



# Устройство ультразвуковой очистки теплообменного и технологического оборудования

## УУЗ-2,2мк

(устройство ультразвуковое 2-х канальное  
микроконтроллерное управление)

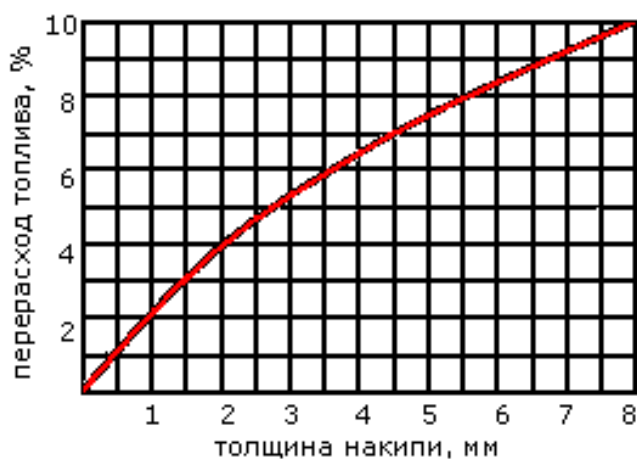
г. Луганск 2020г.



<u>Содержание</u>	<u>стр.</u>
1. Назначение прибора	2
2. Технические характеристики	3
3. Устройство прибора	3
4. Включение и настройка.	5
5. Монтаж.	6
6. Оптимальное размещение преобразователей	8
7. Возможные неисправности и способы их устранения	10
8. Свидетельство о приемке	11
9. Гарантийные обязательства	11

## 1. Назначение прибора

Устройство предназначено для очистки технологических агрегатов ультразвуковым методом, который заключается в обработке теплоносителя и стенок теплоагрегата циклическими импульсами мощных механических колебаний ультразвуковой частоты. Это позволяет замедлить или предотвратить рост накипи и даже удалить ранее образовавшуюся накипь на теплообменном оборудовании, что приводит к улучшению теплоотдачи и соответственно позволяет наряду с экономией энергоносителя увеличить срок службы термонапряженных узлов теплоагрегатов. Приборы также эффективно применяются и в химической промышленности, на кристаллизаторах в процессе производства адипиновой, натриевой, калиевой кислоты и аммиачной селитры, эффективно устраняя отложения с внутренних поверхностей кристаллизаторов.



Слева показан график зависимости перерасхода топлива котла от величины накипи. Накипь приводит к значительному перерасходу топлива, и, соответственно, к снижению КПД котельных установок. Так, при наличии накипи толщиной всего 1мм котел перерасходует, в среднем, 2...3% топлива, 4...5 мм приводят к потерям топлива до 8...10% и т.д. С ростом потребления топлива увеличивается и количество вредных выбросов в атмосферу.

В тяжелых случаях, в воде с жесткостью более чем 10 мг-экв/литр, применение приборов ультразвуковой очистки увеличивает срок службы теплообменников не менее чем в три-четыре раза, при жесткости воды менее 8 мг-экв/литр срок службы между чистками увеличивается в 5..8 раз. В котлах и теплообменниках, где за год образуется не более 3 мм отложений о проблемах с накипью можно забыть. Кроме того, внедрение этих приборов позволяет:

- Применять эффективные пластинчатые теплообменники на жесткой воде
- Использовать теплообменники с меньшей площадью теплообменной поверхности
- Обеспечить нормальную работу теплообменников без значительных отложений, в случае неудовлетворительной водоподготовки

Аппарат состоит из 2х-канального ультразвукового генератора и 2-х ультразвуковых пьезокерамических преобразователей (излучателей). Генератор вырабатывает электрические импульсы частотой 14-20 кГц, передающиеся в излучатели, где преобразуются в импульсы механических колебаний ультразвуковой частоты, которые через монтажные переходники передаются в теплоагрегат. Конструктивно генератор выполнен в виде настенного блока, соединенного кабелями излучателями, установленными на технологическом агрегате.

## 2. Технические характеристики

Прибор УУЗ-2.2мк-1 (2,3) имеет следующие технические данные:

- питание от сети 220 В, 50-60 Гц\*
- потребляемая электрическая мощность – 350 Вт
- частота посылок электрических импульсов – 5 Гц
- тип преобразователей – пьезокерамический, импульсной мощностью 2000 Вт
- амплитуда колебаний торца преобразователя под нагрузкой – не менее 9 мкм
- длительность импульса – 20 мс
- собственная частота колебаний сердечников преобразователей 14-20 кГц
- комплектность прибора – 1 генератор, 2 излучателя, 2 соединительных кабеля, 4 монтажных переходника, ключ корпуса, инструкция по эксплуатации
- размеры генератора – 410 x 230 x 65 мм, вес – 3 кг, излучатели - 120 x 215мм, вес - 3кг.
- режим работы – непрерывный

## 3. Устройство прибора

Функционально устройство состоит из блока генераторов и 2-х пьезокерамических преобразователей (излучателей). Блок генераторов состоит из блока питания и 2-х одинаковых каналов генераторов, с выхода которых импульсы подаются на пьезокерамические преобразователи.

### Органы управления:



- 1 - тумблер питания
- 2 - стрелочный индикатор уровня резонанса
- 3 - двухстрочный ЖК индикатор
- 4 - переключатель "ручной" - "автомат"
- 5 - настройка частоты генератора
- 6 - замок прибора
- 7 - разъемы подключения излучателей

После включения, в зависимости от положения переключателя 6 генераторы начинают работать либо в ручном, либо в автоматическом режиме. При этом в верхней строке выводится режим работы генератора, в нижней - текущая частота генератора.



1. индикация ручного режима
2. режим автопоиска резонанса
3. режим нормальной работы

**Работа в ручном режиме:** при переводе генератора в режим настройки резонанса вручную переводом тумблера 6 вниз, необходимо подстройкой частоты ручкой 7 добиться максимальных показаний стрелочных индикаторов 1. В этом режиме отображаются сообщения на фиг. 1. При работе в этом режиме необходимо помнить, что с течением времени и условий работы (температура, давление к котле, процесс старения и т.д.) изменяются резонансные свойства излучателей, поэтому необходимо следить за оптимальной настройкой генератора, проверяя ее раз в 3-4 дня или чаще, в зависимости от величины и скорости изменения внешней среды. Без этого генераторы будут работать не на резонансной частоте, где отдача излучателей значительно меньше, и чем больше расстройка от частоты резонанса, тем больше падение эффективности работы всего прибора, например при расстройке в 1кГц падение эффективности может достигать 3-6 раз. Для исключения этого явления и предназначен режим работы в автоматическом режиме.

**Работа в автоматическом режиме (основной режим):** при включении прибора в автоматическом режиме (или перевод его в этот режим во включенном состоянии тумблером 4) происходит следующее: контроллер начинает сканировать частоту от нижней 14 кГц до верхней 20 кГц, запоминая частоты максимальных резонансов, (их бывает несколько). Эта процедура занимает 1 мин, при этом отображается сообщение на рис.2. После вычисляется частота максимального резонанса, и контроллер переходит в режим нормальной работы и отслеживания резонанса. Отслеживание резонанса происходит следующим образом - при переходе в режим "работа" контроллер периодически незначительно (на 20-30) Гц изменяет частоту генератора, измеряя уровень резонансных колебаний, и как только уровень резонанса начинает уменьшаться, контроллер изменяет знак изменения частоты, и так до следующего уменьшения уровня резонанса. Таким образом, генератор работает на частоте резонанса, показания частоты при этом незначительно и постоянно меняются (девиация 20-30 Гц). В этом режиме отображаются сообщения на рис.3. Автоматический режим работы имеет 2 подрежима - с периодическим пересканированием (автопоиском) каждые 18 часов частоты резонанса излучателя, и без пересканирования. Режим с пересканированием обеспечивает лучшую настройку излучателя на резонансную частоту, т.к. с течением времени и изменением внешних условий, резонансная характеристика излучателя может измениться, и появиться более ярко выраженный резонанс на другой частоте. В этом случае генератор, работая в режиме без пересканирования, может остаться на том резонансе (частоте), который стал менее выраженным и менее эффективным в работе излучателя. В случае работы в режиме пересканирования, когда условия работы излучателя не изменились, после пересканирования генератор вернется на прежнюю частоту наиболее выраженного резонанса.



Работа в режиме пересканирования сопровождается отображением символов «ас» (авто сброс каждые 18 часов), на дисплее после слова "работа". В режиме работы без пересканирования (автосброса) этих символов нет. По умолчанию в генераторе используется режим с автосбросом. Переключение этих режимов осуществляется внутри прибора на плате генератора, специальным технологическим переключателем.

Прибор имеет стабилизацию тока (мощности) излучателей, предотвращая их работу как в режиме чрезмерно большой мощности и соответственно перегрева излучателей, так и в режиме пониженной мощности, стабилизируя мощность излучателей на оптимальном уровне вне зависимости от изменения внешних условий, напряжения питания и т.д. Визуально контроль нормальной работы излучателей осуществляется стрелочным индикатором резонанса, стрелка которого при этом должна находиться в зеленой зоне.

Дополнительные сообщения дисплея:

- «нет резонанса» - если контроллер после 3-х проходов поиска резонанса его не обнаруживает. Это свидетельствует об обрыве кабеля подключения излучателя.

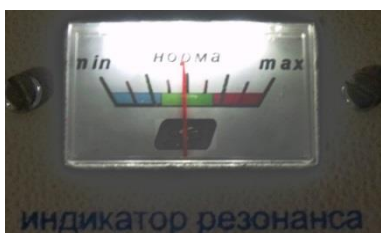
- «КЗ излучателя» - если сработала система защиты от КЗ (короткого замыкания) в кабеле подключения излучателя. В этом случае надо отключить прибор и проверить кабель на наличие КЗ.

- «Ослабла затяжка излучателя» - если сработала защита от ослабления момента затяжки излучателя, при этом дополнительно звучит звуковой сигнал. Излучатель затянуть и перезапустить генератор.

## 5. Включение и настройка.

Включение прибора осуществляется нажатием тумблера 1 «сеть». При этом на дисплее выводится начальная информация, излучатели начинают издавать характерный металлический щелкающий звук с частотой 5 Гц, и микроконтроллер начинает автоматический поиск наиболее оптимальной резонансной частоты излучателя. При этом, в процессе поиска резонансной частоты в течении 1 мин, характер звука излучателей меняется. После определения резонансной частоты и перехода в режим «работа», характер звука излучателей значительно не меняется. Показания стрелочного индикатора резонанса должны находиться при этом в зеленой зоне, примерно посередине. Увеличение показаний в красную зону обычно свидетельствует о начале отворачивания излучателя, в этом случае надо немедленно проверить затяжку излучателя, и в случае отворачивания подтянуть. Также об этом свидетельствует увеличение громкости работы излучателя, и изменение характера звука с глухого на более громкий и звонкий.

Для получения наиболее эффективной работы в режиме ручной настройки необходимо при помощи стрелочного индикатора произвести настройку частоты генератора в резонанс с собственной частотой механического резонанса излучателя. Переключение в ручной режим производится переключением тумблера 4 вниз. Для этого производится подстройка частоты каждого канала генератора вращением ручки 5 «частота», с целью получения максимальной амплитуды колебаний излучателей. При этом индикация резонанса осуществляется стрелочными индикаторами, настройкой частоты необходимо их вывести на максимальные показания. Следует помнить, что настройку генераторов в ручном режиме нужно периодически проверять, и при необходимости корректировать.



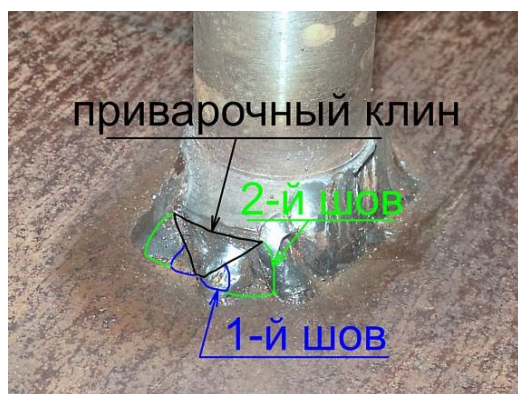
!!! В течении всего времени работы прибора условия окружающей среды, параметры излучателей и самих генераторов меняются, что вызывает значительный уход от оптимальной резонансной частоты генератора. Поэтому, по возможности всегда нужно использовать режим автоматической настройки на резонансную частоту. Режим ручной настройки резонанса предусмотрен в качестве вспомогательного, если по каким-то причинам невозможно использовать режим автоматической настройки (например вышел из строя микроконтроллер, в этом случае можно продолжить работу в ручном режиме до замены или ремонта прибора).



## 6. Монтаж.



Монтаж на теплообменных установках заключается в приварке входящих в комплект монтажных переходников, и прикручивании к переходнику излучателя. Операция приварки ответственная, и должна быть выполнена максимально тщательно, квалифицированным сварщиком. Если предполагается горизонтальная установка излучателя, то переходник приваривается с вертикальным расположением приварочного клина переходника, для снижения нагрузки на сварочный шов от веса излучателя. В случае вертикального расположения излучателя ориентация переходника значения не имеет.



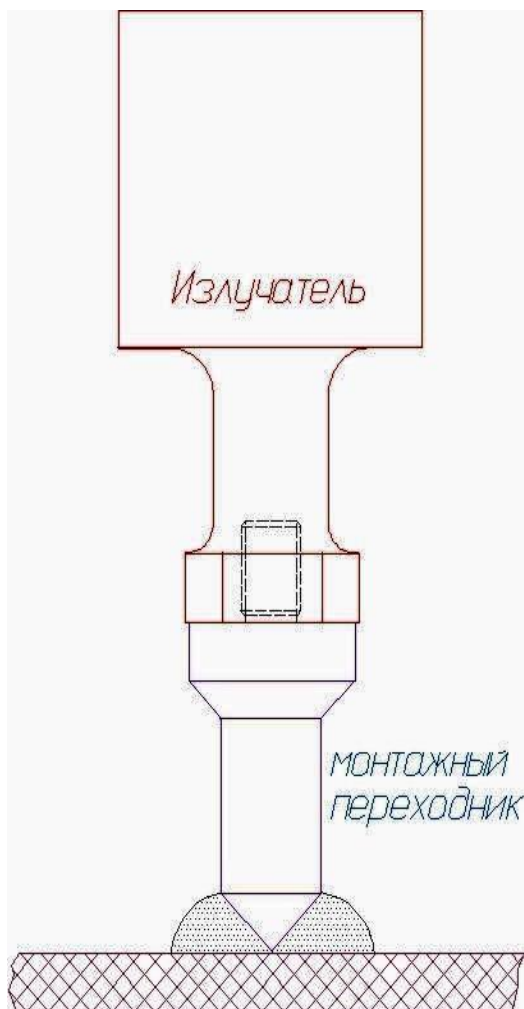
Сварка осуществляется электродами УОНИ (13-55, 13-65), в 2 этапа. Вначале приваривается острие приварочного клина с обеих сторон, валиком 4-5мм, с контролем отсутствия каверн, трещин и т.д. Эта самая важная часть, ибо основная часть ультразвуковой энергии передается в этой центральной части, и наличие трещин с течением времени приведет к их расширению и отрыву переходника от нагрузки. После проверки качества первого шва наносится второй до окончательного заполнения металлом пространства между клином и поверхностью объекта.



Переходники можно устанавливать в произвольном положении от 45 до 90° относительно устанавливаемой поверхности, следует лишь заранее убедиться, что после приварки переходника ничто не будет мешать установке излучателя на него.

Надо помнить, что на торце преобразователя действуют очень большие знакопеременные усилия ультразвуковой частоты, поэтому излучатель надо прикручивать к приваренному переходнику с усилием 15-20кг\*м в два этапа:

1 - навернуть излучатель к приваренному переходнику и затянуть ключом на 46 с усилием 15-20кг\*м (т.е. усилие на конце рычага ключа длиной 0,5м, при помощи которого заворачивается излучатель, должно быть 30-40кг.)



2 - подключить излучатели к генератору, генератор к питающей сети, и включить его, используя режим «авто». После включения прибора в работу и настройки каналов прибора на резонансную частоту излучателей, т.е. после перехода в режим «работа», повторить затяжку излучателя с тем же усилием, при работающем генераторе. После настройки прибора на резонанс, и переходе в режим «работа», стрелка стрелочного индикатора должна находиться примерно посередине зеленого сектора. Это нормальный режим работы. Первые несколько дней после установки и включения прибора в работу надо периодически проверять затяжку излучателей. Начало откручивания излучателя характеризуется 3-мя признаками:

1 - снижение частоты генератора более 200 Гц.

2 - увеличение громкости работы излучателя.

3 - увеличение показаний стрелочного индикатора.

Переход к концу зеленой или началу красной зоны, свидетельствует о возможном ослаблении затяжки излучателя. В этих случаях надо проверить затяжку излучателя и при необходимости подтянуть, прибор для этого отключать не надо, наоборот, работа прибора при

затяжке излучателя способствует более плотной затяжке. Если пропустить самопроизвольное ослабление затяжки излучателя, то после отворачивания излучателя более чем примерно на  $10-15^\circ$  сработает защита от откручивания, и соответствующий канал генератора отключится. При этом включится оповещающий звуковой сигнал зуммера, и на экран дисплея соответствующего канала будет выведена соответствующая мигающая надпись. В этом случае излучатель надо подтянуть, включить генератор двойным переключением тумблера 4 «авто-ручное» вниз-вверх, и после настройки генератора на резонанс (переход в режим «работа») повторить затяжку.

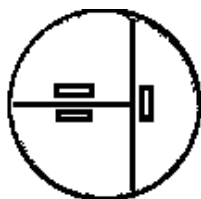
Монтаж генератора производится в наиболее удобном и защищенном от внешних воздействий месте, подводится питание. Подводка напряжения питания (220В, 50 Гц) проводится с заземлением земляной клеммы розетки «евро». Заземление генератора осуществляется также при помощи заземляющей шины, для этого на корпусе прибора имеется заземляющий винт, к которому необходимо подключить заземляющую шину.

Генератор устанавливается на горизонтальной или вертикальной поверхности в положении, удобным для обслуживания, с температурой окружающего воздуха от  $+5$  до  $+40^\circ\text{C}$ . Вариант генератора с 2-мя дополнительными вентиляторами охлаждения допускает работу генератора при температуре окружающей среды до  $+60^\circ\text{C}$ .

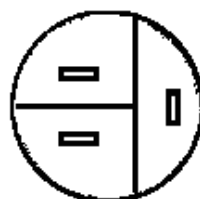
Подключение излучателей к генератору осуществляется посредством разъемов типа «Speakon», расположенных снизу корпуса генератора, возле которых имеются надписи «к излучателям». Для этого нужно вставить до упора соответствующую часть разъема в гнездо и провернуть на  $1/5$  оборота вправо до щелчка фиксатора. Для снятия нужно оттянуть пластину фиксатора на разьеме вниз, провернуть разъем влево на  $1/5$  оборота до упора и вынуть из гнезда.

## 7. Оптимальное размещение преобразователей

Общие принципы размещения - место установки преобразователей выбирается наиболее приближенным к теплонапряженным точкам, где происходит самое интенсивное образование накипи, и воздействие на которые обеспечит оптимальное распределение ультразвуковой энергии по теплообменной поверхности, давая наибольший эффект. При этом, принцип выбора точек приварки преобразователей заключается в том что преобразователи должны монтироваться на элементах, объединяющих пучки и экраны труб - т.е. барабанах, коллекторах, трубных решетках и т.д, при этом максимально далеко от внешних и внутренних ребер жесткости, способных поглотить большую часть ультразвуковой энергии.

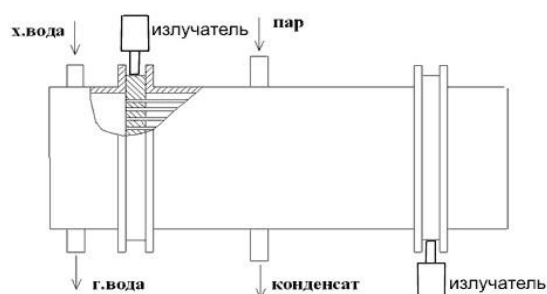
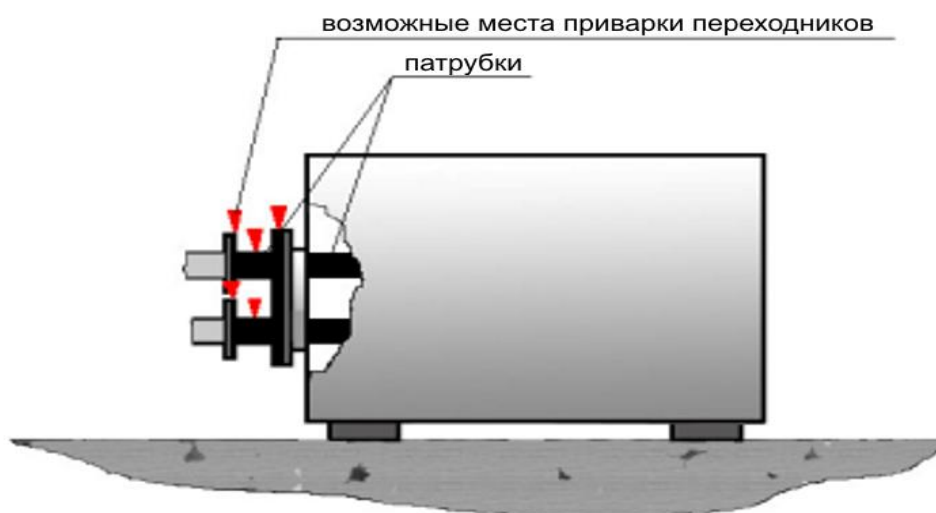


неправильно



правильно

Примеры установки излучателей на теплообменниках бойлерного типа



При многоходовом исполнении излучатели устанавливаются на крышках водяных камер.



Генератор устанавливается на горизонтальной или вертикальной поверхности в положении, удобным для обслуживания, с температурой окружающего воздуха от +5 до +40°C. Подключение излучателей к генератору осуществляется посредством разъемов типа «Sreakon», расположенных снизу корпуса генератора, сверху которых имеются надписи «к излучателям». Для этого нужно вставить до упора соответствующую часть разъема в гнездо и повернуть на 1/5 оборота вправо до щелчка фиксатора. Для снятия нужно оттянуть пластину фиксатора на разъеме вниз, повернуть разъем влево на 1/5 оборота до упора и вынуть из гнезда.



Комплект ультразвуковой  
очистки УУЗ-2,2мк-1:

Генератор 2-х канальный (вверху),  
2 пьезокерамических излучателя,  
2 соединительных кабеля,  
4 монтажных переходника (справа)

## 7. Возможные неисправности и способы их устранения

Описание неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
Не горит подсветка сетевого выключателя, прибор не включается	Перегорели сетевые предохранители возле ввода сетевого кабеля	Заменить предохранители, при повторном выходе из строя прибор нуждается в ремонте
Прибор включается, но нет подачи импульсов в одном из каналов	Перегорание питающего предохранителя на плате генератора	Открыть генератор и заменить предохранитель на соответствующей плате генератора
Отключился канал, слышен звук зуммера, на дисплее мигающая надпись «проверьте затяжку»	Открутился излучатель	Затянуть излучатель, включить генератор и повторить затяжку
Постоянно при включении на дисплее индицируется надпись «КЗ излучателя»	1. Срабатывание от КЗ в кабеле излучателя.	Отключить кабель от генератора и излучателя и тщательно проверить его на наличие КЗ.
	2. КЗ. в самом излучателе.	Отсоединить кабель от излучателя и проверить его. Емкость должна быть в пределах 18-24нФ, сопротивление – больше 50 Мом. Если есть КЗ разобрать и устранить
Появляется надпись «нет резонанса», стрелка индикатора не отклоняется	1. Обрыв кабеля, питающего излучатель.	Отключить кабель от генератора и излучателя и проверить на обрыв кабель и подключающие разъемы
	2. Обрыв кабеля внутри излучателя	Проверить емкость излучателя. Если меньше 10нФ то излучатель разобрать и проверить контакт на выводах пластин излучателя

**!!! при проверке излучателя разрядите его емкость, там может сохраняться высокое напряжение!**

## 8. Свидетельство о приемке

Устройство ультразвуковое УУЗ-2.2мк(индекс соответствующий типу излучателя), заводской номер № \_\_\_\_\_, соответствует техническим условиям ТУ \_\_\_\_\_ и признано годным к эксплуатации.

Дата изготовления: \_\_\_\_\_

М.П.

Начальник ОТК: \_\_\_\_\_

## 9. Гарантийные обязательства

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие устройства ультразвукового УУЗ-2.2мк техническим условиям ТУ \_\_\_\_\_ при соблюдении правил и порядка работы с ним.

Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца со дня ввода в эксплуатацию, при фактическом сроке эксплуатации не менее 5 лет. При отсутствии даты приёма и ввода в эксплуатацию гарантийный срок исчисляется со дня выпуска прибора. Рекламации на установленное устройство в течении гарантийного срока, направляются по:

тел. \_\_\_\_\_

эл. почта: \_\_\_\_\_

Гарантия не распространяется на случаи, если:

- прибор имеет следы механических повреждений
- неисправность вызвана попаданием внутрь посторонних предметов
- неисправность вызвана попаданием внутрь жидкости

Дата приемки	
Принял	

Изготовитель – ООО «Ультразвук-Украина» г. Киев.

Разработчик- лаборатория электроники - «SK Sound Electronics»,

<http://nakiynet.org.ua>