорынках продаются всевозможные конструкторы или наборы комплектующих деталей, приобретая которые любой желающий без особых усилий быстро соберет простейший металлодетектор. Предлагаемые конструкторы отличаются друг от друга не только ценой и степенью сложности прибора, который можно изготовить, но и принципом действия, положенным в основу конкретного устройства, а также техническими параметрами (в первую очередь чувствительностью).

Автор имел удовольствие ознакомиться с несколькими такими «детско-юношескими» конструкторами, которые можно рекомендовать и взрослым. Чаще всего детали, входящие в состав подобных наборов, позволяют собрать металлоискатели типа BFO (Beat Frequency Oscillator), в которых оценивается изменение частоты сигнала биений. При этом схемотехнические решения этих устройств довольно разнообразны. Однако встречаются интересные конструкции детекторов металлических предметов, в основу функционирования которых положены и другие принципы (например импульсные, индукционные, принцип частотомера и т. д.).

Следует признать, что автор всегда поддерживал и поддерживает идею продажи наборов, предназначенных для сборки как металлоискателей, так и других радиоэлектронных устройств.

В предлагаемой вниманию читателей книге рассматриваются вопросы самостоятельного изготовления металлоискателей, в основу которых положены наиболее распространенные принципы построения таких приборов. При этом приводятся конструкции разной степени сложности, что позволит всем желающим попробовать свои силы, начав со сборки сравнительно простых устройств и постепенно переходя к созданию более сложной поисковой аппаратуры.

Глава 1

Классификация и виды металлоискателей

Перед тем как приступить к непосредственному рассмотрению схемных решений и конструкций металлоискателей, автор считает необходимым привести некоторые весьма ограниченные сведения о классификации и принципах построения таких устройств.

1.1. Классификация металлоискателей

Классификация современных металлоискателей, иногда называемых детекторами металлических предметов или металлодетекторами, обычно проводится с использованием нескольких основополагающих критериев.

В зависимости от сложности и функциональных возможностей металлоискатели можно условно разделить на простые, полупрофессиональные и профессиональные. В современной литературе чаще всего встречаются описания простых, или любительских, конструкций, изредка – полупрофессиональных. С описанием некоторых профессиональных приборов, принципами их построения, а также с различными методиками проведения поисковых работ можно ознакомиться пока лишь в зарубежных изданиях.

Помимо этого в зарубежной литературе, к примеру, часто приводится классификация электронных детекторов металлических предметов, основанная на оценке используемого сигнала. В зависимости от того, какой сигнал формируется и обрабатывается в конкретном устройстве, металлоискатели условно подразделяются на несколько категорий.

В первую входят приборы, работающие с непрерывным (аналоговым) сигналом в резонансном или частотном режиме. В большинстве встречавшихся автору конструкций этот сигнал имел синусоидальную форму. Иногда такие устройства называют металлодетекторами группы FD (Frequency Domain).

Ко второй категории отнесены приборы, использующие импульсный сигнал с последующей оценкой изменения его параметров во времени. Такие детекторы металлических предметов иногда называют устройствами группы TD (Time Domain).

В отдельную категорию можно выделить различные магнитометры. В основу функционирования таких металлодетекторов положен принцип измерения изменений магнитного поля под влиянием металлических предметов. К сожалению, подробное рассмотрение принципов построения и особенностей конструкции магнитометров выходит за рамки настоящего издания.

Помимо этого существует весьма обширная категория так называемых устройств специального назначения. Приборы, входящие в эту группу, было бы правильно называть не детекторами металлических предметов, а просто детекторами предметов, поскольку в таких устройствах анализируются аномалии электромагнитного поля Земли, вызванные любым находящимся в почве предметом, в том числе и неметаллическим. Появление и дальнейшее бурное развитие таких приборов были обусловлены использованием на различных театрах военных действий пластиковых (бескорпусных) мин. Следует признать, что упомянутые устройства специального назначения достаточно сложны и дороги. Поэтому подробное рассмотрение принципов построения и особенностей конструкции подобных приборов также выходит за рамки настоящего издания.

Необходимо отметить, что в некоторых источниках можно встретить классификацию металлодетекторов, проводимую на основе оценки диапазона частот, в котором работает данное устройство. Так, например, приборы, обозначаемые сокращением VLF (Very Low Frequency) работают в диапазоне частот от 3 до 30 кГц. Устройства, использующие частоты от 30 до 300 кГц, обозначаются сокращением LF (Low Frequency). Для детекторов, работающих на частотах от 300 кГц до 3 МГц, применяют сокращение MF (Medium Frequency), а для приборов с рабочей частотой в диапазоне от 3 до 30 МГц – сокращение HF (High Frequency).

Существуют и другие системы классификации детекторов металлических предметов. Однако при рассмотрении отдельных конструкций автор старался в предлагаемой книге придерживаться приведенных выше критериев.

1.1.1. Металлоискатели категории FD (Frequency Domain)

Большинство известных автору конструкций металлоискателей принадлежат к приборам категории FD (Frequency Domain) и используют принцип оценки изменения электрического поля под влиянием металлического предмета. Общим признаком таких устройств является активная катушка, формирующая электрическое поле. Впрочем, из этого правила есть и исключение: детекторы металлических предметов, работающие по принципу «передача-прием». В них используются две катушки: передающая и приемная.

Отдельные конструкции металлодетекторов группы FD отличаются способом анализа изменения параметров поля под влиянием близко расположенных металлических предметов, а также критериями оценки этих изменений.

Среди приборов категории FD наиболее распространенными, благодаря простоте схемотехнических решений, являются детекторы металлических предметов, в основу которых положен принцип измерения частоты биений, возникающих при сложении двух близких по частоте сигналов. В специализированной литературе такие устройства часто называют металлоискателями BFO (Beat Frequency Oscillator). Необходимо признать, что при поиске металлов со слабыми ферромагнитными свойствами, например таких, как медь, олово или серебро, металлоискатели BFO обладают меньшей чувствительностью по сравнению с приборами, работа которых основана на других принципах.

Металлодетекторы, в которых используется принцип измерения девиации частоты опорного генератора под влиянием металлических предметов, попавших в зону действия поисковой катушки, можно выделить в группу устройств, называемых металлоискателями на основе частотомера. В специализированной литературе такие приборы иногда обозначают сокращением FM (Frequency Meter). Можно утверждать, что в настоящее время, в связи с развитием элементной базы, устройства такого типа переживают второе рождение.

В специальной литературе иногда приводятся схемы детекторов металлических предметов, в основу которых положен так называемый внерезонансный или околорезонансный принцип. В этих устройствах изменение частоты и амплитуды измерительного генератора анализируется с помощью фильтра, настроенного на околорезонансную частоту, т. е. на спаде его характеристики. Такие приборы часто обозначают сокращением OR (Off Resonance).

Отдельную группу составляют мостовые детекторы металлических предметов. Особенность схемы таких приборов состоит в том, что измерительная (поисковая) катушка включается в одно из плеч измерительного моста (на резонансной или околорезонансной частоте). При этом оценивается изменение напряжения на диагонали реактивного сопротивления.

В последнее время значительно повысился интерес к детекторам металлических предметов, функционирование которых основано на так называемом принципе «передача-прием». Следует учесть, что в широком смысле к металлоискателям, использующим принцип «передача-прием», относятся не только устройства, работающие с непрерывным сигналом (категории FD), но и приборы, использующие импульсный сигнал (категории TD). Главное различие этих двух групп металлодетекторов заключается не только в форме используемого сигнала. Устройства, работающие с синусоидальным сигналом, оснащены двумя катушками – передающей и приемной. При этом система катушек сбалансирована до нулевой взаимной индукции. Поэтому часто такие приборы называют балансными металлодетекторами. В зарубежной

литературе эти металлоискатели обычно обозначают сокращением TR-IB (Transmitter Receiver – Induction Balance) или просто TR. В устройствах типа TR-IB в процессе поиска на принимающую катушку поступает сигнал, инициированный вихревыми токами, возникающими в металлическом предмете под воздействием передающего сигнала. Анализ параметров принятого сигнала (например амплитуда и сдвиг фазы) и является источником информации о наличии и особенностях металлических предметов, обнаруженных в зоне работы прибора.

Существуют и другие группы металлоискателей категории FD. Однако ограниченный объем данного издания не позволяет подробно рассмотреть принципы их функционирования. С особенностями построения и работы таких устройств можно ознакомиться в специализированной литературе.

1.1.2. Металлоискатели категории TD (Time Domain)

Среди детекторов металлических предметов, использующих импульсный сигнал с последующей оценкой его изменения во времени и принадлежащих к сравнительно новой категории TD (Time Domain), также можно выделить несколько базовых групп.

К первой относятся так называемые радиолокационные металлоискатели. В таких устройствах оцениваются параметры микроволнового сигнала, отраженного от металлического предмета. При этом амплитуда отраженного сигнала зависит не только от размеров предмета, но и от проводимости материала. Помимо амплитуды анализируется и задержка отраженного сигнала, несущая информацию о глубине залегания металлического предмета.

Вторую группу металлодетекторов категории TD составляют устройства, в которых в качестве излучаемого сигнала также используется импульсный сигнал. Однако длительность этих импульсов значительно больше, чем в радиолокационных металлоискателях. При этом обеспечивается возбуждение в металлическом предмете вихревых токов, информация о которых анализируется в соответствующих каскадах. Такие приборы иногда обозначают сокращением TR-PI (Transmitter Receiver – Puls Induction) или просто PI.

Следует отметить, что в основу функционирования всех рассмотренных выше устройств этой категории положен принцип «передача – прием». Однако основное конструктивное отличие, к примеру, металлодетекторов типа TR-PI от устройств типа TR-IB заключается в том, что в импульсных приборах в качестве приемной и передающей может использоваться одна и та же катушка.

1.2. Принципы построения металлоискателей

При первой же попытке провести классификацию детекторов металлических предметов можно сделать безошибочный вывод о том, что в настоящее время существует довольно значительное число базовых принципов, основанных на разных физических явлениях, положенных в основу самых разнообразных конструкций.

Следует отметить, что в последнее время в связи с развитием элементной базы появилась возможность практической реализации идей, воплощение которых ранее считалось маловероятным.

В связи с ограниченным объемом данной книги далее будут рассмотрены лишь некоторые из наиболее популярных видов металлоискателей.

1.2.1. Металлоискатели FM (Frequency Meter)

Одним из первых возможных вариантов построения детектора металлических предметов, который может прийти в голову любому человеку, хотя бы немного знакомому с основами электротехники, можно считать устройство, в основе которого лежит изменение частоты генератора под влиянием металлического предмета.

Из школьных учебников физики известно, что частота сигнала, генерируемого в контуре, образуемом параллельно включенными катушкой L и конденсатором C , зависит от индуктивности катушки и емкости конденсатора. При изменении хотя бы одного из этих параметров изменится резонансная частота контура, что приведет к соответствующему изменению и частоты генерации. Легче всего можно изменить индуктивность катушки. Для этого достаточно, например, поместить вблизи нее предмет из соответствующего металла. Данное физическое явление и положено в основу конструкции детекторов металлических предметов, работающих по принципу изменения частоты (рис. 1.1). В специализированной литературе такие устройства часто называют металлоискателями FM (Frequency Meter).

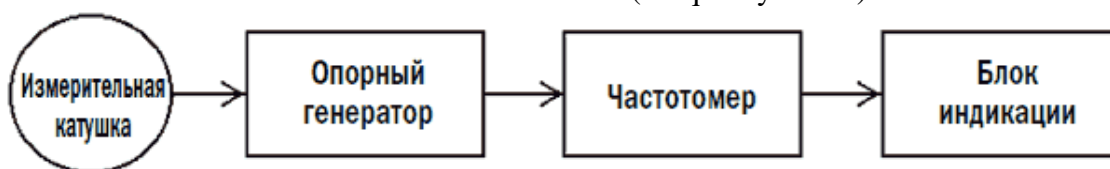


Рис. 1.1. Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу частотомера

Несмотря на то, что о влиянии металлических предметов, помещаемых в зону возбуждаемого катушкой поля, на резонансную частоту контура давно известно, практическая реализация таких приборов до недавнего времени была довольно затруднительной. Причина заключалась в том, что оценивать изменение частоты контура на слух просто не представлялось возможным.

В настоящее время для анализа и оценки изменений девиации частоты используются микропроцессоры, функционирующие под управлением специальных программ.

При появлении металлического предмета в зоне возбуждаемого измерительной катушкой электромагнитного поля резонансная частота контура опорного генератора меняется. Это изменение оценивается частотомером, основу которого составляет микроконтроллер. Величина девиации частоты, а также ее знак зависят не только от глубины залегания и величины предмета, но и от вида металла, из которого он изготовлен. Обработанные данные поступают на блок индикации, в составе которого часто используется линейка светодиодов.

Следует отметить, что металлоискатели FM обладают большей чувствительностью по сравнению, например, с металлодетекторами BFO.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.