

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕРЕНИЯ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ТРАНСФОРМАТОРНОГО
МАСЛА
«ТАНГЕНС-3М»**

Руководство по эксплуатации

ТМ-3М.00.00.00РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение изделия
2. Технические данные
3. Комплектность
4. Устройство и принцип работы
5. Указания мер безопасности
6. Порядок работы
7. Техническое обслуживание
8. Транспортирование и хранение
9. Свидетельство о приёмке
10. Гарантийные обязательства
11. Сведения о рекламациях

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

- 1.1. Автоматизированная установка измерения диэлектрических потерь трансформаторного масла «Тангенс-3М» (в дальнейшем по тексту – установка) предназначена для определения тангенса угла диэлектрических потерь трансформаторного масла по ГОСТ 6581-75 при частоте 50 Гц.
- 1.2. Установка рассчитана для эксплуатации в помещениях при рабочих значениях температуры воздуха от плюс 15° С до плюс 35° С, относительной влажности 80 % при температуре плюс 20° С и атмосферном давлении 84,0 – 106,7 кПа (630 – 800 мм. рт. ст.).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Установка измеряет диэлектрическую проницаемость, емкость и тангенс угла потерь, напряжение, приложенное к измерительной ячейке (далее рабочее напряжение), температуру пробы трансформаторного масла¹⁴.

Диапазон измерений тангенса угла потерь	0,0001-1.0
Погрешность измерений тангенса угла потерь	$\pm 0,01 \text{ tg} + 0,0001$
Действующее напряжение, приложенное к измерительной ячейке, соответствующее напряженности поля 1МВ/м, В	2000
Погрешность установки высокого напряжения (при изменении сетевого напряжения в пределах 195– 235 В)	$\pm 2,5\%$
Диапазон измерений рабочего напряжения, В	0 – 2700
Пределы допускаемой относительной основной погрешности при измерении рабочего напряжения, %	1,0
Диапазон измерений емкости, пФ	0,001 – 150
Диапазон работы нагревателя, °С	10 – 90
Точность измерения температуры, °С ¹	± 1
Время измерения, включая калибровку и нагрев до 90 градусов (с проведением измерений через 10 градусов), мин.	15
Измерительная ячейка по ГОСТ 6581-75, трехэлектродного типа	
Напряжение питающей сети однофазного переменного тока, В	220 \pm 22
Потребляемая мощность, кВА, не более	0,3
Габаритные размеры, мм	400*350*80
Масса, кг, не более	6

¹⁾ характеристики канала измерения температуры, введенного для удобства пользователя, не регламентируются ГОСТ 6581-75, не подлежат поверке и приводятся для справки.

В микроконтроллере установки предусмотрено программное обеспечение, позволяющее переписать из установки в стационарный персональный компьютер (ПК) файл, содержащий результаты измерений. При этом ПК подключается к мосту через последовательный интерфейс (RS232C).

ПК должен быть IBM – совместимым и иметь следующие характеристики:

- операционная система Windows 95 (98);
- объем оперативной памяти - не менее 16МБ;
- процессор - не ниже Pentium-100;
- дисплей - не ниже SVGA;
- поддержка цветовой палитры 16 бит;
- объем дисковой памяти - не менее 5МБ;
- наличие манипулятора типа "мышь";
- наличие одного свободного последовательного порта (RS232).

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

НАИМЕНОВАНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	КОЛ.
1. Установка «Тангенс-3М»	ТМ-3М.00.00.00	1
2. Ячейка измерительная ЯПИ-3	ЯПИ-3/00.00.00	2
3. Кабель сетевой		1
<u>ДОКУМЕНТЫ</u>		
4. Установка «Тангенс-3М» Руководство по эксплуатации	ТМ-3М.00.00.00РЭ	1
5. Ячейка измерительная ЯПИ-3. Паспорт	ЯПИ-3/00.00.00ПС	2
6. Метрологический аттестат ХЦСМС		1

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1.. Структурная схема установки приведена на рис. 4.1.

Ячейка, эталонный конденсатор ($C_{э}$), ПТН, РПТН образуют мостовую схему измерения. УСН усиливает сигнал неравновесия до уровня, необходимого для эффективной работы ВАЦП. ВАЦП, представляет собой синхронный детектор с опорным колебанием и АЦП, подключенного к выходу УСН. Опорное колебание микроконтроллером устанавливается с 0 или 90° сдвигом фазового угла относительно ФСИ. Значения кодов, считываемых микроконтроллером с ВАЦП, пропорциональны соответствующим квадратурным составляющим сигнала неравновесия.

Сравниваемые токи преобразовываются в напряжение ПТН и РПТН, сумматор Σ выделяет сигнал неравновесия, который усиливается УСН и преобразовывается в коды ВАЦП. Микроконтроллер, управляя РПТН (коэффициент преобразования 0÷1000), уравнивает два тока.

ФСИ вырабатывает импульсы синхронные с частотой сети питания и измерительным сигналом. Период данных импульсов измеряется при помощи микроконтроллера. Благодаря этому формируемые им опорные колебания для синхронного детектора ВАЦП когерентны с токами, сравниваемыми сумматором.

Стабилитроны VD1, VD2, коммутаторы K1 и K2, а также предохранители предназначены для предохранения измерительной цепи от перегрузок по току.

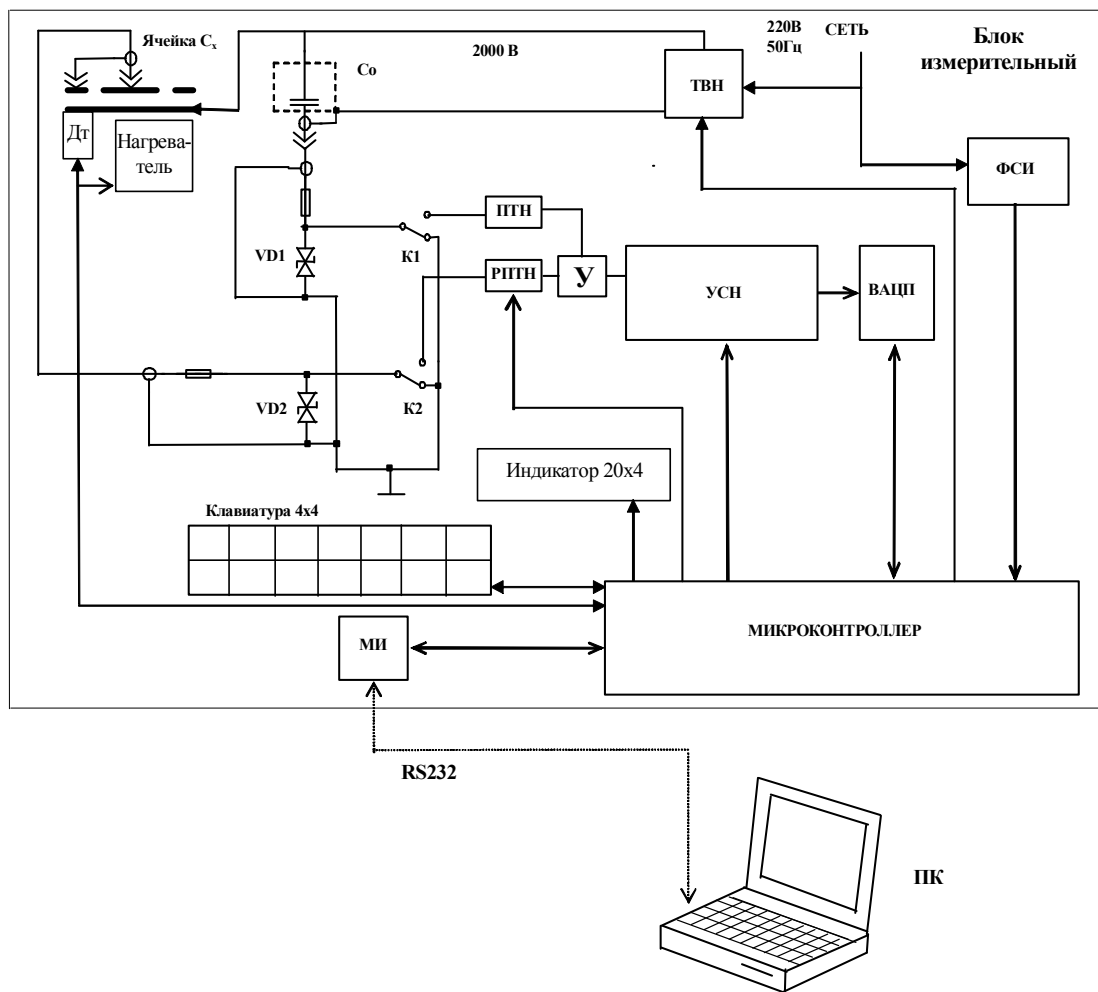


Рис.1

Дт – датчик температуры; ПТН – преобразователь ток-напряжение; РПТН – регулируемый преобразователь ток-напряжение; ТВН – трансформатор высокого напряжения; ФСИ – формирователь синхроимпульсов; УСН – усилитель сигнала неравновесия; ВАЦП – векторный аналого-цифровой преобразователь; C_3 – эталонный конденсатор; МИ – модуль интерфейса; ПК - персональный компьютер.

Основой, на которой базируется процесс измерения, является вариационный метод измерения. Используемая в установке разновидность вариационного метода измерения предусматривает изменение (вариацию) измеряемой величины (отношения токов текущих через образцовый конденсатор C_3 и измерительную ячейку C_x) на известное с необходимой точностью значение. Разность значений измеряемой величины до и после вариации используется в качестве калибровочного сигнала. Вычисления, необходимые для получения результата, осуществляет микроконтроллер.

Процесс измерения можно условно разделить на следующие основные этапы:

- измерение рабочего напряжения;
- уравнивание измерительной цепи;
-

- измерение значения остаточного сигнала неравновесия и "нулей" прибора (при отключенных с помощью коммутаторов К1 и К2 сравниваемых токах);
- вычисление результата измерения по равновесным значениям коэффициента преобразования РПТН и значению остаточного сигнала неравновесия;
- исключение из результата систематической погрешности.

После уравнивания с помощью ВАЦП измеряется остаточный сигнал неравновесия. Используя результат этого измерения и коэффициент преобразования РПТН, а также значения емкости и тангенса угла потерь образцовой цепи (C_0), микроконтроллер производит вычисление и вывод на четырехстрочный ЖКИ дисплей значений:

- емкости C_x объекта;
- тангенса угла потерь объекта измерения;
- диэлектрической проницаемости;
- действующего значения рабочего напряжения.

Управление элементами, участвующими в выполнении указанных выше операций, диалог оператора с установкой, а также передачу измерительной информации в ПК осуществляет микроконтроллер.

В установке предусмотрен последовательный интерфейсный порт (МИ) для связи с ПК (RS232). При использовании установки с ПК можно переписать данные измерений, хранящиеся в энергонезависимой памяти для дальнейшей обработки результатов измерений стандартными программами.

4.2. Конструкция установки

Установка состоит из блока измерительного, блока нагревателя с регулятором мощности и вентилятором охлаждения, источника высокого напряжения и измерительной ячейки трехэлектродного типа.

На рис. 2 показан внешний вид верхней панели установки, на рис. 3 изображен внешний вид установки со сдвинутой панелью

Прибор оборудован блокировкой, исключающей возможность подачи высокого напряжения и включения нагревателя при выдвинутой каретке. Блок высокого напряжения имеет схему защиты от пробоев.

5. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Прежде чем приступить к работе на аппарате, необходимо изучить руководство по эксплуатации установки «Тангенс-3М».

5.2. На всех стадиях испытаний и эксплуатации установки должно быть обеспечено соблюдение правил техники безопасности и выполнение инструкций по безопасному проведению каждого вида работ.

5.3. Измерительная ячейка установки при проведении измерений может находиться под опасным для жизни напряжением, поэтому прикосновение к ней при проведении измерений категорически запрещается!

5.4. Заземление пульта управления осуществляется при помощи заземляющей жилы сетевого кабеля.

5.5. Запрещается работать на аппарате с неисправной сетевой блокировкой.

5.6. Отключение установки от сети производить только после отключения питания кнопкой «ВЫКЛ».

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Подключить кабель питания в разъем с надписью "Сеть" и к питающей сети. Для включения установки переключить тумблер включения питания в положение "Вкл.". На дисплее установки, появится надпись:

"Тангенс-М" 12:30:59 23/08/2002 Вставьте пустую ячейку

Окно 1

Сдвинуть верхнюю панель установки вправо (Рис.3), при этом сработает блокировка высокого напряжения и нагревателя. Снять крышку термостата, освободив доступ к рабочему месту измерительной ячейки. Установить чистую пустую ячейку в термостат установки и подсоединить контактор 6, как показано на рис. 4.

Закрывать крышку термостата. Сдвинуть верхнюю панель влево до упора.

Все дальнейшие действия по управлению процессом измерения осуществляются с помощью 16-ти кнопочной клавиатуры и 4-х строчного индикатора, расположенных на верхней панели установки.

6.2. Режим настройки прибора.

Для определения емкости и тангенса угла потерь пустой ячейки необходимо произвести измерение нажатием кнопки "**C₀, tg₀**".

Встроенный контроллер проверяет:

- состояние блокировки,
- подает высокое напряжение и измеряет его,
- измеряет температуру установленной ячейки,
- измеряет значение емкости и тангенса, установленной пустой ячейки,
- выдает сообщение о готовности к работе на четырехстрочный дисплей.

На индикаторе появятся результаты измерения:

Окно 2

U=2010V tg=0,00008
C₀= 15,27пФ
Налейте масло и
нажмите "Пуск"

Полученное значение $\text{tg } \delta_0$ должно вычитаться далее во всех измерениях $\text{tg } \delta$ ($\text{tg } \delta_x - \text{tg } \delta_0$), до тех пор пока не будет проведена новая калибровка (нажата кнопка «C₀, tg₀») или аппарат будет выключен/включен.

6.3. Возможные нештатные ситуации

- Если отсутствует высокое напряжение (или оно ниже нормы 2000 ± 60 В) или значение $C_0 < 5$ Ф на индикаторе появится надпись

Окно 3

ПРОВЕРЬТЕ
ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЯЧЕЙКИ U = 0 В

- Если значение $\text{tg } \delta > 0,0002$ появится предупреждение "**Ячейка грязная**" в течении 2 сек.
- Блокировка разомкнута изначально или разомкнулась до окончания процесса измерения. В этом случае отключается высокое напряжение, (нагреватель еще не включался) и выводится надпись

Окно 4

ПРОВЕРЬТЕ БЛОКИРОВКУ !!!

После замыкания блокировки процесс продолжается.

- Оператор нажал кнопку «СТОП» до окончания процесса измерения, пока еще не было выведено **окно 5**.

В этом случае прибор возвращается в исходное состояние **Окно 1**

Если оператор нажал кнопку «СТОП», или повторно нажал кнопку «C₀, tg₀», или открыл крышку (сработала блокировка), то возвращаемся к **Окну 1**

6.4. Ввод номера пробы масла (далее – проба)

Перед определением параметров трансформаторного масла (диэлектрическая проницаемость и тангенс угла потерь) для правильного формирования архива измерений необходимо ввести номер пробы.

Для этого необходимо нажатием кнопки \leftarrow войти в меню, при помощи кнопок \uparrow , \downarrow выбрать режим "**Проба масла**" нажать \leftarrow для входа в режим набора номера пробы, при помощи цифровых кнопок "0"- "9" набрать номер, который будет записываться в архив, и нажать \leftarrow для выхода в меню.:

6.5. Измерение параметров масла

Для определения параметров масла при температурах: начальная (комнатная), 70°C и 90°C необходимо нажать кнопку "**Пуск 1**".

Для определения параметров диэлектрика при температурах: начальная (комнатная), через каждые 10°C до 90°C необходимо нажать кнопку "**Пуск 2**".

Установка произведет измерение при комнатной температуре и результаты измерения выведет на индикатор:

Окно 5

Текущая	T=25C
U=2000B	T=25C
Ex=2,0001	
tgx=0.00022	П=101

Затем контроллер выключит высокое напряжение, включит нагреватель и по достижению определенной температуры диэлектрика (задается режимом "**Пуск 1**" или "**Пуск 2**") произведет измерение.

Окно 6

Текущая	T=71C
U=2000B	T=70C
Ex=2,0001	
tgx=0.00022	П=101

По окончании серии измерений (последнее измерение в любом режиме производится при 90°C) выключится нагрев, включится принудительное охлаждение.

Окно 7

Охлаждение	T=71C
U=2000B	T=90C
Ex=2,0001	
tg=0.1254	П=101

По достижению температурой диэлектрика 40°C выключится охлаждение и на индикаторе появится надпись "**Охлаждение выкл.**".

Серию измерений можно прервать кнопкой "**Стоп**". После ее нажатия, если температура диэлектрика >40°C, включится охлаждение. возможным просмотр уже проведенных измерений при помощи кнопок \uparrow , \downarrow можно просмотреть все измерения в серии.

Установка произведет действия по пп.6.5.1-6.5.5.

6.6. Корректировка системных часов

Для корректировки времени и даты необходимо кнопкой \leftarrow войти в меню, при помощи кнопок \uparrow , \downarrow выбрать режим "**Время и дата**" нажать \leftarrow для входа в режим, при помощи кно-

пок ↑, ↓ набрать время и дату, а при помощи кнопок ←, → менять позицию ввода, нажать ↵ для выхода в меню.

6.7. Просмотр архива

Для просмотра архива необходимо кнопкой ↵ войти в меню, при помощи кнопок ↑, ↓ выбрать режим "Просмотр архива" нажать ↵ для входа в режим. На индикаторе отобразится три режима просмотра:

Окно 8

Просмотр архива: >>Дата и время Проба масла Весь архив

6.7.1. Просмотр архива по дате и времени

При входе в этот режим просмотра архива оператору предлагается ввести промежуток времени, в котором будет произведен поиск результатов. При помощи кнопок ↑, ↓ меняются числовые значения, а при помощи кнопок ←, → меняется позиция ввода. Набор даты и времени заканчивается кнопкой ↵. По умолчанию определяются границы поиска за текущий день. На индикатор выводятся следующие параметры:

- дата и время измерения;
- температура диэлектрика на момент измерения;
- номер пробы диэлектрика;
- номер записи в архиве (для справки);
- диэлектрическая проницаемость ϵ_r и тангенс угла потерь диэлектрика $\text{tg}\delta$ для измерений параметров диэлектрика;
- емкость ячейки C_0 и тангенс угла потерь $\text{tg}\delta_0$ для измерений пустой ячейки.

При нажатии ↑ происходит поиск следующей записи в архиве, при нажатии ↓ предыдущей записи. В этом режиме на индикатор выводятся все измерения, произведенные за указанный промежуток времени.

6.7.2. Просмотр архива по пробе масла

При входе в этот режим оператору необходимо ввести номер пробы диэлектрика для которой будет произведен поиск результатов измерения, по умолчанию устанавливается текущий номер пробы масла.

Номер пробы набирается кнопками "0"- "9" на клавиатуре, после ввода необходимо нажать ↵. Далее смотреть пп.6.8.2.2-6.8.2.3.

В этом режиме на индикатор выводятся все измерения, произведенные для введенного номера пробы.

6.7.3. Просмотр всего архива

В этом режиме на индикатор выводятся все измерения записанные в архиве.

Отображаются параметры указанные в п.0. При нажатии ↑ отображается следующая запись в архиве, при нажатии ↓ предыдущая, при нажатии ← номер записи уменьшается на 10, при нажатии → увеличивается на 10. Если записи нет выводится надпись "Нет записи".

6.8. Типичные неисправности и методы их устранения приведены в таблице

Характеристика неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
При попытке включить установку индикатор не светится	Перегорели предохранители.	Заменить предохранители. Проверить и привести в соответствие подключение установки к ПК.
При попытке измерить C_0 , ϵ_0 , tg_0 выдается сообщение "Проверьте подключение ячейки"	Ячейка не подключена к сигнальному кабелю. У ячейки замкнуты сигнальный контакт и экран. Замыкание внутри ячейки	Выполнить подключение ячейки в соответствии с 4.

Характеристика неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
	(примеси в масле, неправильно собрана ячейка)	
При попытке измерить C_0 или ε выдается сообщение "Датчик температуры отсутствует"	Датчик температуры неисправен	Обратиться к изготовителю

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Для поддержания работоспособности и исправности установки в течение срока службы необходимо:

- соблюдать график периодических проверок или калибровок;
- проверку или калибровку следует выполнять в соответствии с методикой проверки, прилагаемой отдельным документом. К эксплуатации и обслуживанию установки должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, "Правила устройства электроустановок".

7.2. Не реже одного раза в месяц, при помощи мягкой ветоши удалять из внутренней поверхности термостата остатки трансформаторного масла.

7.3. Постоянно следить за состоянием контактных поверхностей высоковольтного вывода и контактора. В случае необходимости поверхности полировать мелкой наждачной бумагой.

7.4. Вид контроля метрологических характеристик после ремонта и в эксплуатации определяют исходя из области применения установки. Проверка проводится органами государственной метрологической службы или аккредитованными на право проведения проверки лабораториями по методике, изложенной в отдельном документе. Межпроверочный интервал – 1 год.

8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1. Установки в упаковке изготовителя могут транспортироваться в крытых транспортных средствах любым видом транспорта, самолетом – в отапливаемых герметизированных отсеках.

8.2. При транспортировке установок необходимо соблюдать меры предосторожности с учетом манипуляционных знаков, нанесенных на транспортную тару.

8.3. Во время погрузочных и разгрузочных работ при транспортировке установки не должны подвергаться воздействию атмосферных осадков.

8.4. Условия хранения в упаковке предприятия-изготовителя должны соответствовать условиям хранения 1 по ГОСТ 15150-69. Для предотвращения выхода из строя жидкокристаллического индикатора установки следует не допускать снижения температуры хранения ниже -20°C .

8.5. В помещениях для хранения установки содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69

9. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

Автоматизированная установка измерения диэлектрических потерь трансформаторного масла «Тангенс-3М», заводской номер № _____, соответствует требованиям технической документации, ПТЭ и ПТБ установок с напряжением свыше 1000 В и признана годной для эксплуатации.

	Дата	выпуска	_____
М.П.	ОТК		_____

Свидетельство о поверке установки прилагается.

10. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

10.1. Изготовитель гарантирует соответствие установки требованиям действующей технической документации и нормам ПУЭ и ПТБ при соблюдении условий транспортирования, хранения и эксплуатации моста.

10.2. Гарантийный срок эксплуатации 18 месяцев со дня отгрузки потребителю.

В период гарантийного срока эксплуатации изготовитель производит бесплатный ремонт оборудования, вышедшего из строя, при условии, что потребителем не были нарушены правила эксплуатации. Гарантия не распространяется на оборудование с механическими дефектами, полученными в результате небрежной транспортировки.

10.3. По истечении гарантийного срока изготовитель осуществляет сервисное обслуживание по отдельному договору.

11. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

В случае отказа установки в работе или неисправности его в период гарантийных обязательств, а также обнаружения некомплектности при первичной приемке, потребитель должен выслать в адрес изготовителя письменное извещение со следующими данными:

- заводской номер моста;
- дату продажи;
- проявление дефекта или неисправности.

Рекламацию на прибор не предъявляют:

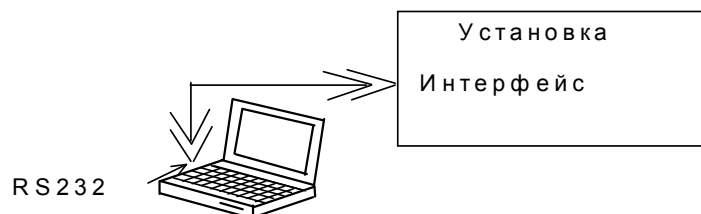
- по истечении гарантийного срока;
- при нарушении потребителем правил эксплуатации, хранения, транспортирования предусмотренных эксплуатационной документацией.

Все предъявляемые к установке рекламации регистрируются в таблице

Дата и время отказа	Характер и причина неисправности	Принятые меры по устранению	Должность и подпись ответственного лица

РАБОТА УСТАНОВКИ К ПК

Схема подключения установки к ПК показана на рис



Подключение следует выполнять при отключенных от питающей сети ПК и установки (сетевые вилки ПК и установки должны быть извлечены из розеток!). Невыполнение указанного требования может привести к выходу аппаратуры из строя.

К разъему с надписью "RS 232" на установке, подключить интерфейсный кабель ААЕЛ.465612.021, входящий в комплект установки, другой разъем этого кабеля подключить к разъему свободного последовательного СОМ-порта персонального компьютера.

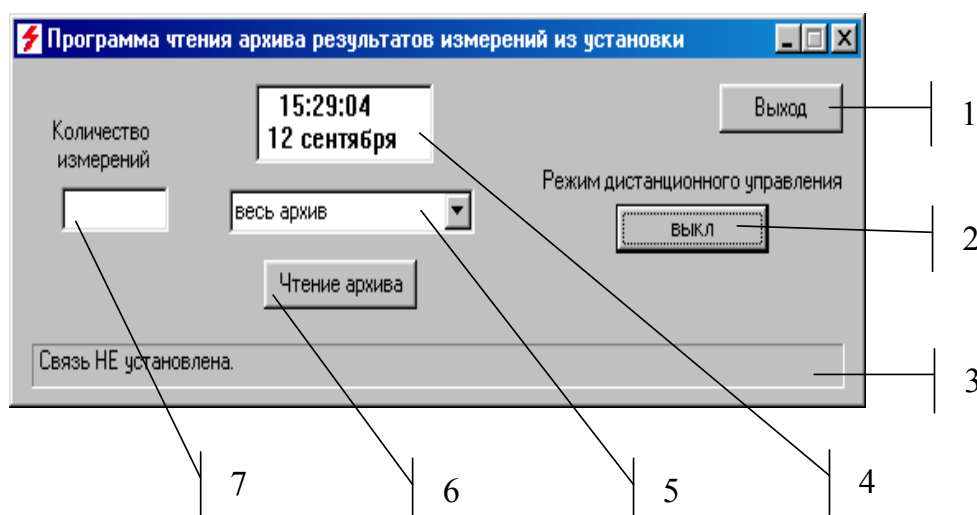
Установка программного обеспечения установки на ПК

Программное обеспечение (для ОС Windows 9X) состоит из трех файлов:

- TgLink.exe - программа для чтения архива из установки;
- rcomm.dll - библиотека функций для работы с последовательным портом;
- Tangens.ini - файл конфигурации.

Переписать содержимое инсталляционной дискеты (директории TANGENS) на жесткий диск. В дальнейшем все операции выполнять с программой, переписанной на жесткий диск (отменить атрибут "только для чтения" файла Tangens.ini).

В директории TANGENS запустить исполняемый файл TgLink.exe. В результате выполнения этой программы на мониторе ПК (поз.3, см. рис.) появится сообщение "Связь установлена по СОМ №...".



Поз. 1. – кнопка выхода из программы;

Поз. 2. – кнопка выключения дистанционного режима;

Поз. 3. – строка для вывода текущей информации;

- Поз. 4. – окно для отображения системного времени;
- Поз. 5. – выбор режима для считывания архивной информации;
- Поз. 6. – кнопка запуска считывания информации;
- Поз. 7. – ввод количества считываемых результатов измерения.

После этого программа TgLink.exe может использоваться по назначению. При закрытии диалогового окна программы TgLink.exe номер COM порта, определенный при ее работе, сохраняется в файле Tangens.ini, который будет использоваться программой TgLink.exe в дальнейшем.

В случае, если в результате выполнения программы HVLink.exe на мониторе ПК появится сообщение "Прибор не подключен к компьютеру или прибор не включен, или нет свободных последовательных портов" необходимо убедиться в том, что:

- подключение установки и ПК выполнены в соответствии с пп.5.1-5.2;
- имеется один свободный последовательный порт;
- порт RS232 не используется другой программой, если обнаружена такая программа, ее необходимо закрыть.

После устранения, возможных ошибок, программу TgLink.exe запустить еще раз и убедиться в успешном установлении связи.

Порядок работы с «Программой чтения архива результатов измерений из установки»

Соединить ПК и установку в соответствии с п.0. Установку программного обеспечения выполнить в соответствии с п.0.

При помощи элементов управления выбрать необходимый режим считывания.

Для переноса данных из архива установки в ПК следует нажать кнопку ¹⁵). По окончании считывания на экране ПК откроется стандартное диалоговое окно сохранения файлов. В окне будет предложение сохранить результаты в файле, имя которого является комбинацией текущей даты и слова **results**. По желанию оператора для сохраняемого файла можно выбрать оригинальное имя.

Установка сохраняет результаты 2000 последних измерений.

Все действия по управлению процессом считывания результатов измерения следует осуществлять при помощи манипулятора типа "мышь" и клавиатуры ПК.

Особенности использования
