



Генератор звуковой  
ГП-5000 «КЕДР»  
Руководство по эксплуатации  
Э.НЛ.0170.01 РЭ

## Содержание

1 Назначение . . . . .	3
2 Условия эксплуатации . . . . .	3
3 Технические характеристики . . . . .	3
4 Комплект поставки . . . . .	4
5 Варианты исполнения . . . . .	4
6 Принцип работы . . . . .	5
7 Органы индикации и управления . . . . .	8
8 Использование по назначению . . . . .	10
9 Параметры программируемые пользователем . . . . .	12
10 Техническое обслуживание . . . . .	16
11 Защита при аварийных ситуациях . . . . .	16
12 Маркировка . . . . .	17
13 Хранение . . . . .	17
14 Транспортирование . . . . .	17
15 Утилизация . . . . .	18

Настоящее руководство по эксплуатации представляет объединенный документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках генератора звукового ГП-5000 "КЕДР" Э.НЛ.0170.01 (далее по тексту - генератор), необходимые для правильной его эксплуатации, транспортирования, хранения и обслуживания.

### 1 Назначение

Генератор предназначен для дожига изоляции кабеля в местах ее повреждения.

Генератор создает в подземном электрическом кабеле магнитное поле, которое используется для трассировки кабеля, измерения глубины залегания кабеля в грунте и определения места повреждения индукционным методом.

В алгоритме работы генератора, заложен принцип автоматического согласования с нагрузкой, методом резонансной компенсации индуктивной составляющей комплексного сопротивления кабеля. Генератор входит в состав индукционного поискового комплекта КП-5000 «КЕДР».

### 2 Условия эксплуатации

- температура окружающей среды, °С . . . . . от -30 до +40;
- относительная влажность воздуха  
при t = + 20°С, не более, % . . . . . 80;
- атмосферное давление, мм рт.ст. . . . . от 680 до 800;
- климатическое исполнение . . . . . УХЛ 3 по ГОСТ 15150.

### 3 Технические характеристики

- напряжение питания, В . . . . . 220±10%, 50Гц;
- потребляемая мощность, не более, кВт. . . . . 6;
- ток в нагрузке, А . . . . . от 0 до 40
- частота тока в нагрузке, Гц . . . . . 480, 1068, 9791;
- действующее напряжение холостого хода  
на выходе не более, В . . . . . 130;
- действующее напряжение на  
согласованной нагрузке не более, В . . . . . 500;
- максимальная активная выходная мощность, кВт . . . . . 4,8;
- максимальная полная выходная мощность, кВА . . . . . 20;
- форма выходного напряжения . . . . . синусоидальная;
- режим формирования  
выходного напряжения . . . . . постоянный/импульсный;

- режим работы:
  - автономный (используются встроенные органы управления и индикации);
  - дистанционный(от компьютера посредством оптического канала связи);
- время установления рабочего режима не более, сек. . . . . 15;
- продолжительность непрерывной работы . . . неограниченно;
- группа механического исполнения . . . М32 по ГОСТ 7516.1;
- габаритные размеры не более, мм . . . . . 480×480×180;
- масса не более, кг . . . . . 27.

#### **4 Комплект поставки**

- ГП-5000 "КЕДР" Э.НЛ.0170.01 – 1шт.;
- кабель сетевой Э.НЛ.0170.01.08 – 1шт;
- кабель выходной Э.НЛ.0170.01.07 – 1шт;
- руководство по эксплуатации Э.НЛ.0170.01 РЭ – 1шт.;
- упаковка Э.НЛ.0170.08 – 1шт. (только для автономного варианта исполнения).

#### **5 Варианты исполнения**

Генератор выпускается в двух вариантах исполнениях:

- ГП-5000 "КЕДР" Э.НЛ.0170.01 - 00 для использования в составе передвижной электротехнической лаборатории;
- ГП-5000 "КЕДР" Э.НЛ.0170.01 – 01 для автономного применения.

Генератор не является средством измерения и не подлежит поверке и аттестации.

## **6 Принцип работы**

Эффективность применения генератора в режимах трассировки и поиска повреждений, определяется силой синусоидального тока, протекающего по неисправному кабелю. Максимальный ток в кабеле обеспечивается автоматической компенсацией индуктивной составляющей сопротивления неисправного кабеля. Компенсация индуктивной составляющей кабеля проводится путем подбора емкости из набора встроенных конденсаторов. Набор конденсаторов с оптимально подобранной емкостью подключаются последовательно с индуктивностью кабеля. Полученная система, генератор и неисправный кабель образуют последовательный резонансный контур. И чем лучше выполняются условия последовательного резонанса для выбранной рабочей частоты, тем больше будет скомпенсирована индуктивная составляющая полного сопротивления неисправного кабеля. При выполнении условий последовательного резонанса, будет выполнена полная компенсация индуктивной составляющей и останется только омическая составляющая неисправного кабеля. Это позволит пропускать по кабелю ток до 40А (длина кабеля до 10 км при сопротивлении 0,3 Ом на 1 км).

Пропускание по кабелю больших токов облегчает процесс трассировки и поиск места повреждения кабеля. Кроме того, есть возможность дожить несформированные перемычки в местах повреждения кабеля.

Блок – схема генератора приведена на рисунке 1. Генератор состоит из источника питания, инвертора, фильтра L1,C1 с разделительным трансформатором Tr1, блока конденсаторов C2 ... C6 и реле KV1 ... KV6, микропроцессорного устройства с датчиками выходного тока и напряжения, панели индикации и управления.

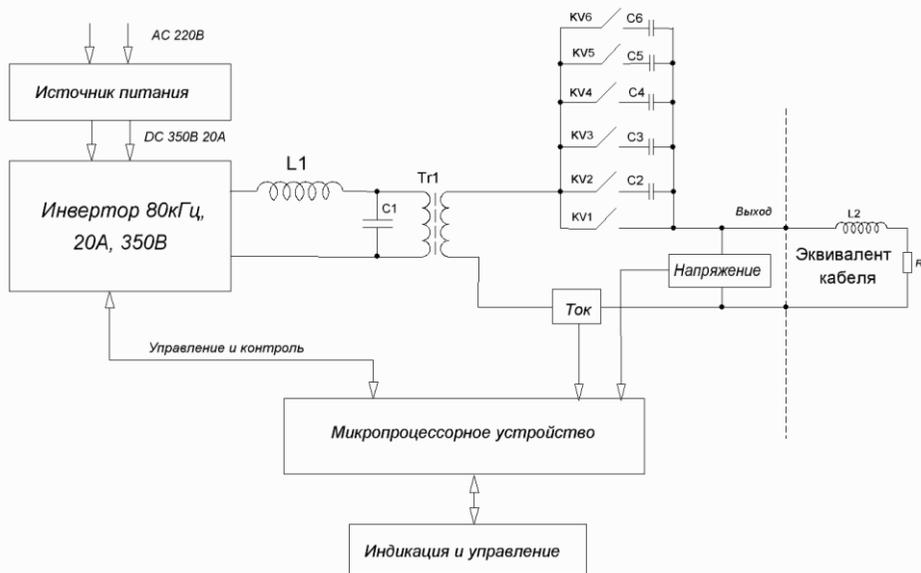


Рис 1. Блок – схема генератора

Источник питания содержит корректор формы потребляемого тока. Корректор позволяет исключить искажение формы тока питающей электрической сети. На выходе корректора формируется напряжение 350В с током до 20А. Инвертор работает на несущей частоте около 80кГц, которая модулируется одной из выбранных синусоидальных частот (480Гц, 1068Гц или 9791Гц). Частота и глубина модуляции формируется микропроцессором. Фильтр L1, C1 выделяет огибающую (рабочую частоту) из высокочастотного модулированного сигнала, которая подается на Tr1.

При включении генератора, если предварительно была установлена рабочая частота 480Гц или 1068Гц, проводится тестирование подключенного кабеля с целью определения его электрических параметров. На основании анализа измеренных параметров, процессор подбирает набор конденсаторов с оптимальной емкостью, образующий вместе с петлёй (жила – жила или жила – экран) кабеля последовательный резонансный контур, обеспечивающий наиболее близкий к последовательному резонансу режим. При разомкнутых контактах ре-

ле KV1, с помощью реле KV2 – KV6 подобранный набор конденсаторов включается последовательно с петлёй кабеля.

Сила тока в цепи зависит от суммарного сопротивления петли кабеля (омического и индуктивного), емкости конденсатора выбранного для компенсации индуктивной составляющей кабеля и выбранной рабочей частоты обеспечивающей близость к резонансу в последовательном контуре. Ток 40 А обеспечивается при сопротивлении петли кабеля не более 3 Ом.

При длине кабеля менее 500 м, индуктивность кабеля незначительна и согласование не требуется. В этом случае реле KV1 подключает выход трансформатора Тг1 к жиле кабеля напрямую, без подбора компенсирующего конденсатора.

Прямое подключение также производится, если сопротивление кабеля по результатам тестирования больше порогового значения  $R_p = 60$  Ом. Эта величина связана с пороговым значением тока  $I_p$ , который задается программно параметром П05 (см. раздел 9). По умолчанию  $I_p = 2$  А. Соответственно  $R_p = 120/I_p$ , вычисляется программно.

Если выбрана рабочая частота 9791 Гц, то сразу проводится прямое подключение, без предварительного тестирования.

При сопротивлении кабеля вместе с перемычкой от 0,1 Ом до 60 Ом, ток в линии определяется выражением:

$$I = U_{\text{вых}} / (R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2)^{0,5} \quad (1)$$

Если в результате выбора рабочей частоты и автоматического подбора емкости конденсатора удастся добиться выполнения условий последовательного резонанса то формула (1) примет вид:

$$I = U_{\text{вых}} / R, \text{ где} \quad (2)$$

Это условие получения максимального тока в кабеле.

$U_{\text{вых}} = 120$ В напряжение на выходе генератора;

R – Омическое сопротивление кабеля и перемычки.

L – индуктивность кабеля;

C – емкость компенсирующего конденсатора;

$\omega = 2\pi f$ , f - рабочая частота.

Длина кабеля в зависимости от типа может быть более 15 км.

## 7 Органы индикации и управления

Органы индикации и управления расположены на передней панели и приведены на рисунке 2.

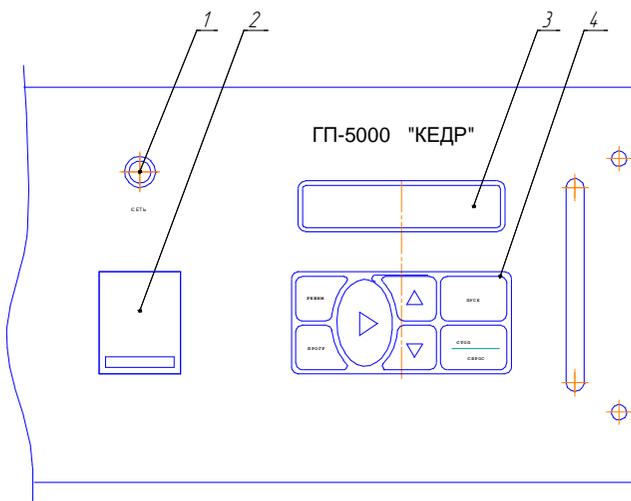


Рис. 2 Органы индикации и управления

- 1 – Индикатор включения напряжения питания генератора;
- 2 – Автомат включения напряжения питания генератора;
- 3 – Цифровой дисплей;
- 4 – Пленочная клавиатура.

На рисунке 3 приведена клавиатура и определено назначение кнопок.

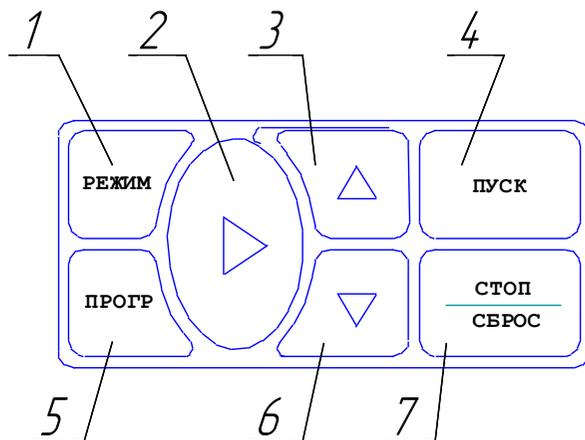


Рис. 3 Клавиатура

Назначение кнопок на клавиатуре:

1 – кнопка «РЕЖИМ» - предназначена для выбора режима работы;

Доступные режимы работы:

- задание тока;
- задание частоты;
- выбор постоянного или импульсного режима работы генератора;
- контроль текущего значения тока и напряжения;
- индикация сопротивления кабеля;
- контроль мощности в нагрузке;
- контроль температуры радиаторов.

2 – кнопка «СДВИГ» - предназначена для выбора параметра на текущем экране;

3, 6 – кнопки «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» - предназначены для увеличения и уменьшения значения выбранного параметра на текущем экране;

4 – кнопка «ПУСК» - предназначена для включения заданного режима работы генератора;

5 – кнопка «ПРОГР» – предназначена для выбора режима перепрограммирования установленных по умолчанию параметров генератора и просмотра установленных значений.

7 – кнопка «СТОП/СБРОС» - предназначена для остановки работы генератора и сброса сработавшей защиты.

### **8 Использование по назначению**

8.1 Подключите внешнюю шину заземления к клемме корпус на задней панели генератора. К вилок «ВЫХОД» и «СЕТЬ» на задней панели генератора подключите кабели из комплекта поставки. Подключите клипсы кабеля «ВЫХОД» к неисправному кабелю. Полярность подключения клипс произвольная. Вилку кабеля «СЕТЬ» подключите к розетке 220 В, 50 Гц.

8.2 Автомат «СЕТЬ» на передней панели генератора переведите в положение - включено. Проконтролируйте включение одноименного индикатора. На табло кратковременно высвечивается название прибора, заводской номер, номер версии программы и дата записи программного обеспечения.

8.3 Через одну, две секунды на табло высвечивается набор параметров установленных программно по умолчанию:



Рис.4 Параметры, установленные по умолчанию при включении генератора

В верхней строке индицируется заданное значение выходного тока и выбранная рабочая частота. В нижней строке индицируется текущие значения выходного тока, выходного напряжения и режим работы генератора. Значение тока, частоты и режим работы устанавливаются оператором. Параметр, высвечиваемый в импульсном режиме, является активным в данный момент и может быть изменен оператором.

Для выбора параметра используется кнопка «СДВИГ». Для изменения величины выбранного параметра используются кнопки «ВВЕРХ» или «ВНИЗ». Рабочая частота может быть изменена, если генератор нахо-

дится в режиме «СТОП». Величину тока и режим работы можно изменять и при работающем генераторе.

Значение тока можно задавать в диапазоне от 0 до 40А. Рабочую частоту можно задать из ряда: 480Гц, 1068Гц, 9791Гц. Заданные значения частоты и режим работы запоминаются и при повторном включении генератора отображаются на табло. Заданное значение тока не запоминается и при повторном включении генератора устанавливается в ноль, если это значение не определено оператором принудительно в пользовательском меню.

8.4 При первом нажатии кнопки «РЕЖИМ» на табло выводятся значения активного сопротивления нагрузки и активной мощности на выходе прибора:



Рис.5 информация на табло после первого нажатия кнопки «РЕЖИМ»

8.5 При нажатии кнопки «ВНИЗ» или «ВВЕРХ» на табло выводится температура радиаторов инвертора, корректора и выходного трансформатора:



Рис.6 индикация температуры радиатора инвертора, корректора и выходного трансформатора

При повторном нажатии кнопки «ВНИЗ» или «ВВЕРХ» происходит возврат к информации согласно рис.5.

8.6 При повторном нажатии кнопки «РЕЖИМ» индикация на табло вернется к исходному состоянию согласно рис.4.

8.7 Переключение слайдов показанных на рисунках 4, 5 и 6, а также изменение величины тока, выбор режима работы можно выполнять независимо от режима работы генератора.

8.8 Для запуска генератора с установленными параметрами нажмите кнопку «ПУСК». Включаются вентиляторы охлаждения силовых элементов и выходного трансформатора. Если задана рабочая частота 480Гц или 1068Гц, производится тестирование линии. Подключается необходимый набор конденсаторов, суммарная емкость которых обеспечивает максимально возможную близость к последовательному резонансу. Если оптимальное согласование невозможно, производится прямое подключение. При частоте 9791 Гц тестирование не производится, а сразу выполняется прямое подключение выхода генератора к нагрузке. Генератор плавно увеличивает выходной ток до заданного значения, с учетом ограничения по выходной мощности. Если при выходе на заданный режим выходной ток или напряжение достигнет предельно допустимого значения, рост мощности прекратится, а генератор продолжит работу.

8.9 Для завершения работы нажмите кнопку «СТОП». На табло высвечивается картинка п. 8.3, рис.4 с ранее установленными параметрами. С выхода генератора снимается напряжение, проверяемый кабель обесточивается. Вентиляторы продолжают работать, для быстрого снижения температуры радиаторов и выходного трансформатора. Рекомендуется оставить генератор в таком состоянии на (10 – 15) мин.

8.10 Если повторно нажать кнопку «СТОП». Вентиляторы выключаются, генератор перейдет в исходный режим и готов к работе.

8.11 Для повторного запуска генератора вновь нажмите кнопку «ПУСК».

8.12 Для полного выключения генератора автомат сетевого питания переведите в положение выключено.

### **9 Параметры программируемые пользователем**

При каждом конкретном случае поиска неисправности кабеля пользователь имеет возможность изменять режим работы и технические параметры генератора для более полного использования его технических возможностей.

Для изменения параметров установленных на предприятии изготовителе предусмотрен режим – «Программирование». Вход в этот режим обеспечивается при нажатии кнопки «ПРОГР». На дисплее

отображается слайд рис.7. В верхней строке порядковый номер параметра - П01 и его значение. В нижней строке указано название выбранного параметра.

Мигание номера параметра дает возможность выбрать параметр с другим номером. Для этого используйте кнопки «ВВЕРХ» и «ВНИЗ». Чтобы подтвердить выбранный параметр нажмите кнопку «ПРОГР». Начнет мигать значение выбранного параметра. Изменение значения параметра проводится поразрядно кнопками «ВВЕРХ» и «ВНИЗ». Выбор разряда проводится кнопкой «СДВИГ». После ввода нужного значения параметра, еще раз нажмите кнопку «ПРОГР» и установленное значение параметра сохранится в памяти генератора. Номер параметра снова начнет мигать, сигнализируя о возможности перехода к следующему номеру.

Для выхода из режима программирования нажмите кнопку «СТОП» или «РЕЖИМ». Все вновь установленные значения параметров записываются в память генератора.

Параметры генератора, которые может изменять пользователь в режиме «Программирование»:

**П01** – максимально допустимая мощность на выходе генератора. Значение мощности, при которой происходит ограничение выходного тока:



Рис. 7 П01 – Максимальная мощность генератора.

Диапазон возможных значений (1000-4600)Вт, шаг изменения 1Вт. По умолчанию установлено значение 4600Вт. Это максимально допустимое значение.

При питании генератора от маломощного бензоагрегата или от сети переменного тока недостаточной мощности, во избежание их перегрузки, параметр П01 следует изменить в сторону уменьшения.

Например, если используется бензоагрегат мощностью 4 кВт, рекомендуется установить значение параметра П01  $\leq 3$ кВт.

**П02** – ток тестирования линии. Это ток, при котором происходит измерение параметров линии:

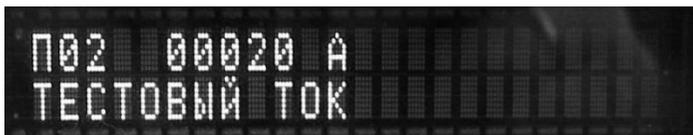


Рис.8 П02 – ток тестирования линии

Диапазон возможных значений (1-20)А, шаг изменения 1А. По умолчанию установлено значение 10А.

Необходимо помнить, что при большом сопротивлении кабеля, как тестовый ток, так и рабочий ток, не достигнут заданного значения.

**П03** – время в течение, которого ток заданной частоты выдается в проверяемый кабель. Параметр актуален при работе генератора в импульсном режиме:



Рис.9 Время выдачи тока заданной частоты

Диапазон возможных значений (0,1-10,0)с, шаг изменения 0.1с. По умолчанию установлено значение 1,0 с.

**П04** – время в течение, которого заданный ток не выдается в проверяемый кабель. Параметр актуален при работе генератора в импульсном режиме:



Рис.10 Время паузы выдачи тока заданной частоты

Диапазон возможных значений (0,1-10,0)с, шаг изменения 0,1с.  
По умолчанию установлено значение 1,0 с.

**П05** – пороговое значение тестового тока:



Рис11 Пороговое значение тестового тока в линии

Диапазон возможных значений (1,0-4,0)А, шаг изменения 0,1А.  
По умолчанию установлено значение 2,0А.

Если при тестировании кабеля, ток оказывается ниже установленного значения, то достоверное определение параметров кабеля считается невозможным. И схема управления подключает выход генератора напрямую к проверяемому кабелю.

**П06** – установка параметров генератора выполненных на предприятии изготовителе:



Рис. 12 Установка исходных параметров генератора

Параметру П06 присвойте значение 00001. Нажмите кнопку «ПРОГР» и все параметры установленные потребителем будут заменены на исходные значения. А параметру П06 вновь будет присвоено значение 00000.

**П16** – принудительная установка значения тока задания при включении генератора:

- если параметру П16 присвоено значение 00000, как показано на рисунке 13, то при включении генератора будет установлено нулевое значение тока задания;



Рис. 13 Значение тока задания не сохраняется

- если параметру П16 присвоено значение 00001, как показано на рисунке 14, то при включении генератора будет автоматически установлено последнее использованное значение тока задания.



Рис. 14 Значение тока задания сохраняется

После установки нужного значения параметра П16 нажмите кнопку «ПРОГР» и выбранный режим будет занесен в память генератора. Установленный режим может быть сброшен в П06 или изменен в П16.

### 10 Техническое обслуживание

В процессе эксплуатации необходимо следить за чистотой передней панели. За состоянием вентиляторов, при появлении посторонних звуков, вибрации или останова одного из них, вентилятор следует заменить. В случае, какого либо отказа, на табло генератора высветится возможная причина неисправности. Генератор следует выключить. Повторно включить через (3 - 5) минут и при появлении на табло информации о неисправности генератор выключить и направить в ремонт на предприятие изготовитель или в специализированное ремонтное предприятие. Ремонт генератора выполняется в соответствии с гарантийными и пост гарантийными обязательствами предприятия изготовителя.

### 11 Защита при аварийных ситуациях

Плата процессора осуществляет всесторонний контроль состояния всех узлов и блоков генератора. Для предотвращения аварийных ситуаций, предусмотрен широкий ряд защит. При срабатывании защиты выход генератора обесточивается. На табло генератора выдается текстовая информация о сработавшей защите и ее цифровой код.

Например, если сработала защита превышения уставки по температуре (код 21). Длительная работа генератора на максимальной мощности при предельно высоком значении температуры окружающей среды. Генератор необходимо выключить и после остывания радиаторов работа генератора может быть возобновлена. Для других типов защит, если при повторном включении генератора защита срабатывает вновь, необходимо выключить генератор и направить в ремонт на завод изготовитель.

### **12 Маркировка**

Маркировка генератора нанесена на шильдик. Шильдик расположен на задней панели генератора, и содержит следующие сведения:

- наименование генератора;
- заводской номер;
- товарный знак предприятия – изготовителя;
- дату выпуска;
- массу изделия;
- отметку «Сделано в России».

### **13 Хранение**

Хранение генератора в упаковке изготовителя должно осуществляться на закрытых складах, обеспечивающих защиту от влияния влаги, солнечной радиации, вредных испарений и плесени, при температуре от минус 30 до плюс 40°C.

### **14 Транспортирование**

14.1 Транспортирование генератора в упаковке предприятия-изготовителя может быть произведено любым видом транспорта в закрытых отсеках.

14.2 Значения климатических и механических воздействий при транспортировании:

- температура от минус 50 до плюс 50°C;
- относительная влажность до 93 % при температуре 40°C;
- воздействие механических ударов со следующими предельными характеристиками:

- 1) пиковое ударное ускорение  $98 \text{ м/с}^2$ ;
- 2) длительность ударного импульса - 16 мс;

14.3 Расстановка и крепление в транспортных средствах ящиков с генераторами должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения ящиков и удары их друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

14.4 Указания предупредительной маркировки на таре должны выполняться на всех этапах следования по пути от грузоотправителя до грузополучателя.

### **15 Утилизация**

В составе генератора использован припой содержащий свинец. При утилизации генератора следует пользоваться соответствующими правилами и инструкциями.

Адрес предприятия - изготовителя:  
249031, Российская Федерация,  
г. Обнинск, Калужская обл., улица Красных зорь, 34  
ЗАО "ОбнинскЭнергоТех"