

Z-100

Automatic Antenna Tuner

Manual Version 1.1

Введение

Поздравляем с выбором тюнера LDG Z-100. Z-100 обеспечивает полностью автоматическую настройку антенны во всем КВ диапазоне по цене ниже, чем стоимость многих ручных тюнеров. Он будет настраивать диполи, вертикалы, Yagi или практически любую антенну с коаксиальным питанием. Он будет соответствовать удивительному диапазону антенн и импедансов, намного большему, чем некоторые другие тюнеры, которые вы, возможно, рассматривали. Кроме того, он потребляет очень мало энергии, что делает его идеальным для работы от аккумулятора.

В 1995 году компания LDG впервые представила автоматический широкодиапазонный тюнер с переключением L. В своих лабораториях недалеко от столицы страны LDG продолжает определять уровень техники в этой области с помощью инновационных автоматических тюнеров и сопутствующих товаров для любых любительских нужд.

Быстрый старт, или «Настоящие радиолюбители не читают инструкции!»

Хорошо, но хотя бы прочтите этот раздел перед передачей:

1. Подключите Z-100 к источнику 7–18 В постоянного тока при 300 мА через разъем питания 2,5 x 5,5 мм на задней панели (по центру).
2. Соедините гнездо антенны трансивера с гнездом передатчика тюнера Z-100 с помощью перемычки коаксиального кабеля.
3. Подсоедините коаксиальный кабель антенны к антенному разъему на задней панели Z-100.
4. Включите трансивер и выберите нужную рабочую частоту.
5. Выберите режим AM, FM, CW или PKT, затем нажмите клавишу для передачи несущей (1).
6. Нажмите и удерживайте кнопку Tune на передней панели вашего Z-100, пока не загорится красный светодиод, затем отпустите; начнется цикл настройки и загорится красный светодиод.
7. Дождитесь окончания цикла настройки (красный светодиод гаснет, 1 – 6 секунд), а затем отпустите кнопку на тангенте Вашего трансивера.
8. Переведите трансивер в желаемый режим работы.
9. Вы готовы к передаче.

1 Вы можете настроиться на передачу до 125 Вт, если Ваш трансивер имеет «схему защиты» для защиты от высокого КСВ. Если у него нет схемы защиты, ограничьте выходную мощность при настройке до 10 Вт.

Функции:

- Автоматически согласовывает антенны с импедансом от 6 до 800 Ом или КСВ 10:1.
- Может питаться от пары 9-вольтовых батарей (Крона), соединенных последовательно, что обеспечивает сотни циклов настройки.
- Очень низкое потребление тока: менее 300 мА во время настройки, почти нулевой ток (фактически выключен) без настройки. Ваш Z-100 идеально подходит для работы от аккумулятора.
- Использует реле с фиксацией, сохраняет настройку на неопределенный срок даже при полном отключении питания
- Настройка из памяти менее чем за полсекунды. Полная настройка займет от 1 до 6 секунд.

Характеристики:

- Управляемая микропроцессором, коммутируемая сеть настройки LC
- Память на 200 ячеек для почти мгновенного возврата к ранее настроенным частотам
- Сопротивление антенны: от 6 до 800 Ом (приблизительно 10:1 КСВ, 3:1 на 6 метрах)
- Непрерывное покрытие от 1,8 до 54 МГц
- Диапазон мощности: 0,1–125 Вт, 50 Вт на 6 метров.
- Реле с фиксацией удерживают настроенную настройку на неопределенный срок, даже при отключении питания
- Настраивает почти любую коаксиальную антенну. Используйте дополнительный Balun для антенн типа "длинный провод".
- Трех-функциональная кнопка управления настройкой
- Время настройки: от 1 до 6 секунд, в среднем 3 (минимум 0,1 секунды в режиме памяти)
- Требования к источнику питания постоянного тока: от 7 до 18 В постоянного тока при 300 мА во время настройки.
- Размеры корпуса: 5" x 5" x 1,5"
- Вес: 14 унций

Знакомство с Z-100

Ваш Z-100 — это качественный и точный инструмент, который прослужит вам долгие годы безукоризненно; потратьте несколько минут, чтобы прочитать инструкцию.

Ваш Z-100 можно использовать с любым трансивером или передатчиком с коаксиальным выходом, работающим на КВ диапазонах с выходной мощностью не более 125 Вт.

На передней панели есть только один элемент управления: кнопка Tune. Эта кнопка запускает цикл настройки, а также переводит тюнер в режим «обхода». Два светодиода на передней панели показывают активность тюнера и состояние КСВ.

Кнопки "Вкл - Выкл" нет. После настройки Ваш Z-100 автоматически переходит в состояние «глубокого сна», в котором он потребляет почти нулевой ток, фактически выключенный.

Ваш Z-100 автоматически выйдет из спящего режима при следующем запуске цикла настройки. В вашем Z-100 используются реле с фиксацией, которые удерживают настроенную настройку на неопределенный срок, даже если питание постоянного тока полностью отключено.

Z-100 имеет 200 ячеек памяти, каждая из которых хранит настройки для определенной частоты. Когда вы настраиваетесь на ранее настроенную частоту, Вы можете использовать «Memory Tune» для настройки тюнера всего за долю секунды. Процесс сохранения данных настройки в памяти полностью автоматизирован; Ваш Z-100 «обучается» по мере того, как Вы его используете, адаптируясь к Вашим наиболее часто используемым диапазонам и частотам.

Зеленый светодиод на передней панели показывает КСВ во время цикла настройки и до тех пор, пока РЧ не будет отключена.



На задней панели пять разъемов:

- ВЧ-вход (с маркировкой «Передачик», стандартный разъем SO-239)
- РЧ-выход (с пометкой «Антенна», стандартный разъем SO-239)
- Вход питания постоянного тока (гнездо питания 2,5 на 5,5 мм)
- Стереоразъем 1/8 дюйма (джек 3.5мм) для подключения кабеля управления к совместимому трансиверу.
- Разъем заземления (крыльчатая гайка)

Подключение:

Ваш тюнер Z-100 предназначен только для использования в помещении; он не водостойкий. Если вы используете его на открытом воздухе (например, в Полевой день), вы должны защитить его от дождя. Z-100 предназначен для использования с коаксиальными антеннами. Если вы хотите использовать его с длинным проводом или антеннами, подключенными к симметричной линии передачи (например, лестничной), потребуется внешний балун. Балун LDG RBA-1:1 будет работать с короткими случайными проводами, а балун LDG RBA-1 4:1 подходит для более длинных проводов.

Соедините гнездо ВЧ-антенны на передатчике или приемопередатчике с гнездом передатчика на задней панели тюнера Z-100 с помощью коаксиальной перемычки со стандартными штекерами PL-259. Подсоедините входной коаксиальный кабель антенны к гнезду антенны на задней панели тюнера Z-100.

Ваш Z-100 может напрямую взаимодействовать с несколькими популярными трансиверами. Для радиостанций Icom это позволит использовать кнопку «Настроить» на трансивере для запуска цикла настройки тюнера и подачи питания на тюнер.

Для радиостанций Icom, совместимых с АН-3 или АН-4, подключите белый разъем Molex к порту тюнера радиостанции. Затем к тюнеру подключаются разъемы питания и трансивер. Процесс настройки можно начать, нажав кнопку настройки на тюнере или на трансивере.

Для Yaesu FT-897 и 857 используйте кабель Y-ACC и подключите красный конец с маркировкой «Радио» к порту ACC радиостанции. Подключите черный конец с маркировкой «Tuner» к разъему интерфейса тюнера. Радио не подает питание на тюнер. Кнопка настройки на тюнере используется для запуска процесса настройки.

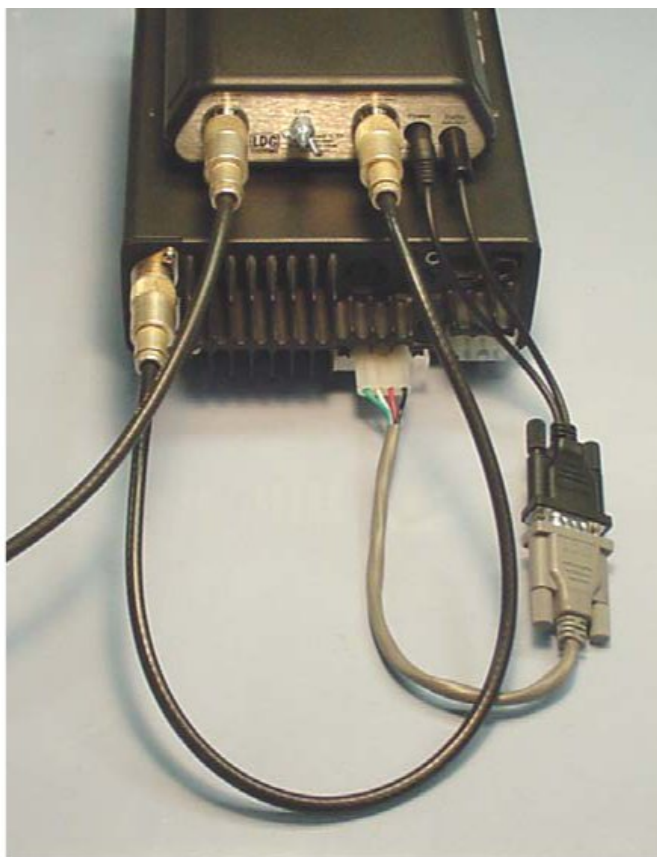
Если вы не используете интерфейсный кабель Icom для питания тюнера, подключите Z-100 к источнику питания постоянного тока, способному обеспечить 7–18 В постоянного тока при 300 мА, используя прилагаемый коаксиальный разъем (центральный плюс). Вы можете использовать две стандартные 9-вольтовые щелочные батарейки (Крона), соединенные последовательно (это очень удобно для портативной работы). Если ваша радиостанция питается от внешнего блока 12 В постоянного тока, Вы, скорее всего, можете использовать тот же источник питания для Z-100.

Заземление вашего тюнера повысит его производительность и безопасность. LDG рекомендует подключать тюнер к подходящему заземлению; предпочтительнее использовать специальный заземляющий стержень, соединенный с заглубленными радиальными проводами, но и

одиночный заземляющий стержень, труба холодной воды или винт, удерживающий крышку на розетке переменного тока, могут обеспечить исправное заземление. Ваш тюнер Z-100 готов к использованию!

Важное слово об уровнях мощности:

Z-100 рассчитан на непрерывную передаваемую мощность не более 125 Вт. Многие радиолюбительские передатчики и приемопередатчики, а также практически все усилители имеют выходную мощность более 125 Вт. Уровни мощности, значительно превышающие спецификации, определенно повредят или уничтожат ваш Z-100. Обязательно соблюдайте указанные ограничения мощности.



Установки Z-100 с IC-706

(типы кабелей могут различаться)

Инструкция по эксплуатации

Основные операции:

Все функции управляются с помощью кнопки Tune. В любом случае действие происходит, когда вы отпускаете кнопку. На различные команды указывает время, в течение которого вы удерживаете кнопку Tune, прежде чем отпустить ее. Существует три продолжительности жима: короткая (менее 0,5 секунды), средняя (0,5–3 секунды) и длинная (более 3 секунд). Это звучит намного сложнее, чем есть на самом деле; этот интерфейс быстро станет привычным и легким.

Функция 1: режим обхода (короткое нажатие)

Чтобы перевести Z-100 в режим обхода, нажмите кнопку Tune менее чем на полсекунды. Тюнер переключится на обход. Зеленый светодиод будет быстро мигать в течение полсекунды, указывая на то, что был выбран режим обхода. В режиме "обход" РЧ от вашего передатчика идет прямо на антенну без согласования.

Функция 2: цикл настройки памяти (среднее нажатие)

Если вы настраиваетесь вблизи частоты, на которой вы уже завершили полный цикл настройки, вы можете очень быстро настроить тюнер, используя цикл настройки с памятью.

Включите передатчик, нажмите и удерживайте кнопку Tune в течение 0,5–3 секунд, затем отпустите. Красный светодиод загорится в течение 0,5–3 секунд, показывая, что вы находитесь в диапазоне настройки памяти кнопки Tune. Тюнер автоматически проверит сохраненную ранее настройку для текущей частоты и, если она присутствует, восстановит эту настройку за небольшую долю секунды. Если рядом с текущей частотой не сохранена настроенная ранее настройка, тюнер начнет полный цикл настройки, сохраняя результат по завершении для будущей работы на этой частоте. Таким образом, Z-100 «обучается», чем дольше вы его используете, тем точнее он адаптируется к вашим наиболее часто используемым диапазонам и частотам. Вы, вероятно, будете использовать настройку из памяти большую часть времени, но тюнер автоматически, по умолчанию, использует полный цикл настройки, если для текущей частоты отсутствуют сохраненные ранее данные.

Функция 3: полный цикл настройки (длительное нажатие)

Установите передатчик или трансивер в режим AM, FM, CW или пакетный режим и уровень мощности не более 125 Вт, если в вашем трансивере есть схема автоматического уменьшения мощности. Если в вашем трансивере отсутствует схема защиты (см. руководство пользователя Вашего трансивера), установите уровень мощности не более 10 Вт.

Нажмите переключатель **РТТ** на микрофоне в режиме AM или FM (или нажмите ключ на CW) для передачи несущей. Во время передачи несущей нажмите и удерживайте кнопку **Tune** на передней панели вашего Z-100 не менее трех секунд (красный светодиод загорится, когда вы нажмете кнопку, а затем погаснет через три секунды, указывая на то, что вы находитесь в режиме полного цикла настройки в текущем диапазоне частот. Отпустите кнопку Tune, загорится красный светодиод, и начнется автоматический цикл полной настройки. Вы услышите, как реле вашего Z-100 включаются и выключаются в поисках совпадения, они издают жужжащий звук. Цикл настройки завершится через несколько секунд (красный светодиод погаснет), снимите ключ с передачи или отпустите клавишу РТТ трансивера и установите желаемый режим и мощность - Вы

готовы к работе. Зеленый светодиод будет показывать состояние КСВ до тех пор, пока передатчик не выключится.

Индикация КСВ

Во время цикла настройки зеленый светодиод показывает приблизительный КСВ. Постоянный зеленый цвет указывает на КСВ 1,5 или меньше. Мигающий зеленый цвет указывает на КСВ от 1,5 до 2,5. Если зеленый светодиод не горит при наличии РЧ, это означает, что КСВ больше 2,5.

Примечание. После цикла настройки и отключения несущей Z-100 переходит в спящий режим, и индикатор КСВ больше не работает.

Режим выключения

Когда любой цикл настройки заканчивается и режим передачи несущей выключается, тюнер автоматически переходит в состояние «глубокого сна», в котором он потребляет почти нулевой ток, он фактически выключен. Тюнер автоматически «проснется» при следующем запуске цикла настройки. Реле с фиксацией будут удерживать настроенную конфигурацию на неопределенный срок, даже если вы отсоедините кабель питания или выключите трансивер, питающий тюнер.

Индикаторы управления и их состояния

Функции кнопки настройки:

Светодиодные индикаторы:

Короткое нажатие - менее 0.5 сек. - **обход** —————> **Зеленый светодиод быстро мигает**

Среднее нажатие - 0.5 - 3 сек. - **настройка из памяти** ———> **Загорается красный светодиод**

Длительное нажатие: - более 3 сек. - **полная настройка** ———> **Красный светодиод гаснет**

Попытка настройки - **нет ВЧ несущей** —————> **Красный светодиод мигает**

Теория Операции

Некоторые основные понятия об импедансе

Теория, лежащая в основе антенн и линий передачи, довольно сложна и фактически использует математическую нотацию, называемую «комплексными числами», которая имеет «действительную» и «мнимую» части. В задачи данного руководства не входит предоставление руководства по этому вопросу, но небольшая предыстория поможет вам понять, что делает ваш Z-100 и как он это делает.

В простых цепях постоянного тока провод сопротивляется протеканию тока, преобразовывая часть его в тепло. Связь между напряжением, током и сопротивлением описывается элегантным и хорошо известным «законом Ома», названным в честь сэра Джорджа Саймона Ома из Англии, впервые описавшего его в 1826 году. В радиочастотных цепях существует аналогичная, но гораздо более сложная зависимость.

Радиочастотные цепи также сопротивляются потоку электричества. Однако наличие емкостных и индуктивных элементов приводит к тому, что напряжение в цепи опережает или отстает от тока соответственно. В радиочастотных цепях это сопротивление потоку электричества называется импедансом и может включать в себя все три элемента: резистивный, емкостной и индуктивный.

Передачики, линии передачи, антенны и импеданс

Выходная цепь вашего передатчика, линия передачи и антенна имеют волновое сопротивление. По причинам слишком сложным, чтобы вдаваться в них, стандартный импеданс составляет около 50 Ом с нулевыми емкостными и индуктивными составляющими. Когда все три части системы имеют одинаковый импеданс, говорят, что система «согласована», и происходит максимальная передача мощности от передатчика к антенне. В то время как выходная цепь передатчика и линия передачи имеют фиксированный, тщательно рассчитанный импеданс, антенна представляет собой нереактивную нагрузку 50 Ом только на своих собственных резонансных частотах. На других частотах он будет демонстрировать емкостное или индуктивное сопротивление, в результате чего его импеданс будет отличаться от 50 Ом.

Отношение переданной энергии к отраженной называется «коэффициентом стоячей волны» или КСВ. КСВ 1 (иногда пишут 1:1) указывает на идеальное совпадение. По мере отражения большего количества энергии КСВ возрастает до 2, 3 и выше. Как правило, современные твердотельные передатчики должны работать с КСВ не более 3. Ламповые возбудители несколько более устойчивы к высокому КСВ. Если Ваша 50-омная антенна резонирует на вашей рабочей частоте, она покажет КСВ 1. Однако обычно это не так; операторам часто приходится передавать на частотах, отличных от резонансных, что приводит к реактивной антенне и более высокому КСВ.

КСВ измеряется с помощью устройства, называемого «мостом КСВ», вставленного в линию передачи между передатчиком и антенной. Эта схема измеряет мощность в прямом и обратном направлении, на основе которой можно рассчитать КСВ (некоторые измерители вычисляют КСВ за вас). Более продвинутые устройства могут одновременно измерять прямую и обратную мощность и одновременно отображать эти значения и КСВ.

Антенный тюнер — это устройство, используемое для устранения влияния реактивного сопротивления антенны. Тюнеры добавляют емкость, чтобы нейтрализовать индуктивное сопротивление антенны, и наоборот. В простых тюнерах используются переменные конденсаторы и катушки индуктивности. Оператор регулирует их вручную, наблюдая за отраженной мощностью на измерителе КСВ, пока не будет достигнуто минимальное значение КСВ. Ваш LDG Z-100 автоматизирует этот процесс.

Никакой тюнер не починит плохую антенну. Если ваша антенна далека от резонанса, неизбежны недостатки, присущие такой работе; это простая физика. Большая часть передаваемой мощности может рассеиваться в тюнере в виде тепла, никогда не достигая антенны. Тюнер просто «обманывает» ваш передатчик, заставляя его вести себя так, как если бы антенна была резонансной, избегая любых повреждений, которые в противном случае могли бы быть вызваны высокой отраженной мощностью. Ваша антенна всегда должна быть максимально близкой к резонансу.

Справочная таблица КСВ

Найдите КСВ на пересечении прямой мощности (по горизонтали)

и отраженной мощности (по вертикали)

		Forward Power (Watts)								
Power (Watts)		20	30	40	50	60	70	80	90	100
	2	1.92	1.70	1.58	1.50	1.45	1.41	1.38	1.35	1.33
Reflected	4	2.62	2.15	1.92	1.79	1.70	1.63	1.58	1.53	1.50
	6	3.42	2.62	2.26	2.06	1.92	1.83	1.75	1.70	1.65
	8	4.44	3.14	2.62	2.33	2.15	2.02	1.92	1.85	1.79
	12	7.87	4.44	3.42	2.92	2.62	2.41	2.26	2.15	2.06
	14	11.24	5.31	3.90	3.25	2.87	2.62	2.44	2.30	2.20
	16	17.94	6.42	4.44	3.60	3.14	2.83	2.62	2.46	2.33
	18	37.97	7.87	5.08	4.00	3.42	3.06	2.80	2.62	2.47
	20	-	9.90	5.83	4.44	3.73	3.30	3.00	2.78	2.62
	22	-	12.92	6.74	4.94	4.07	3.55	3.21	2.96	2.77
	24	-	17.94	7.87	5.51	4.44	3.83	3.42	3.14	2.92
	26	-	27.96	9.32	6.17	4.85	4.12	3.65	3.32	3.08
	28	-	57.98	11.24	6.95	5.31	4.44	3.90	3.52	3.25
	30	-	-	13.93	7.87	5.83	4.79	4.16	3.73	3.42
	32	-	-	17.94	9.00	6.42	5.18	4.44	3.95	3.60
	34	-	-	24.63	10.40	7.09	5.60	4.75	4.19	3.80
	36	-	-	37.97	12.20	7.87	6.07	5.08	4.44	4.00
	38	-	-	77.99	14.60	8.80	6.60	5.44	4.71	4.21
	40	-	-	-	17.94	9.90	7.19	5.83	5.00	4.44
	42	-	-	-	22.96	11.24	7.87	6.26	5.31	4.68
44	-	-	-	31.30	12.92	8.65	6.74	5.65	4.94	
46	-	-	-	47.98	15.08	9.56	7.27	6.02	5.22	
48	-	-	-	97.99	17.94	10.63	7.87	6.42	5.51	
50	-	-	-	-	21.95	11.92	8.55	6.85	5.83	

LDG Z-100

В 1995 году LDG впервые представила новый тип автоматического антенного тюнера. В конструкции LDG используются батареи постоянных конденсаторов и катушек индуктивности, которые включаются и выключаются из цепи с помощью реле под управлением микропроцессора. Встроенный датчик КСВ обеспечивает обратную связь; микропроцессор просматривает батареи конденсаторов и катушек индуктивности в поисках минимально возможного КСВ. Тюнер представляет собой сеть «Switched L», состоящую из последовательных катушек индуктивности и параллельных конденсаторов. LDG выбрала сеть L из-за ее минимального количества частей и ее способности настраивать несбалансированные нагрузки, такие как диполи с коаксиальным питанием, вертикалы, Yagi; фактически любая коаксиальная антенна. Катушки индуктивности включаются и выключаются из цепи реле, управляемыми микропроцессором. Дополнительное реле переключается между диапазонами высокого и низкого импеданса.

Конденсаторы соединены с землей семью реле. Другое реле переключает всю батарею конденсаторов на входную или выходную сторону катушки индуктивности. Это переключение позволяет Z-100 автоматически обрабатывать нагрузки более 50 Ом (высокая настройка) и менее 50 Ом (низкая настройка). Все реле имеют тип DPDT и рассчитаны на постоянную мощность до 125 Вт.

Реле работают от постоянного тока, подаваемого через разъем питания. Общий ток, потребляемый Z-100, зависит в первую очередь от количества включенных реле, при этом максимальный потребляемый ток составляет примерно 300 мА, но только в течение нескольких секунд цикла настройки. В остальное время тюнер находится в режиме «глубокого сна», потребляя почти нулевой ток. Реле с фиксацией сохраняют настроенную настройку на неопределенный срок, даже при отключении питания. Последняя настроенная настройка будет по-прежнему установлена при следующем включении питания.

Процедура настройки, написанная на языке ассемблера, использует алгоритм для минимизации количества настроек тюнера. Процедура сначала обесточивает реле высокого/низкого импеданса, если это необходимо, а затем последовательно переключает катушки индуктивности, чтобы найти грубое согласование. Выбрав лучшую катушку индуктивности, тюнер перебирает отдельные конденсаторы, чтобы найти наилучшее грубое согласование. Если совпадение не найдено, процедура повторяет грубую настройку с включенным реле высокого/низкого импеданса. Затем программа точно настраивает конденсаторы и катушки индуктивности. Программа проверяет комбинацию LC, чтобы увидеть, можно ли получить КСВ 1,5 или ниже, и останавливается, когда находит хорошее совпадение.

Микропроцессор выполняет процедуру точной настройки сразу после того, как тюнер находит совпадение с КСВ 1,5 или меньше. Эта процедура пытается получить КСВ как можно ниже (не только 1,5); для запуска требуется около полсекунды. Также есть режим быстрой настройки. Если КСВ ниже 2,0, когда вы нажимаете кнопку настройки для запуска цикла настройки, тюнер сначала запускает процедуру точной настройки, чтобы увидеть, сможет ли он достичь низкого КСВ без полной перенастройки. Это также занимает около полсекунды. Если он не находит подходящего совпадения, он запускает основную процедуру настройки.

Режим памяти сначала проверяет память, а затем при необходимости запускает основную процедуру настройки.

Советы по устранению неполадок

Уровни мощности: всегда используйте минимально возможную мощность РЧ. Это уменьшает помехи и проблемы, вызванные рассеянным радиочастотным излучением. Хотя функцию сброса можно использовать в любое время, если у вас есть проблемы, попробуйте ее без RF.

Получение самого низкого КСВ.

В некоторых случаях тюнер может не найти приемлемого совпадения. Один из трюков, который можно использовать, заключается в том, чтобы настроиться на желаемую частоту, затем отстроится выше или ниже на 25 или 50 кГц, а затем вернуться назад без повторной настройки тюнера.

Заземление: по возможности используйте надежное заземление. Заземление может помочь, если у вас есть проблемы с блокировкой или плохой настройкой. Заземление также может помочь в случаях, когда есть паразитные радиочастоты. Блуждающие радиочастоты обычно можно определить по настройке мощности радиочастот на вашем радио. Если мощность снижается и проблема исчезает, вероятно, это паразитные радиочастоты.

Сброс процессора: При некоторых условиях процессор тюнера может перестать работать. В этом случае извлеките вилку питания постоянного тока из задней панели, подождите пять секунд, а затем снова вставьте вилку питания постоянного тока.

Дроссели: В некоторых случаях интерфейсные кабели или кабели питания постоянного тока, идущие к тюнеру, могут нуждаться в применении радиочастотных дросселей. Наиболее распространенным типом является защелкивающееся устройство (Ферритовые защёлки), доступное во многих местных магазинах электроники. Дроссели полезны для устранения радиочастотных помех от интерфейсных кабелей или кабелей питания постоянного тока.

Уход и обслуживание

Ваш тюнер Z-100 практически не требует обслуживания; просто обязательно соблюдайте ограничения мощности, описанные в этом руководстве. При необходимости внешний корпус можно протирать мягкой тканью, слегка смоченной раствором для бытовых чистящих средств. Как и любое современное электронное устройство, ваш Z-100 может быть поврежден из-за перепадов температур, воды, ударов или статического разряда. LDG настоятельно рекомендует использовать качественный, правильно установленный грозовой разрядник в проводе антенны.

Перевод на Русский язык: Лабунский С.В. (RA3AJD) г. МОСКВА