

Лабораторный практикум

по дисциплине «*Технические средства и
методы защиты информации*»



**МИНЕСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ В Г.ТАГАНРОГЕ**

А.П. Кухаренко, К.С.Мацко

Лабораторный практикум

**по дисциплине «*Технические средства и
методы защиты информации*»**

**«*Изучение принципов и свойств
работы нелинейного локатора*»**

Учебное пособие

Таганрог 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	5
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
НЕЛИНЕЙНАЯ ЛОКАЦИЯ	6
ПРИНЦИП РАБОТЫ НЕЛИНЕЙНОГО ЛОКАТОРА.....	10
ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОКАТОРОВ	16
МЕТОДИКА РАБОТЫ С ЛОКАТОРОМ.....	18
ОПИСАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ЛОКАТОРА «КАТРАН»	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОБНАРУЖИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ».....	32
УКАЗАНИЯ К ОТЧЕТУ	43
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одной из наиболее сложных задач в области защиты информации является поиск внедрённых закладных устройств, не использующих радиоканал для передачи информации, а также радио закладок, находящихся в пассивном (неизлучающем) состоянии. Традиционные средства выявления такие, как панорамные радиоприёмники, анализаторы спектра или детекторы поля, в этом случае оказываются неэффективны. Визуальный осмотр также не гарантирует обнаружение подобных закладных устройств, так как современные технологии позволяют изготавливать их с любым видом камуфляжа, прятать в элементах строительных конструкций и интерьера.

Именно эта проблема и привела к появлению нового вида поискового прибора, получившего название нелинейного локатора (НЛ). Своим названием он обязан заложенному физическому принципу выявления устройств несанкционированного съёма информации.

В настоящее время известно множество моделей как отечественных, так и зарубежных нелинейных локаторов. К числу их основных характеристик относятся мощность, частота и режим излучения, метод регистрации гармоник.

Однако при всем многообразии моделей локаторов все же не до конца остается изучен вопрос о эффективности поиска ими в условиях расположения закладных устройств в различных материалах или за этими материалами. Не совсем ясно, на какой максимальной глубине и в каких средах может быть найдена закладка или естественный полупроводник в «полевых» условиях, т.е. когда производится реальный осмотр помещения. Данное учебное пособие как раз и направлено на изучение влияния среды размещения закладных устройств на их обнаружительную способность. Благодаря простой и понятной конструкции, удобства и эффективности использования, студенты могут исследовать влияние различных материалов на эффективность поиска закладных устройств, выявлять факторы, которые препятствуют обнаружению закладок, провести ряд экспериментов и закрепить понятия.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Нелинейный элемент – это элемент, у которого вольтамперная характеристика не является прямой, проходящей через начало координат.

Нелинейный локатор – это электронное устройство, предназначенное для поиска и обнаружения электронных устройств, установленных в строительных конструкциях, предметах мебели и интерьера, находящихся как в активном, так и в выключенном состоянии.

Закладное устройство – это электронное устройство перехвата акустической (речевой) и/или видовой информации, несанкционированно и скрытно устанавливаемые на объектах.

НЭ – нелинейный элемент

НЛ – нелинейный локатор

РЭУ - радиоэлектронное устройство

НО – нелинейный отражатель

МОМ – металл-окисел-металл

ЗС – зондирующий сигнал

НР – нелинейный рассеиватель

ОЭ – общий эмиттер

ОК – общий коллектор

АЧХ – амплитудно – частотная характеристика

ВЧ – высокая частота

СВЧ – сверхвысокая частота

НЧ – низкая частота

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

НЕЛИНЕЙНАЯ ЛОКАЦИЯ

Противодействие промышленному и экономическому шпионажу является непрерывным процессом развития методов, средств и способов защиты информации, идущим по принципу ответной реакции на появляющиеся угрозы. Поскольку обнаружение новых угроз, как правило, запаздывает относительно их появления, то существует постоянная опасность безнаказанного использования этих угроз в течение некоторого промежутка времени.

Разработанное в начале 80-х годов новое техническое средство - нелинейный локатор, позволило существенно уменьшить время безнаказанного использования угроз за счет эффективного выявления радиоэлектронных средств съема информации.

На отечественном рынке услуг по защите информации нелинейный локатор появился в 1993г. и был представлен моделью “Циклон”. В настоящее время рынок изобилует большим количеством разнообразных моделей, различающихся друг от друга в основном по четырем параметрам: тип излучения - непрерывный или импульсный; частота излучения; мощность излучения; регистрация количества гармоник - одна (вторая), две (вторая, третья). Несмотря на достаточно продолжительный срок наличия данных устройств на рынке услуг, к настоящему времени в печати появилось лишь три статьи, в которых сделана попытка объяснения в популярной форме принципа нелинейного взаимодействия и преобразования, лежащих в основе работы нелинейного локатора. Однако, как оказалось, эти публикации не сняли ряд вопросов, возникающих при выборе модели локатора.

Основное противоречие вызывает вопрос о необходимости регистрации либо одной (второй) гармоники, либо двух (второй и третьей) гармоник. Необходимость регистрации третьей гармоники для цели идентификации объекта была выдвинута американскими исследователями для обнаружения с вертолетов замаскированных наземных бронетанковых соединений и их отдельных объектов, однако были получены неудовлетворительные результаты с точки зрения высоты (дальности) обнаружения. Эти идеи нашли свое воплощение в малогабаритных локаторах для обнаружения и “идентификации” скрытых радиоэлектронных устройств съема информации. Однако результаты отечественных исследований конца 80-х, начала 90-х годов показали, мягко говоря, неправомочность подобных утверждений.

Основным фактором, препятствующим использованию радиолокационного метода для создания дистанционных средств поиска неподвижных малоразмерных объектов, является значительный уровень помех от окружающего фона. Практическое отсутствие нелинейных электромагнитных свойств у естественного фона (грунта, воды, растительности) позволяет

регистрировать гармоники облучающего поля, возникающие за счет наличия объектов искусственного происхождения, находящихся в зоне поиска на поверхности грунта или в его верхнем слое. Нелинейными свойствами могут обладать некоторые горные породы с высокой концентрацией ферромагнитных включений, а также отдельные залежи сульфидных руд. Известно, что у реальных объектов наибольшими нелинейными свойствами обладают высокочастотные полупроводниковые радиодетали (транзисторы, диоды), а также точечные прижимные контакты, образующие систему металл-окисел-металл.

Антенна нелинейного локатора (НЛ) облучает объект для определения наличия в нем электронных компонентов. Когда ВЧ сигнал облучает полупроводниковые соединения (диоды, транзисторы и т.д.), он возвращается на гармонических частотах с определенными уровнями, благодаря нелинейным характеристикам соединения. Однако ложные срабатывания также могут иметь при этом место, из-за того, что места соединения двух различных металлов или коррозионные металлические конструкции также вызывают гармонический отраженный сигнал вследствие своих нелинейных характеристик.

При нелинейной локации объектов является прямое преобразование падающей на объект энергии зондирующего сигнала в энергию высших гармоник, причем, отражение происходит в пассивном режиме, т.е., устройство не активно.

Нелинейным объектом называется объект, обладающий нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ). К ним относятся диоды, транзисторы, микросхемы, контакты металл-окисел-металл (МОМ-диод). К простейшему нестабильному МОМ-диоду относится и классическая двуокись железа - ржавчина.

Как известно, ВАХ любого нелинейного элемента разлагается в ряд Тейлора в виде аппроксимирующего степенного полинома. Тогда выходной ток при воздействии гармонического входного сигнала будет иметь вид:

$$i(t) = i_0 + \alpha v_s(t) + \beta v_s^2(t) + \gamma v_s^3 + \dots$$

где $v_s(t)$ - входной сигнал на нелинейном элементе.

Из последнего выражения следует, нелинейность ВАХ приводит к появлению в выходном сигнале за счет детектирования постоянной составляющей i_0 основной гармоники с амплитудой, умноженной на коэффициент α и высших гармоник основной частоты, амплитуды которых пропорциональны соответствующим коэффициентам.

Физическое понятие этих коэффициентов можно определить согласно следующим образом, α есть крутизна ВАХ в рабочей точке, коэффициенты β , γ

являются соответственно первой и второй производными от крутизны ВАХ в рабочей точке E_0 .

$$\alpha = \left. \frac{di}{de} \right|_{e=E_0}$$

$$\beta = \left. \frac{1}{2!} \cdot \frac{d^2 i}{d^2 e} \right|_{e=E_0} = \left. \frac{1}{2!} \cdot \frac{d\alpha}{de} \right|_{e=E_0}$$

$$\gamma = \left. \frac{1}{3!} \cdot \frac{d^3 i}{d^3 e} \right|_{e=E_0} = \left. \frac{1}{3!} \cdot \frac{d^2 \alpha}{d^2 e} \right|_{e=E_0}$$

Пусть входной сигнал представляет собой гармоническое колебание вида:

$$v_s(t) = A_0 \cos \omega t,$$

где A_0 - амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ - круговая частота сигнала| рад/с, f - частота сигнала, Гц.

Подставляя v_s в выражение и проводя тригонометрические преобразования над степенными функциями $\cos \omega t$, отклик нелинейного элемента в виде запишется:

$$i(t) \approx i_0 + \beta A_0^2 + (\alpha A_0 + 1,25\gamma A_0^3) \cos t + 0,5\beta A_0^2 \cos 2\omega t + 0,25\gamma A_0^3 \cos 3\omega t + \dots \quad (1)$$

Из этого выражения следует, что в сигнале отклика присутствуют гармонические составляющие, среди которых наиболее существенными являются вторая и третья гармоники.

Нелинейные свойства контакта металл — окисел — металл

Контакт металлических поверхностей осуществляется обычно через тонкую пленку окисла, которую в большинстве случаев приближенно можно считать диэлектриком или высокоомным полупроводником.

В ряде работ теоретически и экспериментально показано, что при достаточно малой толщине диэлектрической пленки (менее нескольких десятков ангстрем) основным механизмом переноса носителей заряда через контакт металлов, разделенных такой пленкой, является туннельный эффект

При небольших напряжениях на контакте (обычно менее ~ 1 В) эту вольт-амперную характеристику (ВАХ) при одинаковых металлах, образующих контакт, можно аппроксимировать следующий нелинейной зависимостью:

$$i = \frac{v + \beta v^3}{R_0}, \quad (2)$$

где v — напряжение на контакте, i — туннельный ток через контакт, β — коэффициент нелинейности ВАХ, $R_0 = \rho_0/a_r$ — начальное (при $v = 0$) сопротивление контакта, ρ_0 — удельное сопротивление туннельного контакта, a_r — площадь туннельного контакта.

Величины ρ_0 и β зависят от высоты барьера ϕ_0 , толщины диэлектрической пленки s , а также от величины относительной диэлектрической проницаемости диэлектрика ϵ . Величина ρ_0 сильно зависит от s и ϕ_0 (изменяется на несколько порядков при изменении s или ϕ_0 вдвое), а коэффициент β нелинейности ВАХ изменяется мало и имеет порядок 1 В^{-2} при типичных значениях s ($10\text{--}30 \text{ \AA}$) и ϕ_0 ($1\text{--}2 \text{ В}$). При напряжениях на контакте больше $1\text{--}1,5 \text{ В}$ ток растет с увеличением напряжения гораздо сильнее, чем по выше приведенной формуле.

Туннельный ток слабо зависит от температуры. Так, например, туннельный ток контакта с толщиной пленки $s = 20 \text{ \AA}$ и высотой барьера $\phi_0 = 1,5 \text{ В}$ меняется менее чем на 10% при изменении температуры T от абсолютного нуля до 300 К .

Если контакт образован неодинаковыми металлами, то ВАХ становится несимметричной; формулу зависимости тока от напряжения в этом случае следует дополнить квадратичным членом (он определяет детектирующие свойства контакта металл-окисел-металл).

Наряду с туннельной эмиссией к числу основных механизмов прохождения тока в контакте металл-окисел-металл относится и надбарьерная (шоттковская) эмиссия, т. е. зависящая от внешнего электрического поля термоэмиссия из металла электронов с энергией, превышающей высоту барьера. В случае нелинейного локатора, обычно термоэмиссией пренебрегают.

В зависимости от точки контактирования контактов шар — плоскость из стали (сталь 20) при $T = 300 \text{ К}$ типичной являлась кубичная ВАХ рис. 1.

При изменении контактного давления в довольно широких пределах коэффициент нелинейности β ВАХ не менялся, в противоположность сопротивлению R_0 и емкости C контакта, которые сильно зависят от давления. При напряжении на контакте более $\sim 1,5 \text{ В}$ ВАХ идет гораздо круче, чем согласно (2), а при дальнейшем увеличении напряжения режим становился неустойчивым, и в большинстве случаев наступал необратимый пробой контакта. Зависимость (2) получена при напряжениях $< 1\text{--}1,5 \text{ В}$ и для контактов из других металлов.



Рисунок 1 – ВАХ для контакта металл-окисел-металл

В случае «настоящих» полупроводников, к которым относятся транзисторы, диоды, микросхемы, вольт амперная характеристика выглядит иначе, рис.2

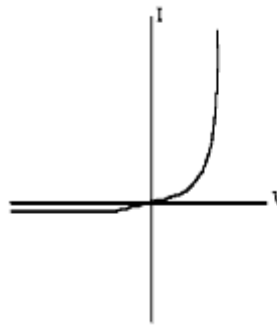


Рисунок 2 – вольтамперная характеристика p-n перехода

Из-за различия в нелинейных характеристиках полупроводникового и ложного соединений, отклики 2-й и 3-й гармоник будут иметь различную интенсивность. Когда НЛ облучает полупроводник, отклик на второй гармонике сильнее, чем на 3-ей. При облучении ложного соединения наблюдается обратный эффект: отклик на 3-ей гармонике сильнее, чем на 2-ой.

На основе экспериментальных и физических представлений процесс наблюдения в условиях нелинейной локации полностью аналогичен традиционной локации для случая наблюдения объектов с активным ответом в режиме опознавания, при этом уравнение нелинейной радиолокации будет иметь вид:

$$P_{Nnn.} = \frac{P_{изл.} G_{изл.} G_{Nнпр} \lambda^2}{(4\pi r)^2} \cdot \frac{\lambda^2}{N^2} G_{H0нр.} G_{N_{изл.}} \cdot \xi_N(\omega, P_{изл.}) \cdot K_1(\omega) K_2(\omega_N),$$

где $P_{Nпр.}$ - мощность отклика объекта на N -ой гармонике в месте расположения приемной антенны локатора,

$P_{изл.}$ - мощность излучения локатора,

$G_{изл.}$ - коэффициент усиления излучающей антенны локатора,

$G_{Nпр.}$ - коэффициент усиления приемной антенны локатора на N -ой гармонике,

$\lambda = c/f$ - длина волны излучения локатора (эквивалентна частоте, где c - скорость света, f - частота излучения локатора),

r - расстояние до объекта,

N - номер принимаемой локатором гармоники,

$G_{НОпр}$ - коэффициент усиления эквивалентной приемной антенны нелинейного объекта,

$G_{Низл.}$ - коэффициент усиления эквивалентной излучающей антенны нелинейного объекта,

$K_1(\omega)$ - частотно-зависимый коэффициент затухания зондирующего сигнала локатора в среде распространения,

$K_2(\omega_N)$ - частотно-зависимый коэффициент затухания сигнала N -ой гармоники от объекта в среде распространения,

$\xi_N(\omega, P_{изл.})$ - коэффициент нелинейного преобразования для N -ой гармоники, который, как будет показано ниже, зависит от частоты и мощности излучения локатора.

Из последней формулы видно, что мощность на гармониках, излучаемая объектом (а значит и эффективность обнаружения при прочих равных условиях), растет при увеличении мощности излучения локатора $P_{изл.}$, снижении частоты его излучения f и номера принимаемой гармоники N . Кроме того, чем ниже частота излучения локатора, тем меньшие значения имеют коэффициенты затухания K_1 , K_2 , что также ведет к увеличению мощности сигнала от объекта.

Существенным отличием нелинейной локации от классического наблюдения (обнаружения) объектов с активным ответом является прямое преобразование падающей на объект энергии зондирующего сигнала в энергию высших гармоник. В связи с этим модель радиолокационного наблюдения (обнаружения) в условиях нелинейной локации можно классифицировать как наблюдение с полуактивным ответом, что связано с отсутствием потребления энергии объектом от специального источника питания. Особенности его являются очень малое значение коэффициента нелинейного преобразования ($\xi_N \ll 1$) и зависимость его от частоты и мощности зондирующего сигнала локатора.

При применении НЛ в поисковых мероприятиях возможно не только обнаружение электронных устройств, но и их классификация при помощи аудио демодуляции.

Так, например, при обнаружении некоторых записывающих устройств, можно услышать аудио сигнал записывающей головки. Более того, если НЛ дает хорошую аудиодемодуляцию, то зачастую возможно прослушивание синхронизирующих импульсов при обнаружении видеокамер. Используя частотную демодуляцию, иногда возможно прослушать характерные аудио сигналы в электронных устройствах, возникающих из-за фазовых сдвигов. Поэтому, очень важно иметь достаточный опыт работы с ЛН для распознавания электронных устройств по характерным аудио сигналам. Кроме того, при обнаружении ложного соединения, можно без особого труда отличить его от полупроводника, прослушивая демодулированный аудио сигнал и одновременно производя на него физическое вибрационное воздействие, постукивая по стене кулаком или резиновым молотком. Ложное соединение отреагирует на подобное воздействие треском в наушниках, если имеется «настоящий» полупроводник треск отсутствует.

Эффект затухания. Дополнительной информацией о типе нелинейного объекта при поиске может служить «эффект затухания». Этот эффект иллюстрируется кривой на рисунке 3.

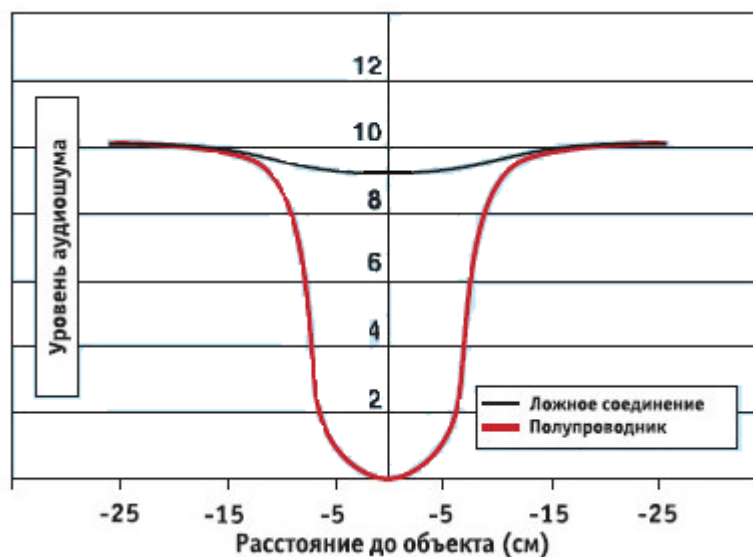


Рисунок 3 - Кривая аудишума для полупроводника и ложного соединения

При прослушивании демодулированного аудиосигнала от настоящего полупроводника по мере приближения к нему уровень шумов будет значительно понижаться. И, напротив, по мере удаления от него уровень шума начнет возрастать и постепенно вернется к нормальному. Демодулированный аудиосигнал достигает наименьшего значения непосредственно над полупроводниковым соединением и увеличивается до нормы в стороне от него.

При приближении антенны НЛ к ложному соединению аудиошум может усиливаться и достигнуть своего максимального значения непосредственно над ним или, в некоторых случаях, слегка уменьшиться. По мере удаления антенны НЛ аудиошум вернется к обычной норме.

Аудиодемодуляция, необходимая для «эффекта затухания», может быть реализована в НЛ как с непрерывным, так и с импульсным излучением (об этом будет сказано далее).

Применение нелинейных локаторов для поиска объектов в укрывающих средах

Очень часто возникает необходимость поиска объектов в укрывающих средах. При этом существующие средства поиска зачастую не способны обеспечить глубину поиска, соответствующую глубине заложения объекта поиска. Основной причиной этого является сравнительно большие удельные потери при прохождении электромагнитной волны через слой укрывающей среды. Укрывающими средами могут быть:

- грунты различного состава и влажности;
- пресная и морская вода (поиск неразорвавшихся боеприпасов, железных контейнеров и бочек с химическими веществами);
- растительность (поиск холодного и огнестрельного оружия – в криминалистике);
- снег, лед;
- строительные материалы (кирпичи, бетон и т.д.).

Основными материальными характеристиками укрывающих сред являются: плотность, твердость, электрическая проводимость, диэлектрическая и магнитная проницаемости, коэффициенты отражения и излучения в видимом (0,4 – 0,76 мкм) и инфракрасном (0,76 – 1000 мкм) диапазонах электромагнитных волн и др. Конкретные значения этих характеристик приведены в таблице.

Одной из существенных характеристик для практики является удельное поглощение зондирующих электромагнитных волн в маскирующем (непрозрачном) слое вмещающей среды (рис. 4). На рис. 4 видно, что при толщине укрывающего слоя среды более 0,2 – 0,3 м обнаружение объектов во влажном грунте возможно при длине волны $\lambda > 1$ м, в сухом песке – $\lambda > 0,2$ м, а в сухом снеге или растительности – $\lambda > 2-3$ см. При этом потери сигнала в укрывающем слое не превышают 20-30 дБ. Для ближней локации данные потери приемлемы. Следует отметить, что энергетический потенциал переносных активных поисковых систем (радиолокационных, радиоволновых,

индукционных и др.) по чувствительности приемных трактов достигает минус 140 – 160 дБ (10-14 – 10-16 Вт).

Таблица 1 Характеристики основных укрывающих сред

Укрывающая среда	Электромагнитные характеристики (статика)			Плотность, г/см ³
	ϵ	μ	σn , см/м	
Сухой песок	4	1	10^{-4}	1,2 – 1,65
Грунт средней влажности	10	1	10^{-1}	1,4 – 1,6
Влажный суглинок 10-11	20	1	10^{-1}	1,9 – 2
Вода пресная (реки)	80	1	10^{-2}	1
Вода морская 80-84	80	1	4	1,01 – 1,05
Снег сухой 3-8 10-5 – 10-7	3 – 8	10^{-5}	10^{-7}	0,35 – 0,45

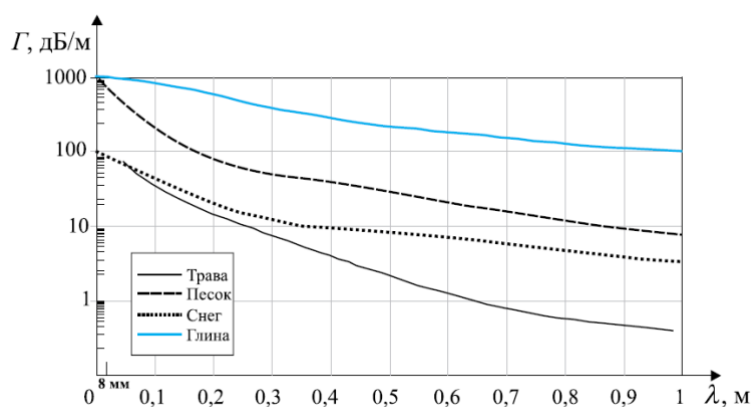


Рисунок 4 – Зависимость удельного поглощения электромагнитной энергии от ее длины волны

Таким образом, параметры обнаружения (вероятность, глубина обнаружения) при нелинейно-параметрической локализации рукотворных объектов во многом будут зависеть от уровня содержания воды укрывающей среде и уровня ее минерализации. В целом же, как показывает анализ электрофизических

свойств, все укрывающие среды (вода, грунт, бетон и прочее) являются фильтром нижних частот, исключение составляет растительность.

Основной отражательной характеристикой объекта поиска является его нелинейная эффективная площадь рассеяния на гармонике (НЭПР) - σ_n . Так как её величина зависит от плотности потока первичного СВЧ поля, то при расчётах используется нормированное значение ($\sigma_{n(1)}$), численно равное НЭПР при плотности падающего потока мощности $P_{ПА}^{-1}$ Вт/м². Теоретически определить НЭПР реальных объектов затруднительно, поэтому на практике её оценивают экспериментально, измеряя уровень принимаемого (на гармонике) сигнала.

Далее определяют НЭПР по формуле:

$$\sigma_{n(1)} \approx \frac{(4\pi)^{n+1} P_n r^{2n+2}}{P_a^n G_u^n A_n}$$

где n - номер гармоники; P_a - излучаемая мощность (непрерывная или в импульсе), Вт;

G_u - КНД передающей антенны на частоте излучаемого поля;

A_n - эффективная площадь приёмной антенны на частоте гармоники, м²;

r - расстояние до объекта, м; P_a^n - величина принимаемого сигнала на гармонике, Вт.

Из-за потерь полезного сигнала обнаружение «нелинейных» объектов в грунте возможно только вблизи переносной НРЛС – на удалении до нескольких метров. Если же объект расположен над грунтом (прикреплён к дереву и т.п.), то дальность обнаружения может составлять несколько десятков метров.

Таблица 2. РЭПР управляемых взрывных устройств на второй гармонике

Объекты поиска	Миниатюрные электронные таймеры взрывных устройств	Электронные устройства взрывателей в металлических корпусах (со щелями)	Электронные устройства взрывателей в пластмассовых корпусах	Резонансные нелинейные отражатели-маркеры
$\sigma_{n(1)}, \text{М4/Вт}, n=2$	10 ⁻¹² -10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹ -10 ⁻⁹	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻³

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОКАТОРОВ

Основными параметрами, используемыми при сравнении эксплуатационных качеств нелинейных локаторов, являются: режим работы, мощность и частота зондирующего излучения передатчика, чувствительность приемника, направленные свойства антенной системы, точность устройств индикации, а также сервисные возможности приборов.

В зависимости от режима работы передатчика различают нелинейные локаторы непрерывного и импульсного излучения. Мощность излучения в значительной степени определяет коэффициент преобразования («Кп») энергии зондирующего сигнала в энергию высших гармоник. Повышение мощности улучшает характеристики нелинейных локаторов, но одновременно приводит к увеличению опасного воздействия на оператора. Средняя мощность локаторов непрерывного излучения составляет от 0,3 до 3 Вт. Пиковая мощность импульсных нелинейных локаторов при сравнимой или меньшей средней составляет от 150 до 400 Вт, т.е. почти на 30 дБ превышает мощность приборов непрерывного излучения.

Так как эффективность преобразования определяется не средней мощностью излучения, а ее пиковым значением, дальность действия локаторов, работающих в импульсном режиме, оказывается выше, чем у приборов с непрерывным излучением при прочих равных условиях.

Чем выше частота излучения, тем меньше геометрические размеры антенной системы, тем удобнее работа с прибором. Но с увеличением частоты по экспоненциальному закону растет доля энергии, поглощаемой материальной средой, укрывающей средство съема. Вместе с тем при приближении частоты излучения НЛ к рабочей частоте закладки из-за околорезонансных явлений возрастает уровень переотраженных сигналов и, следовательно, вероятность ее обнаружения. Приборы, предлагаемые в настоящее время, работают в частотном диапазоне 680...1000 МГц. Чувствительностью приемника определяется максимальная дальность действия НЛ. Для современных приборов этот показатель составляет от -110 до -145 дБ.

Передающие устройства локаторов, генерирующие зондирующий сигнал, характеризуются:

- режимом работы (непрерывным или импульсным);
- пределами регулирования выходной мощности (дБ);
- частотой непрерывного излучения;
- частотой следования и длительностью радиоимпульса (мкс).

Качество приемного устройства, регистрирующего переизлученные сигналы, отражается следующими показателями:

- частотами настройки (МГц) на регистрируемые гармоники (2 и 3);
- реальной чувствительностью при определенном соотношении с/ш (дБ-Вт);
- пределами регулирования чувствительности (дБ).

Основными параметрами антенной системы, излучающей зондирующие сигналы и принимающей переотраженные излучения на частотах высших гармоник, являются:

- коэффициент направленного действия (КНД);
- ширина главного лепестка диаграммы направленности по уровню половинной мощности (град);
- уровень подавления задних лепестков диаграммы направленности (дБ);
- коэффициент эллиптичности (для антенн с круговой поляризацией).

Эксплуатационные показатели локаторов определяются во многом качеством устройств индикации режимов работы и параметров сигналов. Большинство современных нелинейных локаторов оборудованы многосегментными светодиодными индикаторами и звуковыми сигнализаторами переменного тона.

Для повышения точности идентификации объекта в нелинейных локаторах предусматриваются режимы приема на частотах 2 и 3 гармоник зондирующего излучения, а также прослушивания сигналов, транслируемых средствами съема за пределы обследуемого помещения.

МЕТОДИКА РАБОТЫ С ЛОКАТОРОМ

Нелинейный локатор выполняет три основные функции: обнаружение НО, определение местоположения и идентификацию средства съема информации.

Зондирующее излучение легко проникает во многие материалы, мебель, может проходить (с ослаблением) через внутренние перегородки помещений, бетонные стены и полы.

Обнаружительная характеристика нелинейного локатора нормируется только для свободного пространства. В условиях поиска скрытых средств съема информации (ССИ) речь идет не о дальности, а о максимальной глубине обнаружения объектов в маскирующей среде. Оценка ведется по уровню отклика, увеличивающемуся при приближении к объекту, что позволяет определить точное местоположение ССИ.

При работе на открытых площадях или в больших необорудованных помещениях импульсные локаторы могут обеспечить в несколько раз большую дальность обнаружения, чем непрерывные, что позволяет сократить время обследования. При работе в офисах максимальная дальность локаторов обоих типов практически не используется из-за насыщенности выделенных и соседних помещений электронной техникой и контактными помеховыми объектами.

Реальная дальность в этих случаях составляет примерно 0,5 м для локаторов любого типа. Она регулируется оператором с учетом помеховой обстановки путем снижения мощности передатчика или загробления чувствительности приемника до предела, позволяющего различать, от какого объекта пришел отклик. Дальность зависит от типа обнаруживаемого устройства (например, закладка с большей по длине антенной, как правило, обнаруживается на более значительном расстоянии) и условий его размещения (в мебели, за преградами из дерева, кирпича, бетона и т.д.).

Итак, для решения первого этапа поисковых мероприятий обнаружения средств съема информации оператору необходимо проделать следующие операции:

- Включив НЛ, обнаружить и по возможности устранить источники мешающих сигналов.
- Установить максимальный уровень чувствительности приемного устройства и максимальный уровень мощности передатчика зондирующего сигнала.

- Провести контроль помещения на наличие мощных помеховых объектов, как «коррозийных», так и электронных (в основном электронная оргтехника и радиоаппаратура), путем сканирования ограждающих конструкций и предметов интерьера с расстояния примерно 1 м. При этом назначение объектов должно быть точно установлено и они должны быть либо удалены из помещения, либо не приниматься во внимание при дальнейшем поиске. Следует учитывать, что эти помеховые объекты могут находиться в соседних комнатах и на других этажах, которые при необходимости и возможности целесообразно осмотреть.

- После удаления из комнаты источников сильных помех повторить осмотр стен, потолков, мебели и приборов с расстояния 20 см и меньше. В ходе осмотра отметить подозрительные зоны.

Определение местоположения осуществляется путем оценки уровня и пеленга сигнала отклика. Под пеленгом понимается направление, соответствующее максимальному уровню принимаемого сигнала. Следует учитывать, что зондирующие и отраженные сигналы переотражаются близлежащими объектами. Эффективными рефлекторами являются зеркала, металлические плиты, сетки, арматура и т.д. При их облучении можно регистрировать переотраженные сигналы от нелинейных отражателей, находящихся за спиной оператора.

Для определения точного местоположения средств съема информации необходимо:

- снизить уровень излучаемой мощности и чувствительность приемника;
- перемещая антенну около подозрительных зон, анализировать показания светового индикатора и частоту тонального сигнала в головных телефонах;
- определить направление прихода отраженного сигнала максимального уровня, взять пеленг по ориентации антенны;
- определив точное местоположение, приступить к идентификации объекта.

Для исключения ошибки при сравнении показаний индикаторов необходимо по мере достижения любым из светодиодных столбцов максимальной высоты уменьшать чувствительность приемника или снижать мощность передатчика так, чтобы засвеченный шлейф не доходил на один-три сегмента до предела шкалы.

Для четкой идентификации «коррозийных диодов» и полупроводников существует ряд методов, позволяющих достигать высокого практического эффекта.

В приборах, принимающих сигналы отклика одновременно на второй и третьей гармониках зондирующего сигнала, идентификация объекта производится путем сравнения уровней сигналов на выходах обоих трактов приема. При облучении полупроводникового соединения возникает сильное переотражение на частоте 2-й гармоники и слабое на частоте 3-й. MOM-диод ведет себя иначе, создавая сильное переотражение на 3-й и слабое на 2-й гармониках.

В ряде приборов предусмотрена возможность «прослушивания» демодулированных сигналов гармоник, позволяющая идентифицировать объект, используя эффект изменения уровня шума. По мере приближения НЛ к р-п переходу отмечается значительное понижение уровня шума, достигающего минимума непосредственно над объектом. При облучении MOM-диодов этот эффект практически не наблюдается - рис. 3.

Однако существуют ложные соединения, также снижающие уровень шума, как и р-п переход. Для их выявления рекомендуется произвести механическое воздействие на подозрительное место.

Любое механическое воздействие приводит к изменению геометрии MOM-диода и его преобразующих свойств. На практике механическое воздействие осуществляется вибрационным методом, при этом в преобразованном сигнале ясно прослушивается частота вибрации. Уровень вибрации может быть минимальным, поэтому достаточно легкого постукивания рукой по обследуемой поверхности. Даже если модель локатора рассчитана на прием 2-й и 3-й гармоник, данная операция позволяет более точно идентифицировать объект.

В некоторых моделях импульсных нелинейных локаторов предусмотрен режим «20К» выделения огибающей переизлученного сигнала, получивший название по частоте следования зондирующих импульсов, равной 20 кГц. Звуковой сигнал, полученный при детектировании переизлучений от искусственного р-п перехода, лежит за пределами восприятия человеческого уха.

При неустойчивом MOM-контакте не все зондирующие импульсы переотражаются, т.е. выделяется огибающая, соответствующая более низкой частоте, слышимой в наушниках.

ОПИСАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ЛОКАТОРА «КАТРАН»

Портативный обнаружитель полупроводниковых элементов «КАТРАН» (в дальнейшем обнаружитель) предназначен для поиска и обнаружения электронных устройств, находящихся как в активном, так и в выключенном состоянии.

Работа обнаружителя основана на свойстве полупроводниковых элементов излучать вторую и третью гармоники при облучении их зондирующим СВЧ сигналом. Максимальный отклик от полупроводниковых элементов наблюдается на второй гармонике зондирующего сигнала. При облучении окисных пленок, образованных естественным путем, максимальный отклик наблюдается на третьей гармонике зондирующего сигнала.

Обнаружитель «КАТРАН» проводит анализ откликов облучаемых объектов как по второй, так и по третьей гармоникам зондирующего сигнала. Это позволяет надежно идентифицировать электронные устройства и естественные окисные полупроводники.

«КАТРАН» проводит автоматическое нахождение наилучшего частотного канала приема, свободного от помех, что позволяет работать с данным прибором даже в сложной электромагнитной обстановке.

Примененная цифровая обработка сигнала, позволяет оптимизировать алгоритмы обработки сигналов и получить максимальную чувствительность.

В обнаружителе предусмотрены различные виды модуляции излучаемых сигналов:

- непрерывное излучение несущей частоты;
- частотная модуляция несущей частоты, $F_m = 1$ кГц.
- импульсная модуляция несущей частоты со скважностью 3, $f_t = 1$ кГц, $\tau = 0,3$ мс.

Это даёт возможность не только обнаруживать электронные устройства, но и, при определенном навыке, определять их тип при прослушивании

«КАТРАН» позволяет прослушивать работающие радиозакладные устройства, в том числе и с прикрытием передаваемой информации, и использовать эффект акустозавязки для облегчения поиска закладных устройств.

Технические параметры

Виды излучаемого сигнала:

- прерывное излучение несущей частоты;
- импульсная модуляция несущей частоты со скважностью 3, $f_T = 1$ кГц, $t = 0,3$ мс;
- частотная модуляция несущей частоты, $F_m = 1$ кГц.
- несущая частота фиксированная с шагом 0,5 МГц в диапазоне 890 ...895 МГц.

Выбор частоты осуществляется автоматически.

Максимальная мощность излучения в непрерывном режиме излучения не более 2 Вт. Излучаемая мощность регулируется с помощью встроенного аттенюатора, имеющего четыре положения: 2 Вт; 0,6 Вт; 0,16 Вт; 0,08 Вт.

Реальная чувствительность радиоприемных устройств не хуже минус 130 дБм.

Частоты настройки радиоприемных устройств равны удвоенной и утроенной частотам передатчика.

Динамический диапазон приемного тракта не менее 75 дБ.

Время непрерывной работы от литий-ионного аккумулятора не менее 2,5 час.

Вес изделия:

Телескопическая штанга с антенной и кабелем 0,9 кг;

Приемо-передающий блок с аккумулятором 2,2 кг.

Условия эксплуатации:

Температура окружающей среды 5-40° С.

Атмосферное давление не менее 450 мм. рт. ст.

Конструкция изделия

Внешний вид изделия «КАТРАН» показан на рис.4.



Рисунок 4 - Внешний вид изделия «КАТРАН»

Внешний вид приёмно-передающего блока показан на рис. 5



Рисунок 5 - Внешний вид приёмно-передающего блока

Внешний вид блока питания показан на рис. 6



Рисунок 6 - Внешний вид блока питания

Пульт управления

Пульт управления предназначен для выбора режимов работы обнаружителя. Пульт управления состоит из: корпуса, в котором расположена плата управления; кнопок управления режимами работы; светодиодов индикации режима работы; Внешний вид пульта управления приведен на рис. 7.



Рисунок 7 – Внешний вид пульта управления

Кнопки управления выполняют следующие функции:

VOL – регулировка уровня громкости демодулированного сигнала;

« + » - громче;

« - » - тише.

MODE - выбор режима работы передатчика и приемника:

AM - прослушивание демодулированного отклика второй и третьей гармоники при зондировании объекта несущей с импульсной модуляцией;

FM -прослушивание демодулированного отклика второй и третьей гармоник при зондировании объекта несущей с частотной модуляцией;

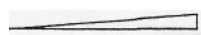
CW -прослушивание демодулированного отклика второй и третьей гармоник при зондировании объекта немодулированной несущей;

RSSI - прослушивание в наушниках (динамике) щелчков, частота следования которых пропорциональна уровню сигнала от второй или третьей гармоники.

RX - выбор радиоприемного тракта.

2ND - радиоприемный тракт, анализирующий отклик 2 гармоники (включен если горит светодиод);

3RD - радиоприемный тракт, анализирующий отклик 3 гармоники (включен если горит светодиод);



- дискретная регулировка выходной мощности передатчика

(0, 0,8 Вт; 0,16 Вт; 0,6 Вт; 2 Вт) Состояние работы аппарата отражают светодиоды:

TEST - сигнализация о неисправности работы изделия (если замкнуто кольцо ФАПЧ гетеродинов светодиод не горит); BAT - сигнализация о состоянии аккумуляторных батарей.

Назначение основных узлов и блоков обнаружителя «КАТРАН»

Приемо-передающий блок осуществляет:

- Проверку работоспособности системы фазовой автоподстройки частоты

(ФАПЧ) обнаружителя. При неисправности начинает мигать светодиод «TEST».

- Анализ частотной загрузки радиоприемного устройства который проводится

при каждом включении радиопередатчика обнаружителя. Поэтому во время работы при появлении мешающего сигнала (при работе в сложной электромагнитной обстановке) необходимо периодически выключать радиопередатчик и включать его, тем самым осуществляется выбор оптимальной частоты лучения обеспечивающей наилучшую чувствительность и дальность обнаружения 'полупроводниковых элементов.

Формирование СВЧ-сигнала с выбранным видом модуляции.

Приём и цифровую обработку сигналов второй и третьей гармоники. Одновременная индикация уровней сигналов второй и третьей гармоник позволяет .еренно отличать сигналы искусственных полупроводников, входящих в состав ектронных устройств, от естественных коррозионных, возникающих при окислении мест 'единений различных металлов.

Демодуляцию откликов второй и третьей гармониках, усиление их до уровня, необходимого для прослушивания, как на наушники, так и на внутренний динамик. В обнаружителе предусмотрена возможность регулировки усиления на 20 дБ, прослушивание демодулированных сигналов осуществляется поочередно оператором.

- Индикация уровня сигналов второй и третьей гармоник.

- Заряд и контроль функционирования внутренней аккумуляторной батареи

Внешний вид блока индикации показан на рис. 8.



Рисунок 8 - Внешний вид блока индикации

Указания мер безопасности

По требованиям электробезопасности обнаружитель относится к классу защиты 1.

К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроприборами и радиоизмерительными приборами.

В случае использования обнаружителя с другими приборами необходимо соединить их корпуса с запуленным зажимом питающей сети.

Вскрывать корпус обнаружителя, включенного в сеть, запрещается.

Порядок работы

Для работы прибора от аккумуляторной батареи включить изделие «КАТРАН» выключателем питания на приеме-передающем блоке.

Проконтролировать включение прибора по загоранию светодиодов, расположенных на пульте управления.

При необходимости прослушивания сигнала отклика на телефоны вставить в гнездо, расположенное на приеме-передающем блоке, штекер головных телефонов (телефоны в комплект поставки не входят).

Направить антенну в сторону от оператора.

Включить кнопкой ТХ минимальную мощность излучения. При этом автоматически выбирается канал приема с минимальным уровнем помех.

Установить на пульте управления необходимую мощность передатчика, режим излучения и режим работы радиоприемного устройства.

При наличии, в контролируемом помещении электросети 220 вольт, рекомендуется подводить электропитание к изделию «КАТРАН» от сетевого блока, входящего в комплект поставки. Для этого одним концом (любым) присоединить кабель питания к разъёму питания сетевого блока, а другим концом присоединить кабель питания к разъёму питания приема-передающего блока.

Включить в электросеть 220 вольт сетевой блок питания.

Включить сетевой блок питания сетевым выключателем и приеме-передающий блок выключателем питания. При этом будет происходить автоматическая зарядка аккумуляторной батареи.

Заряд и замена аккумулятора.

Заряд литий-ионного аккумулятора, входящего в комплект обнаружителя, осуществляется автоматически в процессе работы изделия «КАТРАН» с использованием сетевого блока питания. При этом светодиод «ВАТ» на пульте управления горит зеленым светом, если аккумуляторная батарея не полностью заряжена.

Подзарядку аккумулятора можно осуществлять и при выключенном приеме-передающем блоке. Для этого присоединить кабелем питания сетевой блок питания к приемопередающему блоку. Не включая приёмопередающий блок, включить блок питания. При этом светодиод «ВАТ» горит зеленым светом, если идёт процесс зарядки аккумулятора и не горит, если аккумулятор полностью заряжен.

При работе в автономном режиме от аккумуляторной батареи светодиод «ВАТ» не горит, если батарея заряжена и горит красным светом, если батарея разряжена.

Для замены аккумуляторной батареи необходимо сдвинуть крышку по направлению стрелки, и выдвинуть аккумуляторную батарею за петельку из тесьмы.

Рекомендации по поиску

- Убрать, по возможности, из контролируемого помещения, имеющиеся электронные устройства. Если этого сделать нельзя, то обследование необходимо вести при пониженной мощности излучения.
- Установить максимальную выходную мощность и один из режимов работы приемника.
- Расположить антенный блок параллельно обследуемой поверхности на расстоянии не более 10 см.
- Медленно перемещая антенный блок, параллельно обследуемой поверхности и изменяя ориентацию антенн, проанализировать характер изменения принимаемого сигнала по второй и третьей гармоникам. (В режимах ЧМ и АМ уровень громкости должен быть максимальным, в режиме «RSSI» частота повторения щелчков должна быть максимальной).

Анализ уровней принимаемого отраженного сигнала по второй и третьей гармоникам осуществляется по количеству зажженных светодиодов на соответствующей индикаторной шкале.

Удалите антенный блок от исследуемой поверхности или уменьшите выходную мощность и повторите измерения, изложенные в п. 9.4. настоящей инструкции.

При обнаружении искусственного р-п перехода, как правило, наблюдается устойчивое свечение светодиодов индикатора по второй гармонике отраженного сигнала. При простукивании предполагаемого места нахождения р-п перехода, показания светодиодов не изменяются.

При обнаружении естественного р-п перехода, наблюдается устойчивое свечение светодиодов индикаторов по третьей гармонике отраженного сигнала. При интенсивном постукивании по исследуемой поверхности показания индикаторов по третьей гармонике, как правило, изменяются.

Предложенная методика поиска не отражает всех нюансов, возникающих в конкретных случаях, и носит рекомендательный характер.

Основные технические данные и характеристики

Таблица 2 - Основные технические данные и характеристики

Характеристики	Значение параметра	Допуск	Измерен, значение	Приме-ние
Частота излучения	11 фиксированных частот в диапазоне (890... 895) МГц с шагом 0,5 МГц.			
Вид модуляции: Несущая без модул. ЧМ с девиацией АМ	1,5 кГц Длительность 0,4 мс, скважность 3			
Фиксированные значения выходной мощности	2 Вт 0,6 Вт 0,16 Вт 0,08 Вт.	-0,5 ±0,2 ±0,05		
Чувствительность РПУ: 2 гармоника 3	-130 дБм -130 дБм	не более не более		
Время работы. Час	2,5	не менее		
Динамический диапазон приемного тракта	75 дБ	не менее		
Температурный диапазон	5...40°			

Характеристики нелинейного локатора «Люкс»

Локаатор нелинейностей «Люкс», именуемый в дальнейшем «изделие», предназначен для обнаружения устройств, содержащих полупроводниковые приборы или подобные им элементы, а также отдельные контактные соединения двух и более металлических предметов.

Локаатор выполнен в виде неразборной конструкции, состоящей из антенного блока и ручки-штанги, соединённых шарниром. В ручке размещаются передатчик, два приемника, блоки обработки и индикации данных. На лицевой панели прибора расположены кнопки управления и светодиодные индикаторы. Блок аккумуляторов присоединяется к корпусу изделия при помощи резьбового соединения. Оригинальная конструкция контактов обеспечивает надежное питание прибора в любых условиях его эксплуатации. На торцевой грани аккумуляторного блока расположены разъёмы подключения зарядного устройства и головных телефонов.

Для первоначальной настройки локаатора используется имитатор нелинейности, поставляемый в комплекте с изделием.

Небольшие габариты, эргономичная конструкция позволяют использовать его в самых сложных условиях. Важной особенностью изделия является отсутствие дополнительных блоков, присоединяемых на разъемах, что, как правило, ведет к снижению надежности устройства и создает неудобства для оператора.

Условия эксплуатации изделия:

- температура окружающей среды от 5 до 40 С.
- относительная влажность воздуха не более 80% при температуре 30 С.
- атмосферное давление не менее 450 мм рт. ст.
- питание изделия осуществляется от аккумуляторной батареи 7,2В
- время непрерывной работы изделия с одной аккумуляторной батареей не менее 4 часов.

В изделии предусмотрены два вида индикации:

- звуковая, на головные телефоны;
- световая, с помощью двух линеек светодиодов, расположенных на ручке изделия. Левая и правая линейки подключены к выходам приемников 2-й и 3-й гармоник соответственно.

Изделие позволяет обнаруживать любые радиоэлектронные устройства, содержащие полупроводниковые приборы, узлы этих устройств, а также отдельные полупроводниковые приборы.

Устройства, подлежащие обнаружению, могут располагаться на теле человека под одеждой, в головном уборе, обуви или в личных вещах, в мебели, в металлических шкафах, в кирпичных и железобетонных стенах. Обнаруживаемые устройства могут находиться как во включенном, так и в выключенном состояниях.

С помощью изделия «Люкс» можно обнаруживать отдельные контактные соединения двух и более металлических предметов при наличии окислов металлов в местах их соприкосновения. Такие контактные соединения могут быть образованы: некачественной сваркой арматуры, пружины в мебели, винтовые соединения деревянных конструкций, часы механические, связка ключей и т.п..

- Масса изделия без аккумуляторной батареи не превышает 950гр.
- Технические характеристики передатчика.
- Передатчик работает в импульсном режиме в диапазоне 915МГц.
- Шаг перестройки частоты 200кГц.
- Максимальная выходная мощность в импульсе 16 ± 1 дБ.
- Минимальная выходная мощность в импульсе 1,6 дБ.
- Технические характеристики приемников.
- Частоты настроек приемников равны удвоенной и утроенной частоте передатчика соответственно.
- Реальная чувствительность каждого приемника при соотношении сигнал/шум не менее 6 дБ минус 136 дБ/Вт.
- Динамический диапазон приемников не менее 30 дБ.
- Регулировка усиления приемников осуществляется вручную, четырьмя степенями по (10 ± 1) дБ в каждой ступени.

В режиме «20К» приемники выделяют сигналы, которыми модулируется по амплитуде последовательность радиоимпульсов. Ширина спектра демодулированного сигнала 500 - 2000 Гц.

Изделие имеет три антенны, конструктивно оформленные в виде одного блока.

Ширина диаграммы направленности главного лепестка по уровню -3 дБ передающей и приемных антенн не более 90°.

Уровень мощности боковых и задних лепестков диаграммы направленности передающих и приемных антенн не более 10% от уровня главного лепестка.

Передающая и приемные антенны имеют круговую поляризацию с коэффициентом эллиптичности не более 1.5.

Передающая и приемные антенны имеют соосные диаграммы направленности. Отклонения максимумов главных лепестков диаграмм направленности не превышает 5.

Порядок работы с устройством.

1. Изучить инструкцию для нелинейного локатора «Люкс».
2. Для работы с нелинейным локатором необходимо направить антенну в сторону от оператора и других лиц, включить прибор нажатием на кнопку “on/off”, при этом должны загореться индикаторы красного цвета.
3. Отстроиться от помех, создаваемых сотовой связью и другими радиопередающими устройствами. Для этого необходимо выполнить следующие операции:
 - a. отключить передатчик изделия, нажав кнопку “Pwr” и удерживая её в течение 2-х секунд.
 - b. последовательно нажимая кнопку “Ch” найти канал, свободный от помех (отсутствие индикации второй гармоники и третьей гармоники).
 - c. включить передатчик, нажав и удерживая в течение 2-х секунд кнопку “Pwr”.
4. Проверить работоспособность изделия. Для этого:
 - a. нажать левую кнопку управления аттенюаторами приёмников “-”. Должен загореться индикатор “0”. Установить переключатель уровня мощности передатчика в положение “MIN”.
 - b. Выбрать такую ориентацию антенны, чтобы в головных телефонах не прослушивался низкочастотный сигнал и не загорались световые индикаторы уровня гармоник
 - c. Не меняя ориентации антенны, поднести к ней имитатор 2-й гармоники на расстояние 30-50 см. в телефоне должен появиться звуковой сигнал и загореться один или более светодиодов светового индикатора “2nd”.

- d. Не меняя ориентации антенны, поднести к ней имитатор 3-й гармоники на расстояние 30-50 см. в телефоне должен появиться звуковой сигнал и загореться один или более светодиодов светового индикатора “3rd”.
- e. Повторить операцию проверки работоспособности изделия, установив переключатель уровня мощности в положение “МАХ” и установить имитатор на расстояние 80-100 см. в головных телефонах должен появиться звуковой сигнал и загореться один или более светодиодов индикатора.

В случае загорания всех светодиодов на обоих индикаторах, что свидетельствует о перегрузке индикатора, необходимо отрегулировать чувствительность приёмников, переключая положения входных аттенюаторов. При уменьшении чувствительности приёмников расстояние обнаружения имитатора может уменьшаться.

При работе с изделием необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с приборами, имеющими открытые излучатели радиочастотной энергии. Не допускается направление антенны в сторону оператора и других лиц, средств вычислительной техники, радиоэлектронных устройств (сотовых телефонов, радиостанций, измерительных комплексов и т.д.).

Плотность потока электромагнитной энергии на расстоянии 0,5 м от задней грани антенны в режиме максимальной мощности (средняя мощность 200 мВт) составляет 4,2 мкВт/см при допустимом уровне 10 мкВт/см. на минимальной мощности (средняя мощность 20 мВт) величина потока энергии составляет 0,5 мкВт/см — уровень шумов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОБНАРУЖИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ»

Цель работы: изучить влияние среды размещения закладных устройств на их обнаружительную способность нелинейным локатором.

Описание лабораторного стенда:

Лабораторный стенд включает в себя: нелинейный локатор, среду размещения/прикрытия закладки, имитатор закладки.

Структурная схема стенда представлена на рисунке 7:

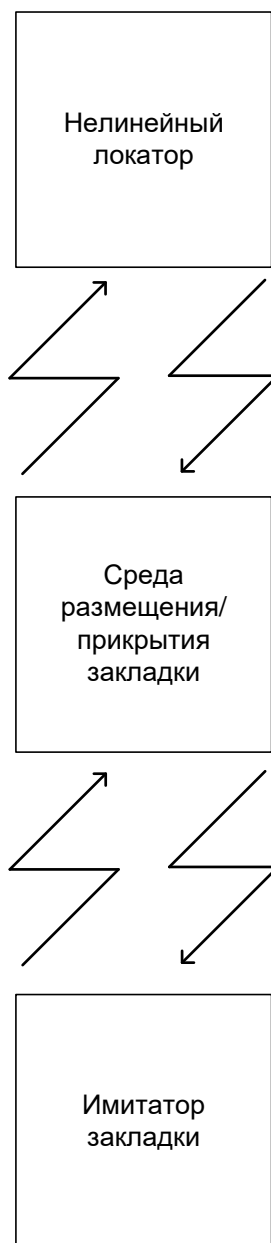


Рисунок 7- Структурная схема лабораторного стенда

Порядок подключения приборов:

1. Ознакомьтесь с лабораторным стендом и входящими в него компонентами, подготовьте к работе все составляющие части стенда.
2. Устойчиво установите короб на столе так, чтобы поблизости не было электронных устройств, и так, чтобы иметь к нему доступ со всех сторон;



Рисунок 8 – Короб

3. Закрепите штатив путем вставки его в специальное отверстие в коробе и утапливания в специальное углубление для фиксации;



Рисунок 9 – Короб с установленным штативом

4. Прижмите двумя хомутами штангу с блоком антенн нелинейного локатора к штативу;



Рисунок 10 – Штанга закреплена к штативу

5. Расположите антенный блок горизонтально (как показано на рис.);
6. Подключите шнур питания от блока питания в разъем нелинейного локатора;



Рисунок 11 – Разъем для подключения шнура питания.

7. Подключите сетевой шнур от блока питания в розетку 220V и включите блок питания.
8. Включите нелинейный локатор, выставьте минимальную мощность сигнала и любой из видов модуляции и номер анализируемой гармоники.
9. Изменяя мощность сигнала, вид модуляции и номер анализируемой гармоники убедитесь, что НЛ не находит нелинейных элементов, иначе результаты выполнения работы будут неверными.
10. Выключите НЛ.
11. Меняя среды размещения закладных устройств, изменяя высоту расположения закладки проведите эксперименты (каждый раз при смене отключая НЛ), пронаблюдав за показаниями блока индикации результаты которых (в %) запишите в табл. из расчета 15 горящих светодиодов – 100% вероятность обнаружения закладки:

Таблица 4 – Результаты эксперимента (стандартные материалы отделки)

Расстояние до закладки Материал	150мм.	200мм.	250мм.
Нет материала			
Деревянный брус 20мм			
ДСП 8мм			
Ламинат напольный			
Элемент навес. потолка			
Гипсокартон стеновой 10мм			
Стеновая панель (дерево) 4мм			
Стеновая панель (ПВХ)			
Керамическая плитка 4мм.			

Таблица 5 – Результаты эксперимента (материалы стен)

Расстояние до закладки Материал	150мм.	200мм.	250мм.
Нет материала			
Бетон 25мм.			
Железобетон 40мм.			
Кирпич			

Таблица 6 – Результаты эксперимента (специальные материалы)

Расстояние до закладки Материал	150мм.	200мм.	250мм.
Нет материала			
Зеркало			
Фольга пищевая			
Бетон вперемешку с НЭ			

12. После выполнения лабораторной работы отключите НЛ, электропитание БП и отсоедините провода. Отсоедините штангу от штатива.

УКАЗАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель лабораторной работы;
- схему подключения установки, модели приборов;
- результаты экспериментальных исследований, представленные в виде таблиц.
- вывод.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие трудности могут возникнуть при обнаружении экранированных закладок и почему?
2. Достоинства и, недостатки импульсного и непрерывного режимов работы нелинейных локаторов.
3. Причины возникновения «хруста» при обнаружении коррозионных полупроводников.
4. Возможно ли разрушение коррозионного диода при облучении мощным импульсным сигналом.
5. Какие характеристики локаторов влияют на их обнаружительные свойства при поиске в укрывающих средах:
 - мощность излучения;
 - частота излучения;
 - чувствительность приемника.
6. В каких случаях обнаружение закладных устройств с помощью нелинейного локатора невозможно?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кухаренко А. П., Помазанов А. В., Зикий А. Н., Румянцев К. Е. Радиоэлектронные системы безопасности. Комплексная безопасность объектов: Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. - 96 с.
2. Кухаренко А.П. Электронный курс лекций по дисциплине «Технические средства и методы защиты информации»
3. Халяпин Д. Б. Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь! – М.: НОУ ШО «Баярд», 2004 – 432 с.
4. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам: Учебное пособие. Москва, Горячая линия-Телеком, 2005.
5. Торокин А. А. Инженерно-техническая защита информации: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям в обл. информ. Безопасности. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 960 с.,