

# МЕТОДИКА

## поиска утечек на тепловых сетях с применением приборного комплекса К-10/А-10

г. Киев. 2000г.

### СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Состав и технические характеристики приборного комплекса.....	4
2. Рекомендуемая общая последовательность действий при поиске утечек .....	10
2.1. Анализ исходных данных об обследуемом участке трубопровода.....	10
2.2. Анализ характера и уровня шумов на трубах в теплокамерах...	11
2.3. Определение координат утечек корреляционным способом.....	12
2.4. Уточнение координат утечки с помощью акустического течеискателя.....	13
2. Приемы работы с течеискателями.....	14
3.1. Приемы работы с акустическим течеискателем А-10.....	14
3.1.1. Особенности применения течеискателя А-10.....	14
3.1.2. Определение положения утечки теплосети по максимуму виброакустического шума на грунте над трубопроводом.....	15
3.1.3. Проведение замеров уровня вибросигналов в теплокамерах с целью локализации участка и трубопровода с утечкой .....	17
3.2. Приемы работы с корреляционным течеискателем К-10.2.....	17
3.2.1. Особенности применения течеискателя К-10.....	17
3.2.2. Порядок развертывания течеискателя К-10.....	18
3.2.3. Установка и отключение радиосвязи.....	19
3.2.4. Передача речевых сообщений.....	20
3.2.5. Включение КП.....	20
3.2.6. Ввод исходных данных трубопроводов.....	21
3.2.7. Запись вибросигналов.....	23
3.2.8. Корреляционная обработка вибросигналов.....	24
3.2.9. Вторичная обработка корреляционных функций.....	25
3.2.10. Воспроизведение записей.....	25
3.2.11. Порядок свертывания течеискателя К-10.....	25
3.2.12. Меры по уменьшению энергопотребления.....	27
3. Описание конкретных примеров поиска утечек.....	28
5. Заряд аккумуляторов.....	38
5.1. Заряд аккумулятора СБ течеискателя К-10.....	39
5.2. Заряд аккумуляторов ВРБ течеискателя К-10 .....	40
5.3. Заряд аккумулятора течеискателя А-10.....	41
6. Транспортная укладка.....	42
7. Восстановление программного обеспечения на компьютерной платформе .....	43

## **Введение**

Место истечения воды из трубопровода характеризуется повышенным уровнем виброакустических шумов. Эти шумы могут быть зарегистрированы с помощью акустического течеискателя, датчик которого устанавливается на грунт над трубопроводом. Положение утечки определяется по максимальному уровню вибросигнала. Затухание вибросигналов по грунту весьма значительно, поэтому пятно повышенной вибрации на поверхности грунта может быть небольшим и даже совсем незаметным. При наличии интенсивных шумов, например, вблизи строек и автомобильных дорог, поиск утечек таким способом может оказаться невозможным. Вдоль трубопровода вибросигналы распространяются на значительные расстояния. Измерение уровня шумов акустическим течеискателем в теплокамерах (ТК) непосредственно на трубопроводах позволяет определить местоположение утечки с точностью до участка между соседними ТК. Координаты утечки могут быть определены с помощью корреляционного течеискателя. На концах диагностируемой секции трубопровода с помощью магнитных держателей устанавливаются датчики вибрации. Сигналы с них передаются в системный блок, где по положению максимума функции взаимной корреляции вибросигналов вычисляется местоположение утечки.

В настоящей Методике для повышения достоверности определения координат утечек предусматривается комплексное применение новых акустического и корреляционного течеискателей. Это обеспечивается, в частности, совместимостью трех типов новых вибродатчиков с обоими течеискателями. Усовершенствованы режимы обработки и визуализации характеристик вибросигналов (наблюдение формы вибросигналов и спектры реального времени, измерение уровней сигналов, запись выборок вибросигналов, расчет корреляционных функций с повышенной точностью, вторичный анализ корреляционных функций и др.)

## **1. СОСТАВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРНОГО КОМПЛЕКСА**

Комплекс приборов состоит из акустического течеискателя А-10 (Рис.1.1) и корреляционного течеискателя К-10.2 (Рис.1.2).

## Область применения

Комплекс приборов предназначен для поиска мест утечек тепловых сетей.

## Принцип действия течеискателей

Место истечения жидкости из трубопровода характеризуется повышенным уровнем виброакустических шумов. Эти шумы могут быть зарегистрированы с помощью датчика вибрации, устанавливаемого на грунт над трубопроводом последовательно вдоль диагностируемого участка (с шагом 0,25 ... 1,0 м). Координата утечки определяется по максимальному уровню вибросигнала в определенной полосе частот. Оптимальная полоса частот зависит от типа трубопровода и условий прокладки.

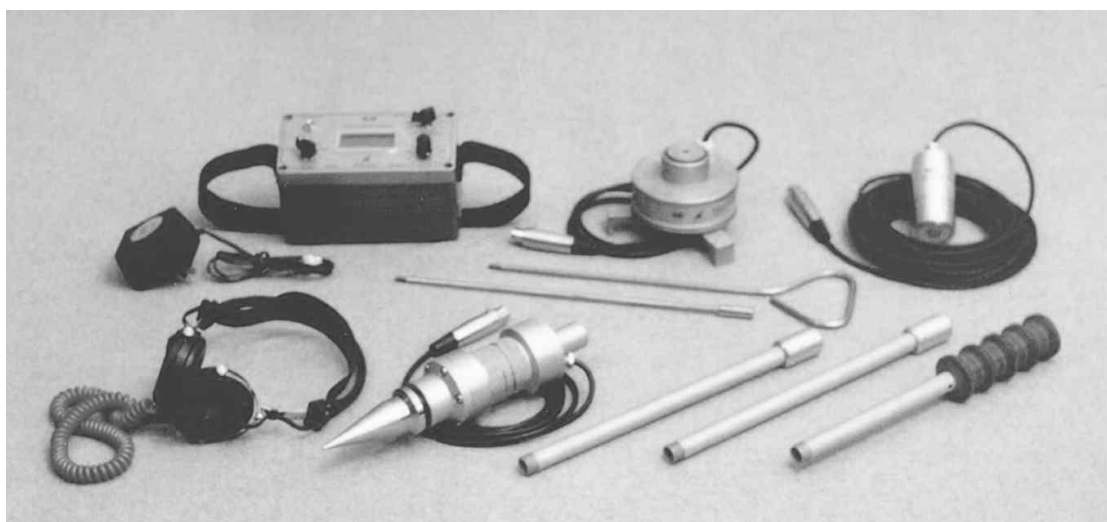


Рис.1.1. Акустический течеискатель А-10.

Опытные операторы часто предпочитают пользоваться сравнительно широкими полосами частот, потому что при этом на слух более заметны характерные особенности шумов утечек. При интенсивной работе “на слух” крайне важным является наличие функции “защиты слуха”.

Вдоль трубопроводов вибросигнал от утечки распространяется на значительные расстояния. Поэтому предварительно определить участок с утечкой можно по максимуму вибросигнала в доступных точках трубопровода. Для этого рекомендуется использовать вибродатчик с магнитным держателем ВДМ. Его следует устанавливать непосредственно на трубопровод в камерах или колодцах вдоль обследуемой трассы (с шагом 10...150 м).

При использовании корреляционного течеискателя на концах диагностируемой секции трубопровода с помощью магнитных держателей устанавливаются датчики вибрации ВДМ. Сигналы с них усиливаются и передаются в системный блок по радиоканалам. Далее производится выделение сигналов утечек и вычисление их координат.

### **Отличительные особенности акустического течеискателя**



Рис.1.2. Корреляционный течеискатель К-10.2

Ветрозащищенный вибродатчик ВДГ для твердых грунтов

Штыревой вибродатчик ВДШ для работы на мягких грунтах, на газонах с высокой травой и при наличии снежного покрова.

Вибродатчик с магнитным держателем для измерения шумов на поверхности трубопровода.

Все вибродатчики активные, с переменным усилением.

Автоматическая регулировка усиления существенно повышает производительность поиска утечек.

Функция защиты слуха - защита слухового аппарата оператора от ударных воздействий, например при перестановке вибродатчика.

Цифровой жидкокристаллический индикатор уровня сигнала с возможностью включения подсветки.

### **Отличительные особенности корреляционного течеискателя**

Активные вибродатчики ВДМ с переменным усилением, способны работать на кабель длиной до 150 М.

Автоматическая регулировка усиления сигналов существенно повышает производительность поиска утечек, исключает ошибки.

Экономичные радиоканалы для передачи сигналов от двух вибродатчиков в системный блок с автоматической регулировкой выходной мощности и дистанционным включением.

Интегрированная речевая радиосвязь обеспечивает удобство и координацию выполнения работ на аварийных объектах, повышает безопасность.

Развитые средства цифровой обработки, хранения и отображения сигналов и результатов вычислений.

### Состав приборного комплекса

В состав течеискателя А-10 входят следующие устройства и блоки.

- Активный вибродатчик для твердых грунтов (ВДГ), состоящий из корпуса датчика (содержит пьезоэлектрический преобразователь и предварительный усилитель с переменным усилением), соединительного кабеля и двух звеньев рукоятки (Рис.1.3). – 1 шт.
- Штыревой активный вибродатчик (ВДШ), состоящий из корпуса датчика (содержит пьезоэлектрический преобразователь и предварительный усилитель с переменным усилением), соединительный кабель и трех звеньев рукоятки (Рис1.4) – 1 шт.

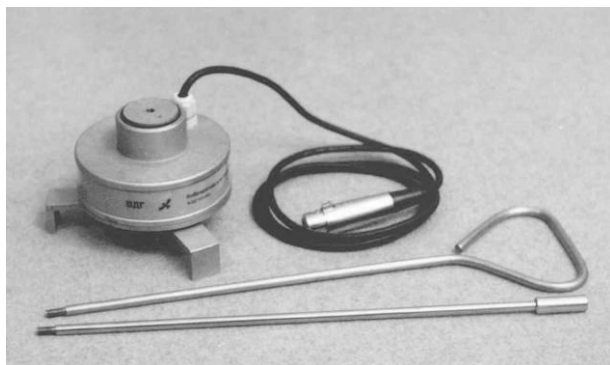


Рис1.3. Датчик ВДГ



Рис1.4. Датчик ВДШ

- Блок электронный, содержащий фильтры, систему автоматической регулировки, ЖКИ – 1 шт.
- Головные телефоны - 1 шт.
- Зарядное устройство ЗУ-6-1.2 - 1 шт.
- Сумка для переноски.

Примечание: для измерения шумов непосредственно на трубопроводах применяется вибродатчик ВДМ из комплекта течеискателя К-10.2.



Рис.1.5. Вибродатчик ВДМ.

В состав течеискателя К-10.2 входят следующие устройства и блоки.

- Активный вибродатчик с магнитным держателем (ВДМ), содержащий пьезоэлектрический преобразователь и предварительный усилитель с переменным усилением (Рис.1.5) – 2 шт.
- Системный блок (СБ) с двумя базовыми радиоблоками - 1 шт.
- Компьютерная платформа (КП) на базе ПК Notebook с выносным накопителем на гибких дисках и сетевым блоком питания – 1 шт.
- Выносной радиоблок (ВРБ) с фильтрами и системой автоматической регулировки – 2 шт.
- Манипулятор системного блока (МСБ) - 1 шт.
- Манипулятор выносного радиоблока (МВРБ) - 2 шт.
- Автоматическое зарядное устройство АЗУ-12-7 - 1 шт.
- Кабель согласования (0,25 М), 1 шт.
- Сумка для переноски и дипломат.

### Технические характеристики корреляционного течейскаателя

Дальность действия радиоканалов .....	250 + 250 М.
Полоса рабочих частот .....	100...5000 Гц.
Диаметр трубопроводов .....	50...1200 мм.

#### Источники питания:

- СБ ..... встроенный герметичный свинцовый аккумулятор 7 А/час, 12 В.
- ВРБ ..... встроенный герметичный свинцовый аккумулятор 7 А/час, 6 В.
- КП ..... встроенный литий - ионный аккумулятор 10 В, 3,6 А/ч; сеть 220 В.
- МСБ и МВРБ ..... питаются от аккумуляторов, встроенных в СБ и ВРБ соответственно.
- АЗУ-12-7 ..... сеть 220 В.

#### Характеристики КП

- Процессор ..... Pentium MMX с тактовой частотой 166 мГц.
- Объем ОЗУ ..... 32 мбайт.
- Объем винчестера ..... 2,4 Гбайт.
- Дисплей ..... цветной ЖКИ TFT размером 12" с разрешением 800x600.
- Saund Blaster ..... OPL3-SAx фирмы YAMANA;
- Накопитель CD-ROM, ГМД 3".

#### Время работы без подзаряда аккумуляторов

- ВРБ в режиме дежурного приема ..... 80 часов;
- ВРБ в режиме передачи ..... 20 часов;
- СБ в режиме дежурного приема ..... 20 часов;

- СБ в режиме передачи ..... 10 часов;
- КП ..... 2 - 3 часа (в зависимости от режима использования);

Температурный диапазон:

- ВДМ ..... -30...+120 °С (до 10 минут), -30...+80 °С (длительно),
- ВРБ и манипулятор МВРБ ..... -5 ... +70 °С,
- СБ и манипулятор МСБ ..... -5 ... +70 °С,
- КП ..... +10 ... +50 °С.

Весогабаритные характеристики

- СБ ..... 280•200•192 мм; 4,7 кг;
- ВРБ ..... 280•200•100 мм; 2,5 кг;
- МСБ (вес вместе с кабелем) ..... 142•72•48 мм; 0,6 кг;
- МВРБ (вес вместе с кабелем) ..... 150•58•20 мм; 0,1 кг;
- ВДМ (вес вместе с кабелем) ..... Ø 39•98 мм; 0,55 кг;
- АЗУ-12-7 ..... 115•70•70 мм; 0,8 кг.
- КП в дипломате ..... 460•350•100 мм; 5,9 кг;

в том числе

- собственно КП ..... 305•239•51 мм; 3,25 кг;
- накопит. на гибк. диск ..... 180•144•22 мм; 0,4 кг;
- сетевой блок питания ..... 125•60•23 мм; 0,3 кг;
- Сумка для переноски ..... 580•330•300 мм; 2,2 кг.

Длина кабеля ВДМ ..... 10 М.

Длина кабелей МСБ

- к СБ ..... 5 М;
- к КП ..... 1 М.

Длина кабеля МВРБ ..... 1 М.

### Технические характеристики акустического течеискателя

Полоса рабочих частот ..... 100...2800 Гц.

Диапазоны фильтров: ..... А (100...400Гц), В(100...800 Гц),  
С(100...2800 Гц), D(300...400 Гц), Е(300...800 Гц),  
F(300...2400 Гц), G(500...800 Гц), Н(500...2400 Гц),  
L(700...800 Гц), М(700...2800 Гц).

Источник питания..... встроенный герметичный свинцовый аккумулятор 1,2 А/час, 6 В.

Время работы без перезаряда аккумулятора

- без включения подсветки ..... 50 часов,
- с включением подсветки ..... 10 часов.

Температурный диапазон:

- Блока электронного ..... - 0 ... +70 °С;
- ВДГ и ВДШ ..... - 30...+80 °С (длительно), - 30...+120 °С (до 10 минут);

Весогабаритные характеристики:

- Блок электронный ..... 160•115•80 мм; 1,3 кг;
- ВДГ ..... Ø 150•80 (с рукояткой - 710) мм; 1,2 кг;

- ВДШ ..... Ø 55•260 (с рукояткой - 1100) мм; 1,25 кг;
- ЗУ-6-1.2 ..... 60•58•48 мм; 0,13 кг;
- Головные телефоны ..... 200•160•65 мм; 0,15 кг;
- Сумка для переноски ..... 360•270•160 мм; 0,8 кг.

## **2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ОБЩАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОИСКЕ УТЕЧЕК ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

Рекомендуется следующая последовательность действий.

- Получение всей доступной исходной информации об обследуемом участке трубопровода.
- Путем сравнения уровней вибрации в нескольких теплокамерах непосредственно на подаче и на обратке определяется участок трубопровода с утечкой. Измерения проводятся с помощью течеискателя "А-10", к которому подключается датчик ВДМ (из комплекта "К-10").
- На концах участка трубопровода с утечкой устанавливаются вибродатчики ВДМ с выносными радиоблоками течеискателя "К-10". Производится запись и обработка вибросигналов в системном блоке "К-10". В случае обнаружения характерных признаков утечки производится уточнение прокладки трубопровода, измерение длины участка и расчет координат повреждения. В противном случае измерения проводятся на следующем участке.
- Для подтверждения результатов поиска применяется течеискатель "А-10" со штатным вибродатчиком ВДГ или ВДШ, с помощью которого обследуется участок поверхности над расчетным положением утечки.

### **2.1. Анализ исходных данных об обследуемом участке трубопровода**

В первую очередь необходимо получить максимум исходной информации об обследуемом трубопроводе.

- Положение теплокамер, прокладка трассы, наличие поворотов, общая длина трубопровода.
- Наличие и положение П - образных компенсаторов. Они должны учитываться при определении длины трубопровода.
- Давление и температура воды в подаче и в обратке на момент проведения измерений.
- Диаметр трубопровода.

На основании этих данных формируются исходные данные для течеискателя - длина трубопровода и скорость виброакустического сигнала по трубопроводу.



Необходимо заранее определить наличие возможных источников помех.

- Наличие уток, скользящих и жестких опор.
- Наличие пересечений с другими инженерными коммуникациями (с водопроводами, канализацией, газопроводами, электро- и телефонными кабелями).

- Наличие участков с гильзами.

Следует учитывать все дополнительные данные.

- Предыстория данного участка теплотрассы - срок эксплуатации, места прежних повреждений.
- Тип прокладки (канальная или нет).
- Наличие внешних факторов, свидетельствующих о наличии утечки - залитие теплокамер, провалы грунта, большая подпитка и др.

## **2.2. Анализ характера и уровня шумов на трубах в теплокамерах**

Для выполнения этих измерений используется течеискатель А-10, к которому подключается вибродатчик с магнитным держателем (ВДМ). Измерения проводятся внутри теплокамер. Вибродатчик устанавливается непосредственно на трубопровод в различных местах вдоль трубопровода и по окружности. Места установки должны быть предварительно очищены от тепло- и гидроизоляции, от грязи, ржавчины, песчинок. Различие уровней вибрации в разных концах теплокамеры даже на одном трубопроводе может достигать 20% и более. Максимальный уровень вибрации должен быть зафиксирован на том трубопроводе и с той стороны, где находится утечка.

Практически можно ориентироваться на следующие цифровые данные, полученные при использовании течеискателя А-10. При установке фильтра "В" уровень шума менее 30...40 свидетельствует о том, что вероятнее всего поблизости (20 М ... 30 М) утечки нет. При уровне более 150 вероятность наличия утечки достаточно высокая. Уровень вибрации более 400, как правило, свидетельствует о наличии большой утечки.

Сравнение уровней шумов в теплокамерах вдоль трубопровода позволяет выявить участок и трубу (подача или обратка) с утечкой.

К сожалению в ряде случаев большой уровень шумов может быть вызван другими причинами - работающие насосы, водостоки, автомобильный и рельсовый транспорт и др. Иногда шум вызывается большим расходом воды через поворот или сужение, может шуметь болтающаяся арматура задвижек, свищ внутри теплокамеры.

Поэтому важен анализ всей информации в комплексе. Существенным дополнением при этом является оценка характера шума на слух с помощью головных телефонов. Наличие утечки обычно характеризуется присутствием высокочастотных составляющих. Распознается шум насосов и транспорта.

Целесообразно предпринять меры по устранению шумов, маскирующих шум возможной утечки:

- выбрать соответствующее время выполнения измерений, например в ночное время шум транспорта резко уменьшаются,
- временно отключить насосы, заглушить строительную технику,
- устранить небольшие свищи внутри теплокамеры,
- уменьшить расход воды по трубопроводу, чуть повернуть задвижку - возможно она перестанет "звенеть".

## 2.5. Определение координат утечек корреляционным способом

Вдоль трубопровода вибросигналы от утечек распространяются на значительные расстояния. Несмотря на затухание и другие искажения, формы вибросигналов (ВС) на различном расстоянии от утечки подобны друг другу и отличаются временной задержкой. Если два датчика вибрации разместить по обе стороны от места утечки и определить эту задержку, то зная скорость распространения ВС и длину трубопровода между датчиками можно вычислить расстояние от одного из датчиков до утечки по формуле

$$L_{ут} = \frac{L_{\partial y}}{2} - \frac{v\tau_o}{2},$$

где  $L_{\partial y}$  - длина диагностируемого участка трубопровода,

$v$  - скорость распространения вибросигнала,

$\tau_o$  - задержка между вибросигналами.

Значение  $\tau_o$  удобно определять по максимуму взаимной корреляционной функции (ВКФ) сигналов с вибродатчиков

Корреляционный метод имеет множество достоинств по сравнению с другими методами течеискания. Одним из них является нечувствительность ВКФ к некоррелированным помехам.

При использовании течеискателя К-10.2, сигналы с вибродатчиков ВДМ, установленных непосредственно на трубопровод в теплокамерах с обоих концов диагностируемой секции трубопровода, передаются по радиоканалам в системный блок. Далее с помощью компьютерной платформы производятся наблюдение формы вибросигналов, спектральный анализ, запись выборок сигналов (в течение 2-х минут). Записи подвергаются указанной выше корреляционной обработке. По положению максимума ВКФ на временной оси автоматически определяются координаты утечки.

## 2.6. Уточнение координат утечки с помощью акустического течеискателя

Координаты утечки, указанные корреляционным течеискателем, в общем случае необходимо подтвердить с помощью акустического

течеискателя. Это связано с возможной неточностью в задании длины трубопровода, ошибками в оценке положения теплотрассы, отклонением фактического значения скорости вибросигнала от табличного из-за коррозии трубы и неточной оценки температуры воды.

Для обнаружения шума от утечки на грунте над трубопроводом применяется акустический течеискатель А-10 с вибродатчиком ВДГ с трехножным основанием (при твердом грунте) или с штыревым вибродатчиком ВДШ (при мягком грунте). Измерение уровня виброакустического сигнала производится с шагом 0,25 М в ближайшей окрестности (обычно не более  $\pm 3$  М) положения, указанного корреляционным течеискателем.

### **3. ПРИЕМЫ РАБОТЫ С ТЕЧЕЙСКАТЕЛЯМИ**

В настоящей главе приведены приемы работы с течеискателями, входящими в комплекс, при поиске утечек на тепловых сетях.

#### **3.1. ПРИЕМЫ РАБОТЫ С АКУСТИЧЕСКИМ ТЕЧЕЙСКАТЕЛЕМ А-10**

### 3.1.1. Особенности применения течеискателя А-10

Течеискатель А-10 имеет существенные отличия от обычных акустических течеискателей.

- Течеискатель оснащен цифровым жидкокристаллическим индикатором ЖКИ (4 десятичные цифры) для отображения логарифма уровня вибрации. Это обеспечивает возможность отображения большого диапазона входных сигналов без необходимости переключения каких-либо регуляторов усиления. В крайне редких случаях, при наличии очень больших шумов может потребоваться уменьшить усиление датчика (переключатель "Режим").
- Течеискатель имеет Автоматическую Регулировку Уровня сигнала в головных телефонах. Оператор всегда воспринимает оптимальный для него уровень сигнала, что позволяет ему более точно оценить характер шума, классифицировать его и обнаружить утечку. Оператору нет необходимости постоянно подкручивать регулятор громкости, чтобы слышать какой-либо шумок.
- В течеискателе реализована автоматическая "Система Защиты Слуха". Эта система следит за тем, чтобы не допустить ударного воздействия на слуховой аппарат человека каких-либо внезапных больших шумов (например при перестановке вибродатчика, при его неосторожном ударе об асфальт и т.п.). Благодаря этому снижается усталость оператора.
- В наборе фильтров течеискателя присутствуют широкополосные и узкополосные фильтры.

Благодаря изложенному выше течеискатель А-10 может быть использован с применением обоих распространенных стратегий поиска утечек:

- по максимальному уровню виброакустического шума (по цифровому индикатору) в широкой или узкой полосе частот,
- по характерным признакам утечек, воспринимаемым опытными операторами на слух, при выборе сравнительно широкополосных фильтров.

Опыт разработчиков прибора позволяет рекомендовать в первую очередь ориентироваться на поиск утечек по максимуму уровня шума, а на слух оценивать характер шума, для того, чтобы исключить ошибочную идентификацию положения утечки с каким-либо другим источником шумов (электрокабель, насос и пр.).

Возможно с опытом у некоторых операторов появится способность распознавать утечки на слух не по громкости, а по каким-либо характерным признакам. Обычно утечка повышает уровень высокочастотного шума. Однако в общем случае формализовать эти признаки пока не удалось.

### 3.1.2. Определение положения утечки теплосети по максимуму виброакустического шума на грунте над трубопроводом.

В рабочем положении электронный блок течеискателя А-10 закрепляется на груди оператора. К нему подключаются головные телефоны и один из двух датчиков:

- ВДГ - для твердых грунтов (Рис.3.1),
- ВДШ - для мягких грунтов, газонов с высокой травой, при наличии снежного покрова (Рис.3.2).

Каждый из этих датчиков имеет корпус и разборную рукоятку. Перед проведением измерений их необходимо собрать, используя штатные резьбовые соединения.

Для включения прибора переключатель "Режим" переводится в положение "+40 дБ" - это стандартное рабочее положение, при котором усиление датчика 40 дБ. В случае наличия большого уровня шумов прибор может перегружаться (например вблизи насосов). В этом случае следует перевести переключатель "Режим" в положение "0 дБ" - при этом уменьшится усиление и перегрузка будет устранена. Диапазон изменения чисел на ЖКИ от 0 до 1999. В случае перегрузки отображается только одна цифра: 1 в старшем разряде

В общем случае при поиске утечек на теплосетях рекомендуется установить переключатель "Фильтры" в положение "В" или "С".

Уровень сигнала в головных телефонах устанавливается с

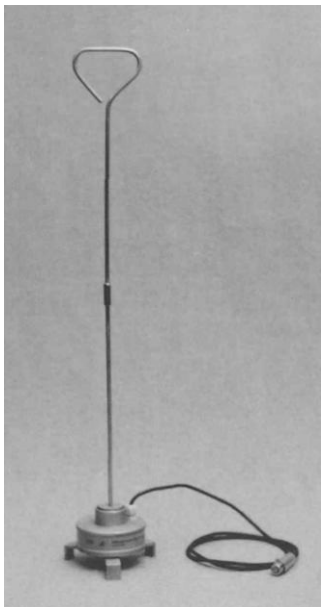


Рис.3.1. Датчик ВДГ

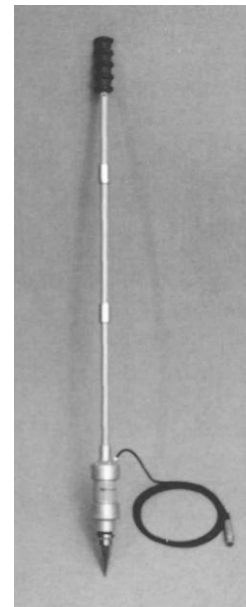


Рис3.2. Датчик ВДШ



помощью регулятора "Громкость".

В темное время суток можно включить подсветку индикатора.

Проводить измерения уровня виброакустического шума следует над трассой трубопровода с шагом 0,25 М ... 1,0 М. Иногда утечка проявляется как пятно всего-лишь двукратного повышения уровня шума диаметром не более 0,8 М. Поэтому весьма важно знать точное положение трубопровода.

В большинстве случаев желательно применять датчик ВДГ. Он обладает повышенной ветрозащищенностью. Работать с этим датчиком удобно. Он просто ставится на грунт, производится замер. К сожалению на мягком грунте его три опорные ножки могут оказаться короткими, датчик ляжет на грунт всем корпусом. В этом случае нарушается прижим ножек ВДГ к грунту. Нарушаться контакт ножек ВДГ с грунтом может также из-за наличия высокой травы. Практически невозможно применять этот датчик при наличии снежного покрова более 1 см.

Штыревой вибродатчик ВДШ позволяет работать на мягких грунтах. При этом датчик втыкается в грунт вертикально, после чего рукоятку датчика отпускают.

Проведение замера уровня шума в каждой точке требует аккуратности. Непосредственно после установки вибродатчика на грунт показания уровня шума достаточно большие. Это связано с акустической реверберацией и ненулевой постоянной времени интегрирования прибора. Следует подождать стабильного показания в течении нескольких секунд. Корректным значением уровня шума в точке измерения следует считать периодически повторяющееся минимальное значение.

В качестве ориентира можно привести следующие цифровые данные. При установке фильтра "В" типичный фоновый уровень шума на поверхности грунта 10 ... 20. В ряде случаев небольшие утечки проявлялись как локальное повышение уровня до 30. Уровень шума на грунте 200 ... 400 указывает с большой вероятностью на наличие утечки.

### **3.1.3. Проведение замеров уровня вибросигналов в теплокамерах с целью локализации участка и трубопровода с утечкой**

Для измерения уровня виброакустического сигнала непосредственно на трубопроводе к электронному блоку течеискателя А-10 подключается вибродатчик с магнитным держателем ВДМ, входящим в комплект течеискателя К-10.

Рекомендации по установке органов управления электронного блока А-10 такие же как в предыдущем разделе.

## **3.2. ПРИЕМЫ РАБОТЫ С КОРРЕЛЯЦИОННЫМ ТЕЧЕЙСКАТЕЛЕМ К-10.2**

### **3.2.1. Особенности применения течеискателя К-10**

В качестве накопителя информации, мощного вычислителя и устройства отображения в течеискателе используется компьютерная платформа (КП типа Notebook), что придает прибору большие вычислительные ресурсы. Все проведенные измерения автоматически

накапливаются в базе данных. Вместе с тем это выдвигает дополнительные требования к персоналу и организации работ

- персонал должен иметь некоторый минимум знаний по работе с компьютером,
- в холодное время КП должен работать внутри автомобиля,
- для различимости изображения на цветном дисплее КП необходимо предусматривать защиту от прямых солнечных лучей.

Для передачи сигналов с двух вибродатчиков в системный блок применяется два двунаправленных СВЧ радиоканала с интегрированной речевой радиосвязью. Радиостанции являются маломощными, с автоматической регулировкой выходной мощности. Для снижения энергопотребления реализован режим дистанционного включения и выключения режима передачи. Радиоканалы являются многоканальными, они распознают друг друга по кодовым посылкам, которыми они обмениваются во время процедуры "согласования". Радиоканалы могут находиться в трех состояниях:

- "Выключен" - питание выключено, в этом состоянии разряд аккумуляторов практически отсутствует,
- "Дежурный прием" питание включено, связь не установлена, в этом режиме приемник включен, передатчик выключен, благодаря этому потребляемый ток минимален,
- "Прием и передача" питание включено, связь установлена - в этом режиме работают все ресурсы радиостанций, потребление максимально.

В режиме "Прием и передача" между каждым ВРБ и СБ устанавливается двухсторонняя радиосвязь. Из ВРБ в СБ передается сигнал, снятый с вибродатчика ВДМ, или речевой сигнал с манипулятора МВРБ. Из СБ в ВРБ передается речевой сигнал, с МСБ.

Методика применения течеискателя предусматривает проведение записей вибросигналов и расчета корреляционных функций при нескольких положениях вибродатчиков внутри теплокамер.

### **3.2.2. Порядок развертывания течеискателя К-10**

Включение питания производится переводом тумблеров "ВКЛ" СБ и обоих ВРБ в положение "Питание". При этом должны загореться зеленые индикаторы "Питание"

Процедура согласования радиоканалов заключается в том, чтобы на несколько секунд соединить разъем "Согласование" СБ с разъемом "Манипулятор/Согласование" обоих ВРБ (по очереди) с помощью кабеля согласования. Таким образом радиоканалы переводятся в состояние "Дежурный прием". В случае выключения питания ВРБ на время более 10 минут может потребоваться повторение процедуры согласования.

СБ и КП течеискателя рекомендуется размещать примерно посередине между теплокамерами, в которых планируется

устанавливать вибродатчики. Рекомендуется установить СБ на крыше автомобиля, а КП и МСБ (манипулятор системного блока) разместить в его салоне. Подключить МСБ к разъемам "Манипулятор" СБ и к линейному входу КП (Рис.3.3). В целях экономии заряда аккумулятора КП, ее включение следует проводить только после установки вибродатчиков и полной готовности ВРБ.



Рис.3.3. СБ, КП и МСБ течеискателя К-10.2 в рабочем режиме.

Рекомендуется проверить работоспособность радиоканалов. Для этого путем нажатия на кнопку "Связь" обоих ВРБ (по очереди) следует установить связь (т.е. перевести радиоканалы в режим "Прием и передача"), а, после проверки, отключить. Наличие связи контролируется по свечению желтых индикаторов "Связь" на обоих ВРБ и желтых индикаторов "А" и "С" на МСБ.

Установить оба ВРБ около теплокамер на концах диагностируемого участка теплосети. В течеискателе К-10 направление шкалы расстояний принято от вибродатчика, подключенного к ВРБ "А", к вибродатчику, подключенному к ВРБ "С".

Опустить вибродатчики ВДМ внутрь теплокамер и установить их на заранее подготовленные места. Подключить кабельную розетку ВДМ к разъему "Датчик" ВРБ (Рис.3.4).

#### **Внимание:**

Для повышения надежности радиосвязи необходимо соответствующим образом ориентировать СБ и ВРБ относительно друг друга. На боковых стенках этих блоков нанесены крупные буквы "А" и "С", именно с этих сторон размещаются антенны соответствующих радиоканалов. Одноименные стороны ВРБ и СБ следует направлять в сторону друг друга.

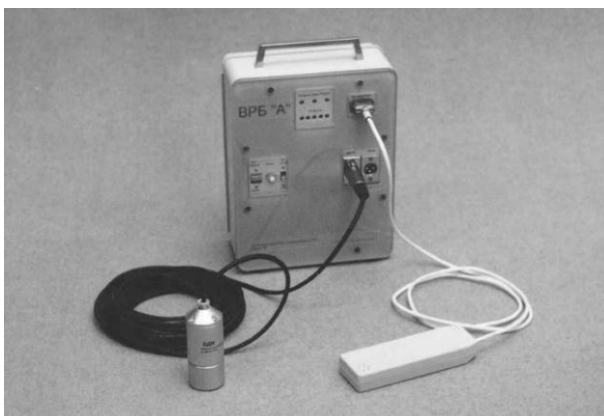


Рис.3.4. ВРБ, ВДМ и МВРБ течеискателя К-10.2 в рабочем режиме.

#### **3.2.3. Установка и отключение радиосвязи**

Полагаем, что ВРБ и СБ включены, операция

согласования проведена.

Манипулятор МСБ должен быть подключен к СБ.



Двухсторонняя связь может быть установлена и отключена как со стороны СБ (путем нажатия на кнопку "Упр.А" или "Упр.С" на МСБ), так и со стороны ВРБ (путем нажатия на кнопку "Связь"). Радиоканал начинает процедуру установления радиосвязи. Это сопровождается миганием желтых индикаторов ("Связь" на ВРБ и "А" или "С" на МСБ) и периодическим звуковым сигналом. Через несколько секунд после этого радиосвязь должна быть автоматически установлена, радиоканал переходит в режим "Прием и передача". При этом соответствующие желтые индикаторы на ВРБ и МСБ постоянно светятся, звуковые периодические сигналы прекращаются.

Для отключения радиосвязи и перевода радиоканалов в режим "Дежурный прием", при котором энергопотребление резко снижается, следует повторно нажать кнопку "Связь" на ВРБ или кнопку "Упр.А" ("Упр.С") на МСБ.

#### **3.2.4. Передача речевых сообщений**

Будем полагать, что радиосвязь установлена, радиоканал находится в режиме "Прием и передача".

Подключить (если ранее это не было сделано) кабельную вилку манипулятора МВРБ к разъему "Манипулятор/Согласование" ВРБ.

На передней панели манипуляторов МВРБ и МСБ смонтированы микрофоны и динамики. Для управления передачей речевых сообщений служат кнопки "Речь".

#### **3.2.5. Включение КП**

Необходимо придерживаться следующего порядка включения КП.

Поднять экран КП в вертикальное положение.

Если предполагается проведение записи вибросигналов, необходимо подключить кабель от МСБ к линейному входу КП (левое гнездо в группе из трех гнезд на передней панели КП).

На левой боковой стороне корпуса КП находится кнопка включения. Ее следует кратковременно нажать и отпустить. На передней панели должен включиться второй слева индикатор. Начинается автоматическая загрузка операционной системы (ОС), подготовка КП к работе.

После появления изображения рабочего стола на экране и завершения загрузки ОС (контролируется по пропаданию картинки песочных часов около стрелки-репера), следует щелкнуть по пиктограмме "К-10 v7к". Должна начаться загрузка программного обеспечения.

После появления на экране головного меню "ТЕЧЕЙСКАТЕЛЬ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ К-10" (Рис.3.5) КП готов к работе.



Рис.3.5. Головное меню на экране КП течеискателя К-10.2

### 3.2.6. Ввод исходных данных трубопровода

Для ввода исходных данных по обследуемой секции трубопровода применяется Формат "Ввод исходных данных" (Рис 3.6.). Переход на этот формат из головного меню производится путем нажатия кнопки "Ввод исходных данных".

Рис.3.6. Формат "Ввод исходных данных"

Исходными данными являются длина трубопровода и табличные значения скорости распространения гидравлического удара вдоль трубопровода для данного типоразмера трубопровода и температуры воды (Табл.1.).

Таблица 1.	Диаметр	120	938	951	959	966	972	975	977	979	981	980	980	977	974	972	966
		100	962	976	985	992	998	100	100	100	100	100	100	100	100	998	992
	900	976	991	100	100	101	101	102	102	102	102	102	102	102	101	101	100

t° С															
	50	65	80	100	150	200	250	300	350	40	45	500	600	700	800
0	126	12	123	121	116	113	110	109	107	10	10	104	103	101	993
10	129	12	126	123	119	115	113	111	109	10	10	106	104	102	100
20	131	13	128	126	121	117	114	112	110	10	10	107	106	104	101
30	133	13	130	127	122	118	115	113	111	11	10	108	106	104	102
40	134	13	132	128	123	119	116	114	112	11	11	109	107	105	103
50	135	13	132	129	124	120	117	115	113	11	11	109	108	105	103
60	136	13	133	130	124	120	117	115	113	11	11	110	108	106	104
70	136	13	133	130	125	121	117	115	113	11	11	110	108	106	104
80	136	13	133	130	125	121	118	115	114	11	11	110	108	106	104
90	136	13	133	130	125	120	117	115	113	11	11	110	108	106	104
10	136	13	133	130	124	120	117	115	113	11	11	110	108	106	104
11	135	13	132	129	124	120	117	115	113	11	11	109	108	106	103
12	134	13	131	128	123	119	116	114	112	11	11	109	107	105	103
13	133	13	130	127	122	118	115	113	112	11	10	108	107	105	103
14	131	12	128	126	121	117	114	112	111	11	10	108	106	104	102

### 3.2.7. Запись вибросигналов

Этот формат (Рис.3.7) вызывается путем нажатия кнопки "Запись" головного меню.

Формат имитирует двухканальный осциллограф и двухканальный спектроанализатор реального времени. Отображаются характеристики двух вибросигналов, воспринимаемых датчиками.

В правой части находятся ползунки регуляторов усиления. В

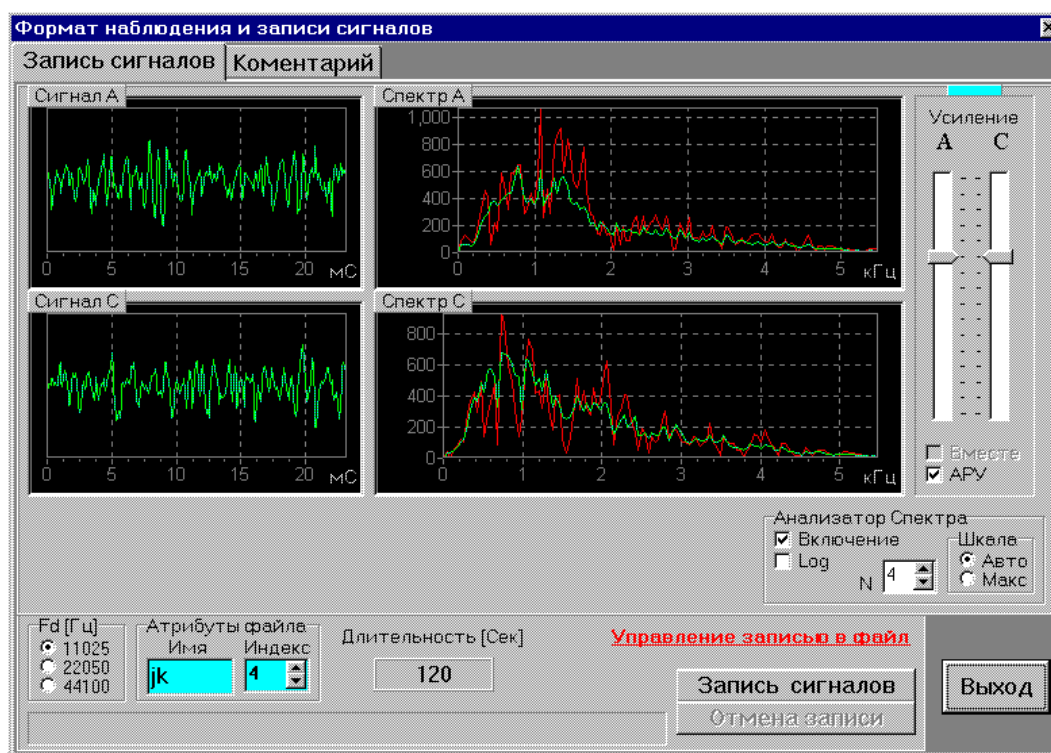


Рис.3.7. Формат "Наблюдение и запись"

обычной ситуации они двигаются автоматически (включен режим АРУ), поддерживая амплитуду сигналов на нужном уровне (70 % экрана).

В нижней части экрана скомпонованы органы управления записью файлов.

- Выбор частоты дискретизации  $F_d$ . Рекомендуется не менять установку 11025 Гц.
- Задание атрибутов файла - имени и номера (расширение всегда одинаковое - ".WAV"). Рекомендуется на каждом объекте устанавливать новое имя - например несколько букв из названия улицы. При этом автоматически устанавливается нулевой номер записи. Если файл с таким именем существует, то поле с атрибутами файлов приобретает малиновый цвет. В этом случае запись нового файла не запрещается, но новый файл запишется вместо прежнего.
- Длительность записи не регулируется - 120 сек.
- Кнопка "Запись сигналов" инициализирует процедуру записи сигналов в файл.

Перед включением записи необходимо удостовериться в том, что радиоканалы включены, связь установлена, вибродатчики установлены на трубопровод.

Во время записи необходимо проводить слуховой контроль виброакустической обстановки. В случае появления посторонних шумов целесообразно прервать запись (с помощью кнопки "Отмена записи") и повторить ее снова.

После завершения записи рекомендуется отключить радиоканалы из соображений экономии энергопотребления.

### 3.2.8. Корреляционная обработка вибросигналов

Этот формат (Рис.3.8) вызывается путем нажатия кнопки "Корреляция" головного меню. В качестве исходного файла для вычисления корреляционной функции принимается последняя произведенная запись (имя файла индицируется на зеленом поле в

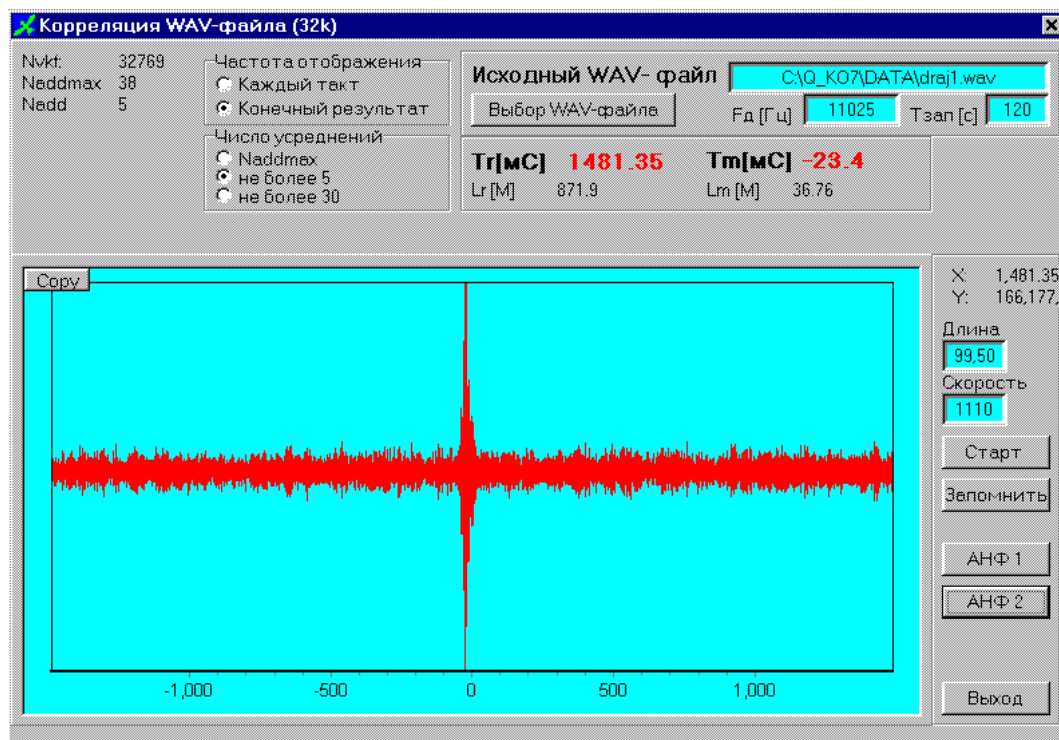


Рис.3.8. Формат "Корреляция"

верхней части экрана). Если требуется обработать иной файл, следует нажать кнопку "Выбор файла" и выбрать его из перечня.

Для расчета корреляции следует нажать кнопку "Старт". Ход подсчета можно контролировать по счетчику этапов в верхнем левом углу экрана (от 1 до 38).

По окончании счета на экране появляется график функции взаимной корреляции.

В приведенном примере (Рис.3.8) длина трубопровода  $L=99,5$  М, скорость гидравлического удара  $V=1110$  М/сек, координата утечки  $L_m=36,76$  М.

Полученный график корреляционной функции следует записать в файл путем нажатия на кнопку "Запомнить" (имя файла совпадает с именем исходного файла, новое расширение файла ".KS1").

### **3.2.9. Вторичная обработка корреляционных функций**

Такой выразительный корреляционный пик, как на рис.3.8 проявляется далеко не всегда. Для определения координат утечек в сложных случаях полученный график корреляционной функции следует подвергнуть вторичной обработке.

После нажатия на кнопку "Анализатор dT ВКФ" головного меню появляется формат, приведенный на рис.3.9.

### **3.2.10. Воспроизведение записей**

Режим воспроизведения сделанных ранее записей вызывается из головного меню путем нажатия на кнопку "Воспроизведение". При этом на экране появляется формат, приведенный на рис.3.10.

Формат позволяет выбрать файл (путем нажатия на кнопку "Имя файла") и воспроизвести его через встроенные в КП громкоговорители. Слуховой контроль позволяет в ряде случаев сделать определенные выводы о природе обнаруженных шумов, например определить источник маскирующих сигналов и предпринять меры по его устранению.

### **3.2.11. Порядок свертывания течеискателя К-10**

В первую очередь следует выключить радиосвязь.

Особое внимание следует обратить на порядок выключения КП. Нельзя просто выключить питание. Это приводит к ошибкам в работе операционной системы. Необходимо соблюдать следующий порядок.



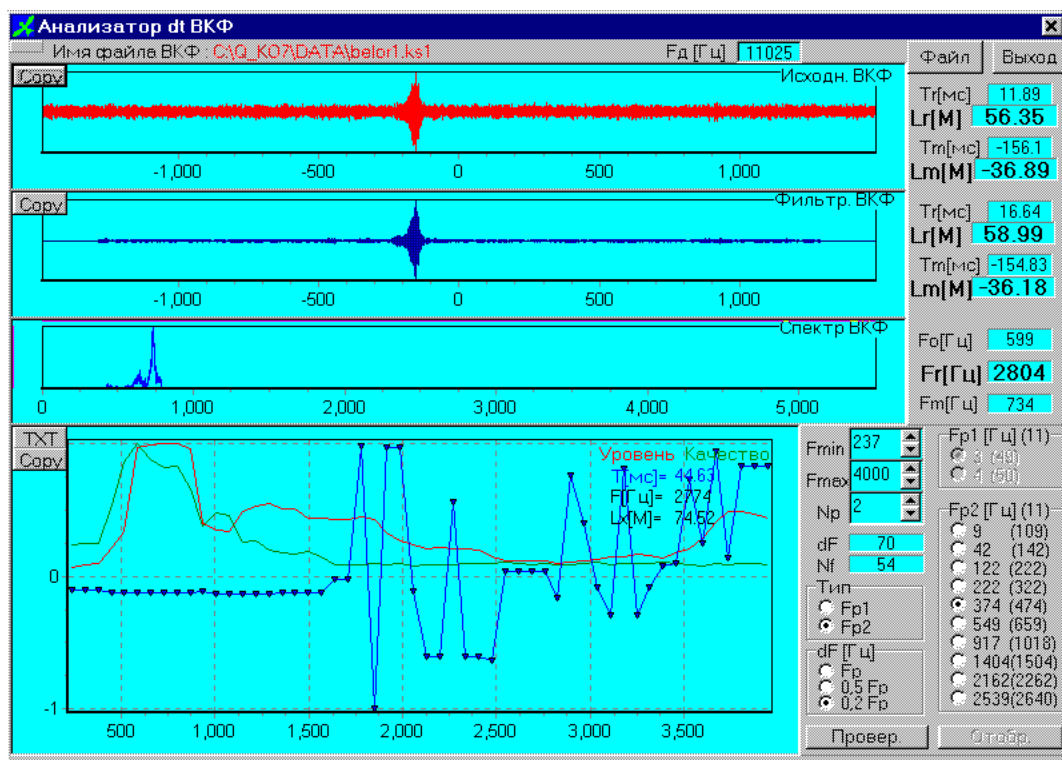


Рис.3.9. Формат "Анализатор dT ВКФ"

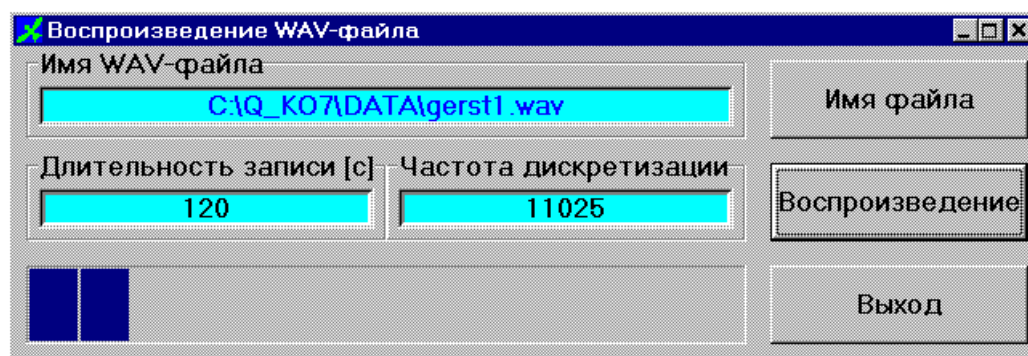


Рис.3.10. Формат "Воспроизведение"

- В
- Ы
- Й
- Т
- И
- В
- Г
- О
- Л
- О

вной формат программы "Течеискатель..."

- Нажать кнопку "Выход"
- Нажать кнопку "Пуск"
- Выбрать строку "Завершение работы"
- Выбрать пункт "Выключить компьютер"
- Нажать кнопку "Да"
- После этого через несколько секунд КП автоматически завершает работу и отключается.
- Опустить экран КП, закрепить КП ремнем и закрыть дипломат.
- Упаковать СБ и МВРБ.

Порядок свертывания выносного оборудования

- Выключить питание ВРБ.

- Отключить ВДМ и МВРБ от ВРБ.
- Снять вибродатчики с трубопровода.
- Упаковать ВРБ, МВРБ и ВДМ.

### 3.2.12. Меры по уменьшению энергопотребления

Наиболее критичным по ресурсу аккумуляторных батарей является Компьютерная Платформа. Для повышения эффективности выполнения работ на реальных объектах следует придерживаться следующих рекомендаций.

- Выезд на аварийный трубопровод производить только после полного заряда аккумуляторных батарей (Заряд 100 % по индикатору на дисплее)
- Включать компьютерную платформу только после полной подготовки и включения всего остального оборудования, вибродатчики должны стоять на зачищенных местах трубопровода, длина трубопровода должна быть измерена заранее, скорость выбрана из таблицы 1.
- Работу выполнять без заминок.
- На время записи файла, на время счета корреляции, во всех случаях небольших заминок необходимо выключать экран КП (экран потребляет значительную часть энергии).
- Должен быть установлен малопотребляющий режим экрана.
- После завершения работ сразу выключать КП.
- При любой возможности проводить подзарядку аккумулятора КП (во время обеда и др.)

Следует также отключать радиосвязь, как только в ней нет необходимости, при этом резко увеличивается ресурс аккумуляторных батарей ВРБ. Это также свидетельствует о дисциплине в радиоэфире.

Для СБ переход из режима "Прием и передача" режим "Дежурного приема" к сожалению не дает резкого увеличения батарей. Лучше его совсем выключать, если предполагается некоторая пауза в работе.



#### 4. ОПИСАНИЕ КОНКРЕТНЫХ ПРИМЕРОВ ПОИСКА УТЕЧЕК.

Примеры основаны на применении течеискателей корреляционного “К-10” и акустического “А-10”. Поиск утечек проводился на действующих трубопроводах тепловых сетей в г. Киеве в 1999-2000 гг. Примеры выбраны из ряда наиболее сложных случаев. В примерах указаны имена файлов, записанных во время поиска утечек вибросигналов и вычисленных взаимных корреляционных функций (ВКФ). Данные файлы можно найти на прилагаемом стеклянном диске и использовать в ходе изучения примеров.

##### 4.1. Поиск утечки 16.09.99. на проспекте Воссоединения возле дома N5 между ТК 308/8а и ТК 619/1.

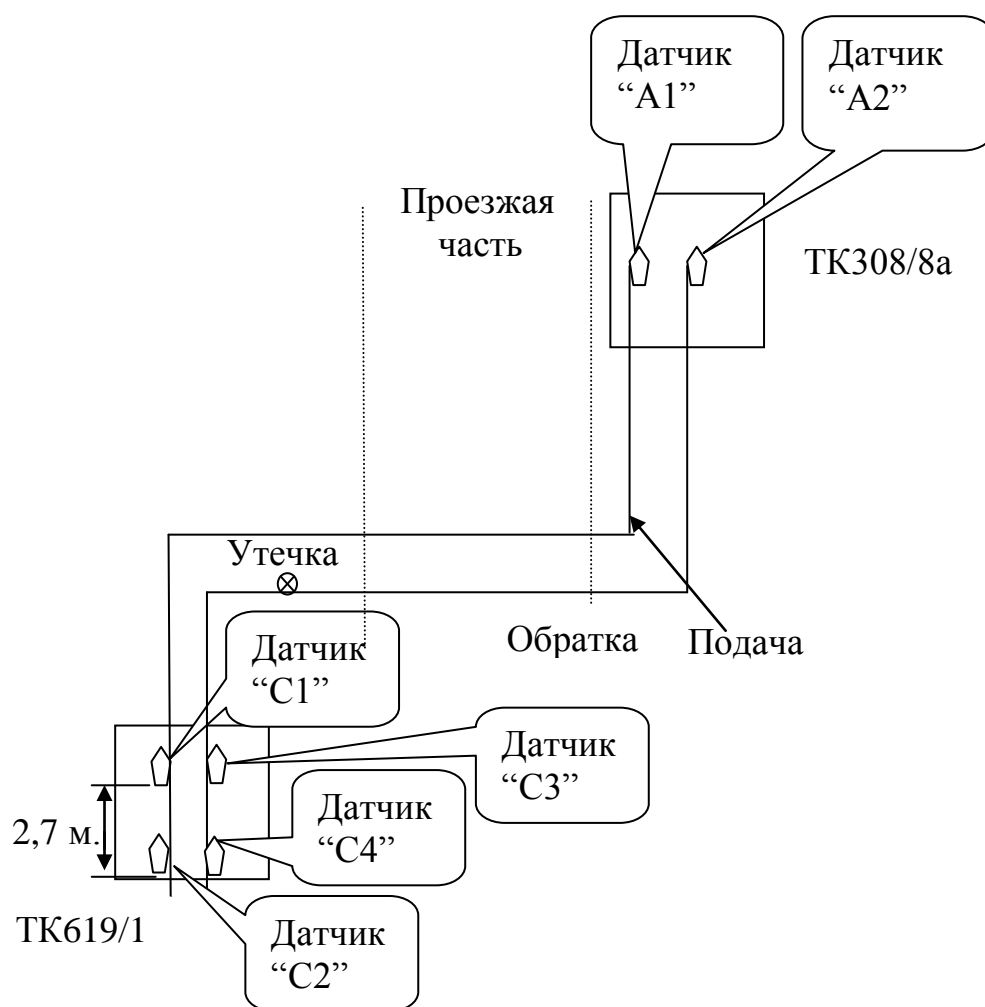


Рис.4.1 План диагностируемого участка трубопроводной сети

### Исходные данные

Длина диагностируемого участка труб (между датчиками А1 и С1) 82 М, диаметр труб – 150 ММ, температура теплоносителя около 60° С. Участок 3 года не эксплуатировался.

### Ход и результаты обследования

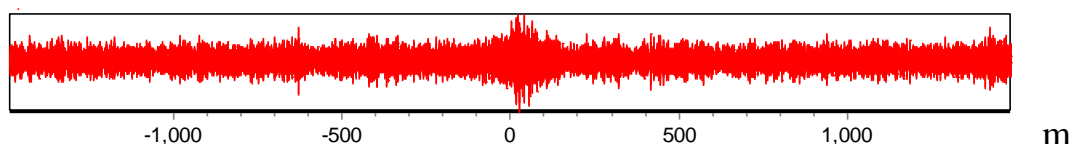
Поскольку диагностируемый участок выведен из эксплуатации, подающую и обратную трубы тщательно заполнили водой (с открытием и закрытием вентилей для устранения воздуха из труб).

По показаниям “А-10” определено, что наибольший уровень вибрации в местах установки датчиков ВДМ – на обратной трубе в ТК 619/1. Это говорит о том, что наиболее вероятное местонахождение утечки – на обратной трубе, ближе к ТК 619/1 чем к ТК 308/8а.

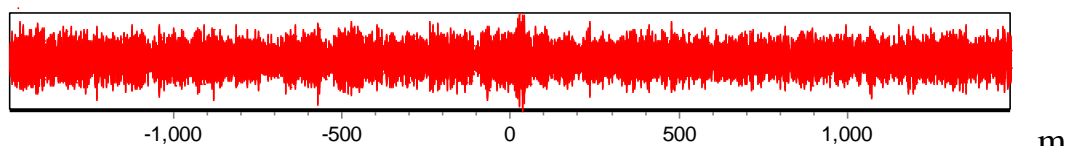
С помощью акустического течеискателя А-10 определена область повышенного уровня шума на грунте относительно общего фона на расстоянии 22..26 М от места “С3”( см. рис.4.1).

Для указанных на рис.4.1 положений датчиков, с помощью течеискателя “К-10”, сделаны записи сигналов и вычислены взаимные корреляционные функции (ВКФ) этих сигналов.

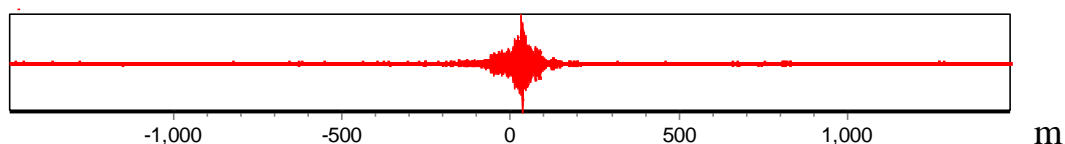
Положение датчиков в ТК	Название файла сигнала	Название файла ВКФ
A1-C2	E3.WAV	E3.KS1
A1-C1	E5.WAV	E5.KS1
A2-C3	E7.WAV	E7.KS1
A2-C4	E8.WAV	E8.KS1



ВКФ из E5.KS1



ВКФ из E3.KS1



ВКФ из E7.KS1

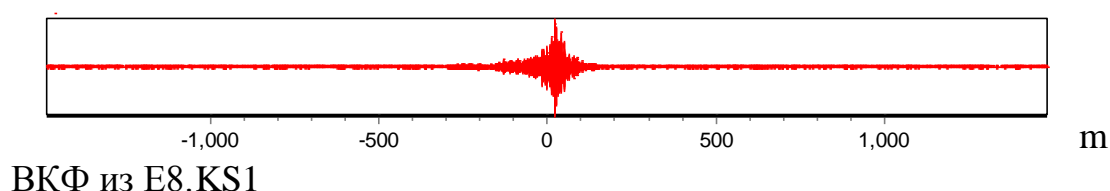


Рис. 4.2 Графики корреляционных функций.

Анализ ВКФ на рис.4.2 позволяет сделать следующие выводы:

- размытый вид ВКФ сигналов, снятых с “подачи” (см. рис. 4.2 графики ВКФ из E3.KS1 и E5.KS1) по сравнению с видом ВКФ сигналов, снятых с “обратки” (ВКФ из E7.KS1 и E8.KS1) говорит о том, что утечка на “обратке”;
- вид ВКФ E8.KS1 наиболее выразителен (имеет наименьший уровень фона относительно максимума ВКФ), что говорит о наибольшей достоверности координаты утечки, определяемой по E8.KS1.

Для определения координаты утечки по E8.KS1 следует учесть смещение датчика “С” течеискателя “К-10” внутри ТК на 2.7 М, в результате длина секции в режиме “Ввод исходных данных” составит  $82\text{М} + 2.7\text{М} = 84.7\text{М}$ . Из таблицы скоростей находим значение 1248 М/С. В режиме “Анализатор dt ВКФ”, отобразив ВКФ из E8.KS1 определили расстояние от датчика “А2” до утечки  $L_m = 56,78\text{ М}$ . От датчика “С3” :  $82 - 56,78 = 25.22\text{ М}$ .

Заметим, что значение 25 М попадает в участок 22...26 М повышенного шума в грунте над трубопроводом, найденным течеискателем “А-10”.

Совпадение показаний течеискателей “К-10” и “А-10” говорит о высокой достоверности координаты 25 М от датчика “С3” как координаты утечки.

#### Результаты вскрытия

По данным, полученным из РТС-2, погрешность указанного местоположения утечки – не более 0.5 М.

#### **4.2 Поиск утечки 11.10.99. на ул. Саксаганского возле дома N12 между ТК404/1 и ТК 342с.**

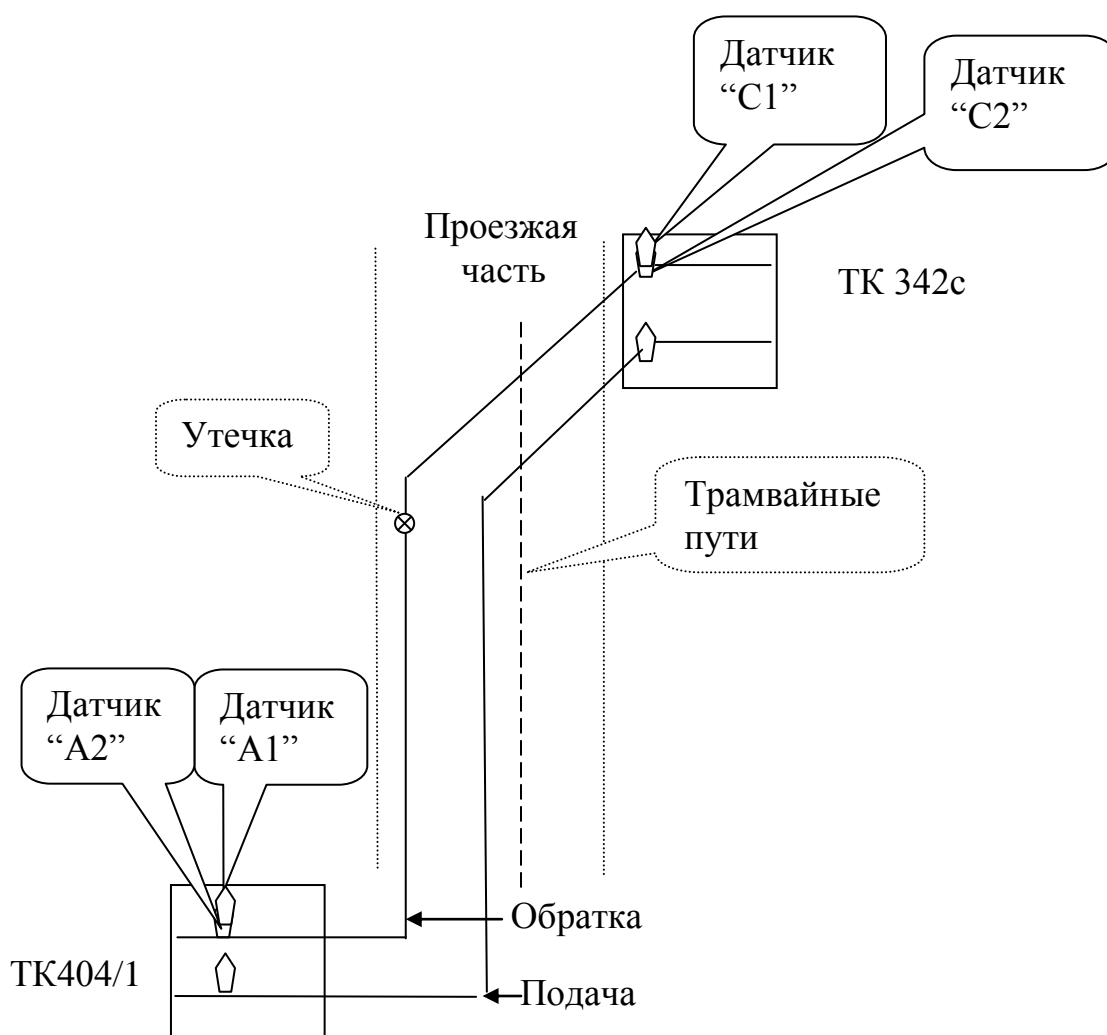


Рис.4.3 План диагностируемого участка трубопроводной сети

#### Исходные данные

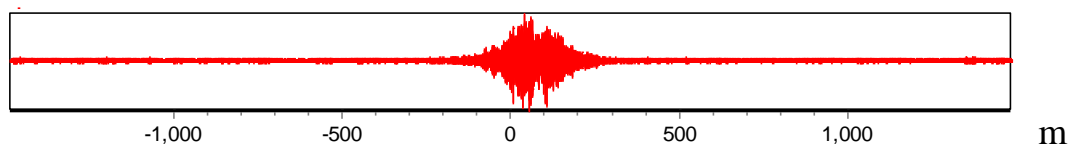
Длина диагностируемого участка трубопровода – 102 М, диаметр трубы – 720 ММ, температура теплоносителя – 65° С в подаче и 45°С в обратке. Заливается ТК342с. Труба лежит под проезжей частью с интенсивным движением, трамвайной линией и перекрестком.

#### Ход и результаты обследования

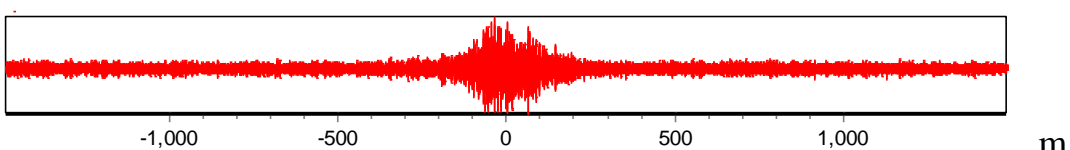
По показаниям “А-10” определено, что наибольший уровень вибрации в местах установки датчиков ВДМ – на обратной трубе в ТК 342с. Это, а также залитие ТК 342с по каналу обратной трубы говорит о том, что утечка на обратной трубе.

Для указанных на рис.4.3. положений датчиков, с помощью течеискателя “К-10”, сделаны записи сигналов и вычислены взаимные корреляционные функции (ВКФ) этих сигналов. Положение датчиков в ТК, указанные в одном месте, различаются сдвигом на 90° вокруг оси трубы.

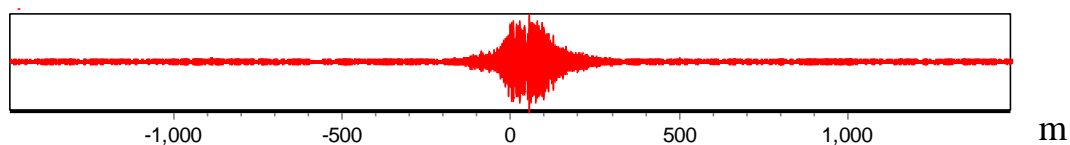
Положение датчиков в ТК	Название файла сигнала	Название файла ВКФ
A1-C1	QW1.WAV	QW1.KS1
A1-C2	QW4.WAV	QW4.KS1
A2-C2	QW5.WAV	QW5.KS1



ВКФ из QW1.KS1



ВКФ из QW4.KS1



ВКФ из QW5.KS1

Рис.4.4 Графики корреляционных функций.

Анализ вида ВКФ позволяет сделать следующие выводы:

- все графики ВКФ существенно размыты, что указывает на сложное распространение вибросигналов в виде волн с существенно различными скоростями и различными резонансными частотами, частотный анализ ВКФ в режиме “Анализатор dt ВКФ” подтверждает данный вывод;
- вид ВКФ QW5.KS1 наиболее выразителен и симметричен, что говорит о наибольшей достоверности координаты утечки, определяемой по QW5.KS1.

Из таблицы скоростей нашли значение 1084 М/С. В режиме “Анализатор dt ВКФ”, отобразив ВКФ из QW5.KS1 определили расстояние от датчика “А2” до утечки  $L_m=80,7$  М.

Провести поиск утечки и подтвердить указанную координату по положению максимума шума в грунте над трассой не удалось ввиду интенсивного движения автотранспорта.

#### Результаты вскрытия

Вскрытие бригадой РТС-5 проведено 13.10.99. Координата утечки – 79 М. от ТК 404/1. Утечка обнаружена сразу (без

дополнительного разрытия теплотрассы) и представляла собой щель сложной формы в области контакта трубы с неподвижной опорой (“под” трубой) .

#### 4.3 Поиск утечки 29.06.00. на ул. Красноармейская возле дома N136 между ТК 713В и ТК714.

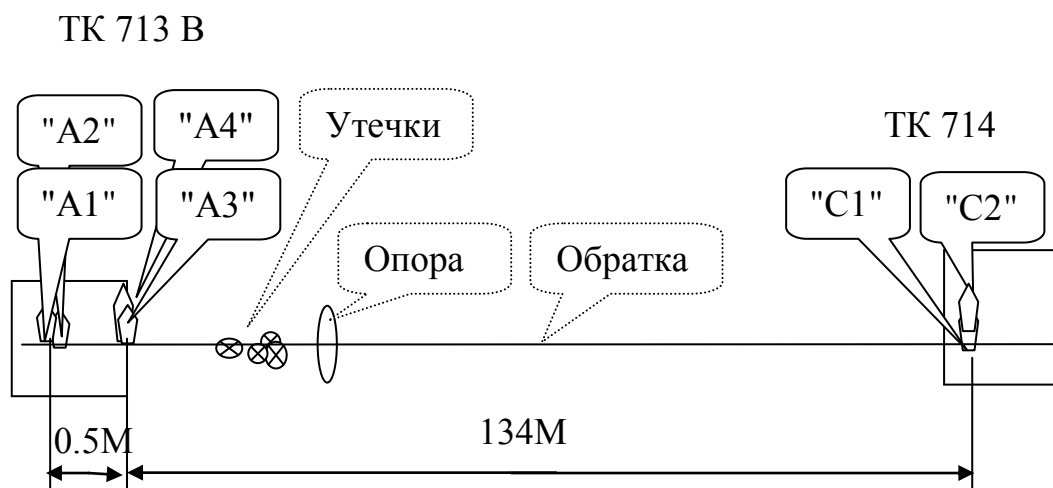


Рис.4.5 План диагностируемого участка трубопровода

#### Исходные данные.

Участок пролегает вдоль проезжей части. Расстояние между датчиками 134 М, диаметр трубы – 630 ММ, температура теплоносителя – 65° С в подаче и 45°С в обратке. Заливает ТК 714 по каналу обратки.

#### Ход и результаты обследования

По показаниям “А-10” определено, что наибольший уровень вибрации в местах установки датчиков ВДМ – на обратной трубе в ТК 713 В. Это, а также заливте ТК 714 по каналу обратной трубы говорит о том, что утечка на обратной трубе.

При указанных на плане участка положений датчиков, с помощью течеискателя “К-10”, сделаны записи сигналов и вычислены взаимные корреляционные функции (ВКФ) этих сигналов. Положение датчиков в ТК, указанные в одном месте, различаются сдвигом на 90° вокруг оси трубы.

Положение датчиков в ТК	Название файла сигнала	Название файла ВКФ
C1-A1	Libid0.WAV	Libid0.KS1
C1-A2	Libid1.WAV	Libid1.KS1
C1-A3	Libid2.WAV	Libid2.KS1
C1-A4	Libid3.WAV	Libid3.KS1

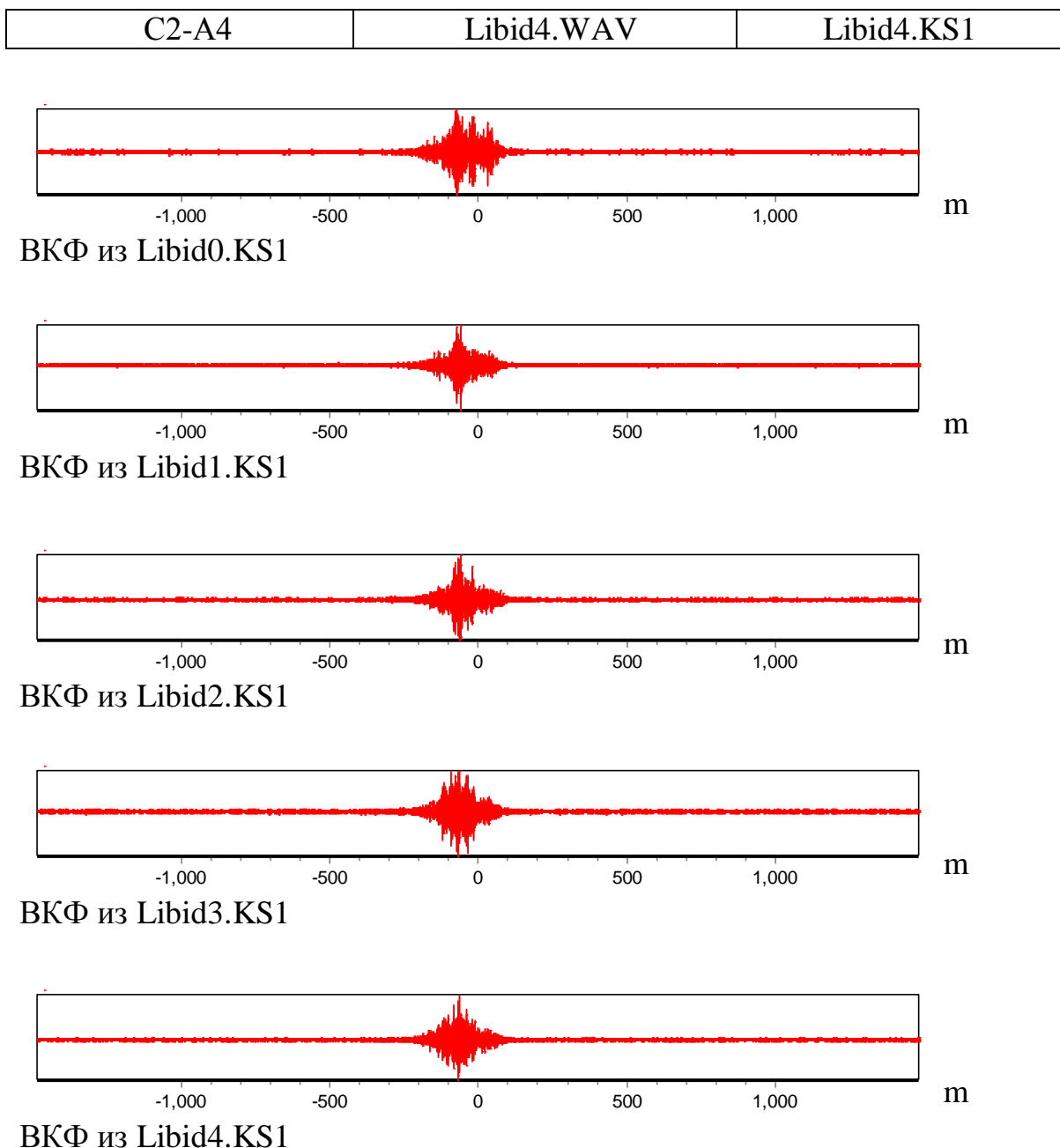


Рис.4.6 Графики корреляционных функций.

Анализ вида ВКФ (рис.4.6) позволяет сделать следующие выводы.

Все графики ВКФ имеют размытый вид. Однако в отличие от примера 2 (ул. Саксаганского 12), анализ ВКФ в режиме “Анализатор dt ВКФ” показал:

- основная мощность ВКФ сосредоточена в относительно компактном диапазоне частот 500 Гц...1500 Гц;
- в указанном диапазоне частот величины временных задержек изменяются относительно мало.

Указанные особенности позволяют предположить, что многоэкстремальный вид ВКФ обусловлен не множеством волн, а пространственным распределением источников шума на трубе в

пределах 1- 2 метров. Координаты области шума можно оценить по наиболее часто повторяющимся задержкам ВКФ в энергетически насыщенной области частот ВКФ (500...1500 Гц). Вид ВКФ Libid4.KS1 наиболее выразителен, что говорит о наибольшей достоверности координаты источников шума, определяемой по Libid4.KS1.

Из таблицы скоростей нашли значение 1084 М/С. В режиме “Анализатор dt ВКФ”, отобразив на экране ВКФ из Libid4.KS1, определили расстояние от места установки датчика “А3” до утечки  $L_m=31,7$  М.

Обследование течеискателем “А-10” с датчиком ВДГ области грунта над трассой в районе нескольких метров от указанной течеискателем “К-10” координаты дало следующие результаты. Максимальный уровень шума зарегистрирован на расстоянии 31 М от камеры ТК 713 В. Уровень шума быстро уменьшается к 30 М и медленно спадает к 34 М.

Из проведенного анализа сделан вывод, что на участке 31 ... 32,5 М находится несколько утечек.

#### Результаты вскрытия

Вскрытие бригадой РТС-5 проведено 4-6 июля. Координаты повреждений указаны верно. На участке длиной 0.8 М обнаружено 5 утечек. Если смотреть от ТК 714, то ближе к ТК 714 находится опора в виде бетонного кольца (блока), которое плотно обжимает трубы. Это создает условие для отражения вибросигналов утечки и способствует увеличению интервала корреляции ВКФ. За опорой, в 1 м. с обеих сторон трубы – утечки. 1-я – под углом 4 часа (диаметром 2мм), 2-я в том же поперечном сечении трубы – под углом 8 часов (диаметром 2мм), 3-я через 10 см по осевой линии трубы под тем же углом (диаметром 3мм), 4-я еще через 0.7м по осевой линии под углом 7 часов (щель длиной 3см шириной 2-3мм), и рядом есть еще один свищ (отверстие под трубой, видна только струя воды).

#### **4.4 Поиск утечки 17.08.00. на ул. Якира между ТК 115 и ТК114.**



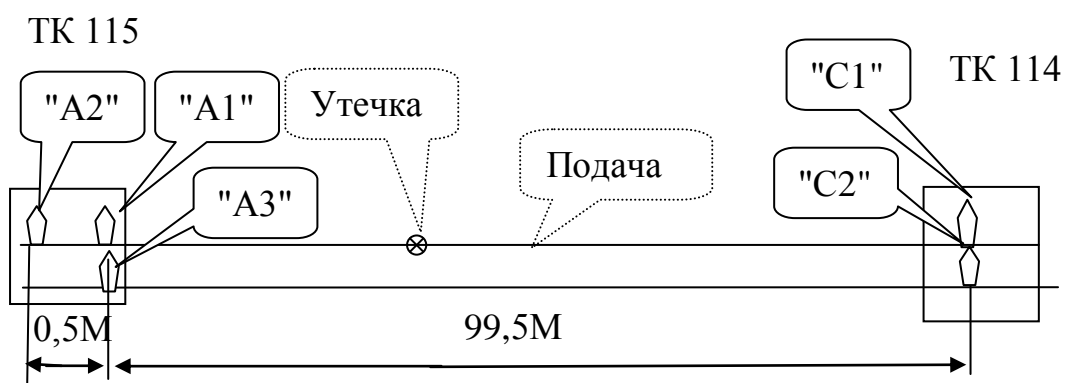


Рис.4.7 План диагностируемого участка трубопроводной системы

#### Исходные данные

Участок пролегает вдоль проезжей части. Расстояние между датчиками 99,5 М, диаметр трубы – 400 ММ, температура воды – 30° С. Залита ТК 115.

#### Ход и результаты обследования

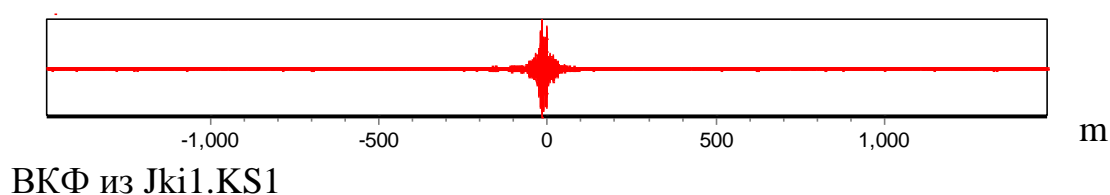
С помощью течеискателя “А-10” измерили уровни вибрации в ТК в местах установки датчиков ВДМ:

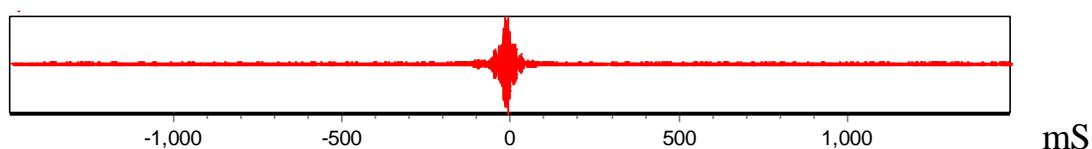
“А1” – уровень 160; “А3” – уровень 120; “С1” – уровень 103; “С2”- уровень 16.

Из распределения уровней вибросигналов следует, что утечка на подаче, вероятнее всего ближе к ТК 115.

С помощью течеискателя “К-10” сделаны записи сигналов и вычислены взаимные корреляционные функции (ВКФ) этих сигналов.

Положение датчиков в ТК	Название файла сигнала	Название файла ВКФ
A1-C1	Jki0.WAV	Jki0.KS1
A1-C2	Jki1.WAV	Jki1.KS1





ВКФ из Jki0.KS1

Рис.4.8 Графики корреляционных функций.

Анализ вида ВКФ (Рис.4.8) позволяет сделать следующие выводы.

Оба графика ВКФ указывают сходные координаты  $-40$  М от места установки датчика “А1” (видно в режимах “Корреляция” и “Анализатор dt ВКФ”). Анализ ВКФ в режиме “Анализатор dt ВКФ” показал:

- основная мощность ВКФ сосредоточена в относительно компактном диапазоне частот 500 Гц...1500 Гц;
- в указанном диапазоне частот величины временных задержек изменяются мало в окрестности координаты 40 М.

Обследование течеискателем “А-10” с датчиком ВДГ области грунта над трассой в районе нескольких метров от указанной течеискателем “К-10” координаты не подтвердило местонахождение утечки .

Для разрытия грунта над утечкой указана координата 40 М.

#### Результаты вскрытия

По данным РТС1, координаты утечки указаны точно. Утечка диаметром 5 ММ находилась под слоем неповрежденной изоляции, которая заглушала шум воды и являлась преградой для ударов струи воды из течи в короб, грунт либо внешнюю поверхность соседней обратной трубы. Это объясняет плохое прохождение шума утечки на поверхность грунта и отсутствие регистрации утечки течеискателем “А-10”.

## 5. ЗАРЯД АККУМУЛЯТОРОВ

Электропитание приборного комплекса производится от встроенных аккумуляторов. Типы аккумуляторов в различных блоках и применяемые зарядные устройства приведены в таблице.

№	Наименование блока приборного комплекса	Тип и характеристики аккумулятора	Зарядное устройство
1	Системный блок течеискателя К-10.2	Герметичный свинцовый, 12 В, 7 а/час	АЗУ-12-7
2	Выносной радиоблок течеискателя К-10.2	Герметичный свинцовый, 6 В, 7 а/час	АЗУ-12-7
3	Электронный блок течеискателя А-10	Герметичный свинцовый, 6 В, 1,2 а/час	ЗУ-6-1.2
4	Компьютерная платформа течеискателя К-10.2	Литий-ионный 10,8 В, 3,6 а/ч	РА2445U

Автоматическое зарядное устройство АЗУ-12-7 предназначено для заряда свинцовых герметичных аккумуляторов на напряжение 12 В емкостью 7 а/ч (встроен в СБ) или двух аккумуляторов на напряжение 6 В емкостью 7 а/ч (встроены в ВРБ), включенных последовательно. Характеристики зарядного устройства оптимальны для заряда аккумуляторов такой емкости. Сначала производится ускоренный заряд большим током (индикация этого режима - светится желтый индикатор "Заряд"), при достижении порогового значения напряжения на аккумуляторе, устройство автоматически прекращает заряд, переходя в режим компенсации токов утечек аккумулятора (индикатор "Заряд" не светится). В этом режиме устройство может находиться сколь угодно долго - перезаряд аккумулятора исключен.

Зарядное устройство ЗУ-6-1.2 предназначено для заряда герметичного свинцового аккумулятора на напряжение 6 В емкостью 1.2 а/ч, установленного в электронном блоке течеискателя А-10. Это устройство не является автоматическим. Поэтому время заряда не должно превышать 8 часов.

Для заряда аккумулятора встроенного в компьютерную платформу используется штатный блок питания типа РА2445U.

### 5.1. Заряд аккумулятора СБ течеискателя К-10

Заряд аккумулятора системного блока течеискателя К-10.2 производится от автоматического зарядного устройства АЗУ-12-7. Порядок выполнения этой операции следующий (Рис.5.1).

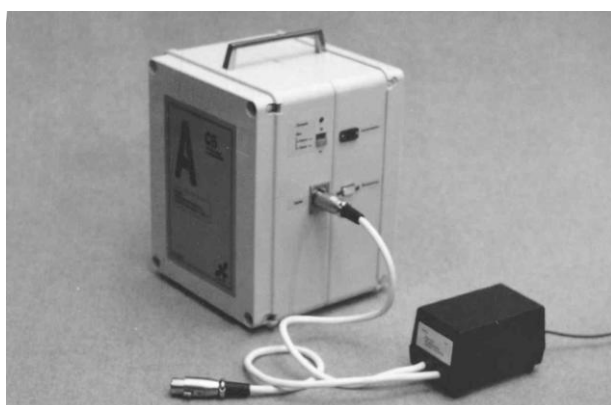


Рис.5.1. Заряд СБ течеискателя К-10.2 с помощью автоматического зарядного устройства АЗУ-12-7

- Подключить АЗУ-12-7 к сети 220 В. Должен светиться зеленый индикатор на панели .
- Проверить, что тумблер "Вкл" СБ установлен в положение "Заряд".
- Подключить один из выходных кабельных разъемов АЗУ-12-7 к блочному разьему "Заряд" СБ. Должен светиться желтый индикатор "Заряд" на панели АЗУ-12-7.
- По мере заряда аккумулятора яркость индикатора "Заряд" уменьшается. В конце заряда индикатор должен погаснуть.
- Время полного заряда - не более 7 часов.
- Рекомендуется подзаряжать аккумулятор при первой возможности. Применяемое АЗУ-12-7 обеспечивает безопасный заряд аккумуляторов, исключает опасность перезаряда.

## 5.2. Заряд аккумуляторов ВРБ течеискателя К-10

Заряд аккумуляторов выносных радиоблоков течеискателя К-10.2 производится от автоматического зарядного устройства АЗУ-12-7. Одновременно производится заряд двух ВРБ. Порядок выполнения этой операции следующий (Рис.5.2).

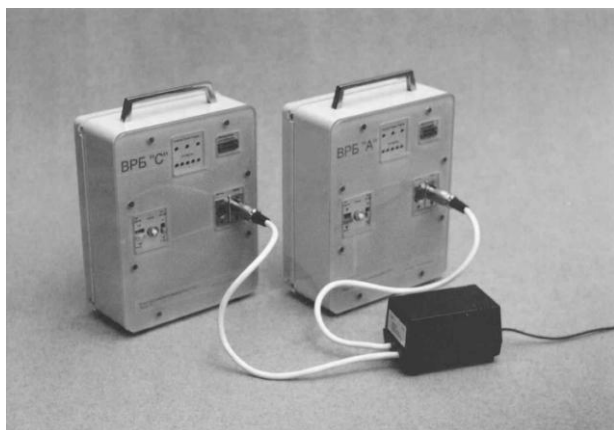


Рис.5.2. Заряд двух ВРБ течеискателя К-10.2 с помощью автоматического зарядного устройства АЗУ-12-7

- Подключить АЗУ-12-7 к сети 220 В. Должен светиться зеленый индикатор на панели .
- Проверить, что тумблеры "Вкл" на обоих ВРБ установлены в положение "Заряд".
- Подключить оба выходных кабельных разъема АЗУ-12-7 к блочным разъемам "Заряд" двух ВРБ. Должен светиться желтый индикатор "Заряд" на панели АЗУ-12-7.
- По мере заряда аккумулятора яркость индикатора "Заряд" уменьшается. В конце заряда индикатор должен погаснуть.
- Время полного заряда - не более 7 часов.
- Рекомендуются подзаряжать аккумуляторы при первой возможности. Применяемое АЗУ-12-7 обеспечивает безопасный заряд аккумуляторов, исключает опасность перезаряда.

## 5.3. Заряд аккумулятора течеискателя А-10

Заряд аккумулятора электронного блока течеискателя А-10 производится от зарядного устройства ЗУ-6-1.2. Порядок выполнения этой операции следующий.

- Подключить ЗУ-6-1.2 к сети 220 В.
- Проверить, что переключатель "Режим" электронного блока А-10 установлен в положение "Откл".
- Подключить выходной кабельный разъем зарядного устройства к блочному разъему "Заряд" электронного блока А-10.
- Для полного заряда аккумулятора достаточно 7 ... 8 часов. Проведение более длительного заряда необходимо исключить.
- Желательно проводить подзарядку аккумулятора небольшими порциями по мере разряда аккумулятора. Например после 5 дней интенсивной работы провести подзарядку в течение 1 ... 2 часов.

Контроль уровня заряда аккумулятора можно вести с помощью встроенного в электронный блок А-10 вольтметра. Если установить переключатель в положение "Бат" вольтметр покажет напряжение на аккумуляторе (при этом заряд прекращается). Нормальный уровень напряжения 6,2 В ... 6,27 В. В процессе заряда напряжение растет до 6,27 В, затем падает до 6,25 В. На этом уровне можно останавливать заряд. Запрещено работать при разряде аккумулятора до напряжения 5,7 В - необходима срочная подзарядка.

## 6. ТРАНСПОРТНАЯ УКЛАДКА

Транспортная укладка приборного комплекса (Рис.6.1) состоит из трех мест - двух сумок и дипломата. Сумки имеют ручки для переноски и наплечные ремни.

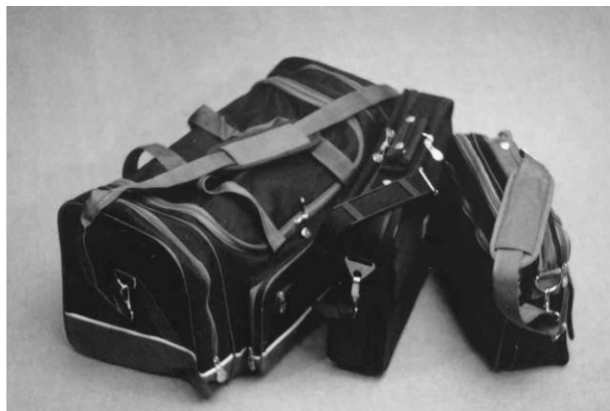


Рис.6.1. Транспортная укладка приборного комплекса.

Компьютерная платформа (ПК Notebook) укладывается в дипломат, в котором предусмотрены специальные средства крепежа. Сетевой блок питания и выносной накопитель на гибких дисках также складываются в дипломат.

Все остальное оборудование течеискателя К-10.2 укладывается в большую сумку (Рис.6.2). Системный

блок и выносные радиоблоки размещаются в центре сумки в трех

секциях. Манипуляторы (МСБ и два МВРБ), вибродатчики (два ВРБ) и зарядное устройство (АЗУ-12-7) размещаются в боковых карманах.



Рис.6.2. Упаковка выносного оборудования течеискателя К-10.2.

Течеискатель А-10 в полном комплекте упаковывается в малую сумку. В центре сумки в двух секциях размещаются электронный блок А-10 и корпус вибродатчика ВДГ. Сверху укладываются головные телефоны. В передний карман укладывается в разобранном виде вибродатчик ВДШ, ручка от вибродатчика ВДГ и зарядное устройство ЗУ-6-1.2.

Документация укладывается в карманы сумок и в дипломат.

## 7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПЛАТФОРМЕ

В случае каких-либо сбоев программного обеспечения следует воспользоваться прилагаемым CD-ROM.

Следует скопировать директорию Q-KO7 на диск "С:" компьютерной платформы.

В директории "Q\_KO7" на CD-ROM находятся две поддиректории:

- PROGRAM. Здесь содержатся программные файлы. Запускаемым является файл "kor10\_7.exe". Вносить какие-либо коррективы в этой поддиректории запрещено.
- DATA. Здесь должны храниться все данные (файла выборок сигналов, файлы корреляций и др.). На CD-ROM в этой директории записано несколько примеров.

Размещение пиктограммы на рабочем столе и организация вызова программы "kor10\_7.exe" осуществляется обычным способом.