



Прибор универсальный испытательный

TD-Tester

Руководство по эксплуатации

ВЦ.411182.001 РЭ



г. Пермь

	Настоящее Руководство является интеллектуальной собственностью ООО «Димрус». Вся информация, приведенная в данном Руководстве, не подлежит распространению как в полном объеме, так и его любой отдельной части (публикация в открытом доступе, передача третьим лицам, размещение в сетях общего пользования, копирование, перевод на другие языки и т.д.) без письменного разрешения правообладателя ООО «Димрус». Нарушение интеллектуальных прав ООО «Димрус» влечёт за собой ответственность в соответствии с законодательством РФ о защите авторских прав. Прибор универсальный испытательный TD-Tester поставляется настроенным для обеспечения максимальной точности воспроизведения / измерения параметров при его использовании для проведения испытаний высоковольтного трансформаторного и иного оборудования. Приведенные в данном Руководстве сведения о приборе TD-Tester и его технические характеристики соответствуют техническому состоянию прибора на момент написания руководства для <u>соответствующей версии его изготовления</u> и могут быть изменены без предварительного уведомления.
---	---

Оглавление

Введение	5
1. Описание прибора	5
1.1. Надлежащее использование	6
1.2. Технические характеристики	6
1.3. Состав изделия	9
1.4. Общий вид прибора, маркировка и пломбирование	9
2. Использование прибора и соблюдение эксплуатационных требований	10
2.1. Основные требования к эксплуатации прибора	10
2.2. Основные правила техники безопасности при работе с прибором	10
2.3. Описание и положение органов управления	11
2.4. Кнопка аварийного останова	12
2.5. Индикаторы состояния и предупреждения	12
2.6. Заземление прибора	13
2.7. Вспомогательное оборудование	13
2.7.1. Тележка транспортная	13
2.7.2. Измерительные кабели	13
2.7.3. Дополнительное оборудование	15
3. Использование прибора	16
3.1. Внешний осмотр	16
3.2. Указания по включению и опробованию	16
3.3. Отключение прибора	17
3.3.1. Перевод прибора TD-Tester в исходное состояние без отключения питания	17
3.3.2. Выключение прибора TD-Tester	18
3.4. Подготовка к работе	18
3.5. Проведение испытаний	18
3.5.1. Подключение прибора к испытываемому объекту	18
3.5.2. Последовательность проведения испытания	18
3.6. Работа с базой данных	20
3.6.1. Добавление нового объекта испытаний в базу данных	21
3.6.2. Параметры РПН/ПБВ	22
3.6.3. Заводские данные параметров холостого хода	23
3.6.4. Параметры высоковольтных вводов	23
3.6.5. Просмотр архива испытаний	23
3.7. Клавиатура	24
4. Методы испытаний	25
4.1. Панель управления испытаниями	25
4.2. Добавление и настройка методов испытаний	26
4.3. Проведение измерений	27
4.4. Измерение по параметрам пользователя	27
4.5. Измерение динамического сопротивления РПН (DRM метод)	29
4.6. Измерение частотной характеристики потерь рассеяния (FRSL)	29
4.7. Измерение вибрации бака трансформатора	30

5.	Настройки прибора.....	30
5.1.	Системные настройки прибора.....	31
5.2.	Расположение базы данных	32
5.3.	Обновление программного обеспечения прибора.....	32
5.4.	Список шаблонов норм	33
6.	Состояние подсистем прибора	34
7.	Внешний интерфейс	34
8.	Техническое обслуживание.....	34
9.	Гарантии и ответственность Производителя	35
10.	Транспортирование	36
11.	Хранение.....	36
12.	Утилизация.....	36
	Приложение А. Библиография.....	37

Введение

Настоящее Руководство по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) распространяются на приборы универсальные испытательные TD-Tester (далее – прибор TD-Tester). РЭ содержит технические характеристики, описание конструкции и принципа действия, алгоритмические особенности, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации прибора.

Приборы TD-Tester предназначены для воспроизведения и измерений напряжения и силы постоянного и переменного тока, измерений фазового угла и электрического сопротивления постоянному току при проведении диагностических испытаний энергетического оборудования в процессе комплексных обследований. Они являются базовыми приборами в составе комплекса переносного диагностического оборудования производства фирмы ДИМПРУС, предназначенного для проведения таких обследований. Диагностические тесты контролируемого объекта, выполняемые приборами TD-Tester, включая обработку зарегистрированной информации, могут осуществляться в автоматическом режиме.

Производитель оставляет за собой право вносить в конструкцию прибора не принципиальные изменения, не ухудшающие технические характеристики изделия. Данные изменения могут быть не отражены в тексте настоящего документа.

Перечень сокращений, принятых в документе:

БД – база данных;
ВН – высокое напряжение;
ЗИП – запасные части, инструмент и принадлежности;
КД – конструкторская документация;
НН – низкое напряжение;
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство (оперативная память);
ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;
ПО – программное обеспечение;
ПС – подстанция;
ПСИ – приемо-сдаточные испытания;
ПТК – программно-технический комплекс;
ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина (персональный компьютер);
РПН – регулирование напряжения под нагрузкой (устройство переключения ответвлений обмоток трансформатора);
РЭ – руководство по эксплуатации;
СИ – средство измерений;
СН – среднее напряжение;
ТУ – технические условия.

1. Описание прибора

Приборы универсальные испытательные TD-Tester производятся в переносном и стойном (6U) исполнениях для использования автономно или в составе диагностической лаборатории. Они имеют максимально компактную конструкцию, размещены в закрытых металлических корпусах и различаются только размерами верхней (лицевой) панели и отсутствием крышки на лицевой панели в стойном исполнении. Для удобства перемещения переносная версия прибора поставляется в защитном транспортном кейсе.

Прибор TD-Tester позволяет с необходимой точностью обеспечить воспроизведение и измерение напряжения и силы постоянного и переменного тока, измерение фазового угла и электрического сопротивления постоянному току.

Для выполнения комплекса испытаний энергетического оборудования в приборе TD-Tester реализован ряд конструктивных и алгоритмических особенностей:

- Наличие встроенного трехфазного источника тока с регулируемой амплитудой и частотой для повышения оперативности проведения всех испытаний.

- Универсальные схемные решения внутри прибора и простота подключения к трансформатору. Для проведения большинства тестов достаточно подключить два комплексных трехфазных измерительных кабеля к вводам двух обмоток трансформатора. После этого все необходимые коммутации и переключения измерительных схем производятся внутри прибора.

- Встроенное программное обеспечение прибора TD-Tester имеет полный набор расчетных и экспертных алгоритмов, что позволяет проводить все необходимые измерения и расчеты. Весь экспертный анализ выполненных диагностических испытаний производится в программном обеспечении прибора в ручном или автоматическом режиме.

- Отдельные тесты могут группироваться в комплексный отчет по испытанию трансформатора функционально или произвольно по выбору.

Для удобства работы с прибором предусмотрено несколько режимов управления. Допускается управление работой прибора с помощью встроенного сенсорного экрана на лицевой панели прибора или при помощи удаленного ноутбука или компьютера, подключаемых с использованием стандартных беспроводных или проводных интерфейсов.

В приборе реализовано несколько экспертных уровней обработки и анализа информации. Первый уровень — это параметрическая диагностика технического состояния трансформатора. Выполняется на основе сравнения измеренных и расчетных параметров, полученных в результате проведения тестов со «стандартными» параметрами, для которых имеются общепринятые нормированные и пороговые значения.

Следующим уровнем является более подробный анализ результатов и сочетаний первичных параметров, полученных в тестах.

1.1. Надлежащее использование

Приборы могут использоваться для плановой диагностики на месте эксплуатации, а также для заводских приемочных испытаний силовых трансформаторов.

Прибор TD-Tester и его принадлежности допускается использовать только в полном соответствии с технической и эксплуатационной сопроводительной документацией. Использование оборудования иным способом может привести к снижению уровня защиты, который обеспечивает оборудование.



ВНИМАНИЕ! Использование прибора TD-Tester иными способами и/или для других целей, кроме указанных в сопроводительной документации, рассматривается как ненадлежащее использование и аннулирует все гарантийные обязательства.

Целью реализованных в приборе TD-Tester экспертных оценок является сопоставление результатов испытаний с промышленными стандартами и/или иными параметрами для контролируемого оборудования и информирования Пользователя об отклонении значений измеренных параметров от ожидаемых значений. Всю ответственность за принятие решения о продолжении или прекращении эксплуатации оборудования несет исключительно владелец или конечный пользователь прибора TD-Tester.

1.2. Технические характеристики

Таблица 1.1 Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания:	
- напряжение переменного тока, В	230
- частота переменного тока, Гц	50
Потребляемая мощность, кВт	не более 4,6
Частота выходного напряжения источников питания, Гц	DC или 15...600
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	не более
- переносное исполнение	450×240×430
- стоечное исполнение	450×263×481
Масса, кг	не более 32
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °C	от -10 до +55
- относительная влажность воздуха, %	до 90 ^{*1}
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 795)
Примечание: ^{*1} – при температуре окружающего воздуха + 30 °C и выше относительная влажность воздуха не должна превышать 70 %.	

Таблица 1.2. Метрологические характеристики каналов HV и LV

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения U DC, В	0 ÷ 300
Предел допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения U DC, γ %	± 0,5
Диапазон воспроизведения U AC, В	0 ÷ 240
Предел допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения U AC, γ %	± 0,5
Частота напряжения переменного тока, Гц	50 / 60
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А	0 ÷ 33
Предел допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, γ %	± 0,5
Диапазон воспроизведения силы переменного тока, А	0 ÷ 33
Предел допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы переменного тока, γ %	± 0,5
Диапазон воспроизведения фазового угла напряжения переменного тока, градусов	-180 ÷ +180
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения фазового угла напряжения переменного тока, градусов	±0,36 * ¹
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	0 ÷ 330
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, γ %	± 0,2
Диапазон измерений напряжения переменного тока, В	0 ÷ 260
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений напряжения переменного тока, γ %	± 0,2
Диапазон измерений силы постоянного тока, А	0 ÷ 33
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, γ %	± 0,2
Диапазон измерений силы переменного тока, А	0 ÷ 33
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений силы переменного тока, γ %	± 0,2
Диапазон измерений фазового угла напряжения и силы переменного тока, градусов	-180 ÷ +180
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерений фазового угла напряжения и силы переменного тока, градусов	0,05 * ²
Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения/измерений физических величин от изменения температуры окружающего воздуха в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	0,5
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от +15 до +25 от 30 до 80 84 ÷ 106 (630 ÷ 795)
Примечания: за нормирующее значение при определении приведенной погрешности принимается верхнее значение диапазона измерений; * ¹ – при напряжении свыше 20 В; * ² – при напряжении более 0,3•U _п или силе тока более 0,1•I _п , где U _п и I _п - верхние пределы диапазона измерений напряжения и силы тока соответственно.	

Таблица 1.3. Предельные технические характеристики каналов HV и LV

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В - для трех каналов (трехфазный режим) - для одного канала (однофазный режим)	0 ÷ 113 (0 ÷ 56) 0 ÷ 340 (0 ÷ 170)
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока, В - для трех каналов (трехфазный режим) - для одного канала (однофазный режим)	0 ÷ 240 (0 ÷ 80; 0 ÷ 40) 0 ÷ 240 (0 ÷ 120)
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, А - для трех каналов (трехфазный режим) - для одного канала (однофазный режим)	0 ÷ 33 (0 ÷ 16) 0 ÷ 100 (0 ÷ 16)
Диапазон воспроизведения силы переменного тока, А - для трех каналов (трехфазный режим) - для одного канала (однофазный режим)	0 ÷ 33 (0 ÷ 16) 0 ÷ 100 (0 ÷ 16)
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	0 ÷ 400
Диапазон измерений напряжения переменного тока, В	0 ÷ 300
Диапазон измерений силы постоянного тока, А	0 ÷ 40
Диапазон измерений силы переменного тока, А	0 ÷ 40

Таблица 1.4. Метрологические характеристики в режиме измерений электрического сопротивления постоянному току

Диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, Ом
от 0,001 включительно до 0,01	$\pm(0,001 \cdot R_{из} + 0,000012)$ *1
от 0,01 включительно до 0,1	$\pm(0,0005 \cdot R_{из} + 0,0001)$
от 0,1 включительно до 1	$\pm(0,0005 \cdot R_{из} + 0,001)$
от 1 включительно до 10	$\pm(0,0005 \cdot R_{из} + 0,01)$
от 10 включительно до 100	$\pm(0,0005 \cdot R_{из} + 0,5)$ *2
Примечания: $R_{из}$ – измеренное значение электрического сопротивления постоянному току, Ом; *1 – нормируется при испытательном токе свыше 3 А; *2 – нормируется при испытательном токе менее 3 А; Для диапазона сопротивлений от 0,001 до 10 Ом включительно сила испытательного тока должна выбираться с учетом предельного значения напряжения прибора TD-Tester.	

Таблица 1.5. Технические характеристики измерительных каналов РПН (не подлежат метрологической поверке)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения переменного тока, В	0 ÷ 300
Приведенная погрешность измерения напряжения переменного тока, γ %	± 1,5
Диапазон измерений переменного тока, А	0 ÷ 400*1
Приведенная погрешность измерения силы тока АС, γ %	± 2,0 (±0,5 А, Δ)*1
Параметры измерения вибрации: - виброускорение, м/с ²	0,1 - 100
Диапазон показаний энкодера, импульсов/оборот	1024
Примечание: *1 – при использовании клещей из комплекта поставки	

1.3. Состав изделия

Таблица 1.6. Комплектность прибора TD-Tester

Наименование	Количество
Прибор универсальный испытательный	1 шт.
Кабель питания	1 шт.
Кейс для переноски прибора	1 шт.
Кейс для переноски кабелей и вспомогательного оборудования	1 шт.
Струбцина заземления с проводом	1 шт.
Энкодер с набором адаптеров (5шт.)	1 шт.
Коммутационная коробка для цепей РПН с проводниками	1 шт.
Датчик вибрации	1 шт.
Зажим «крокодил»	6 шт.
Wi-Fi антенна	1 шт.
Адаптер USB/Wi-Fi	1 шт.
Набор измерительных кабелей:	
Кабель измерительный для каналов HV и LV	2 шт.
Кабель измерительный для канала Control	1 шт.
Кабель для подключения энкодера	1 шт.
Кабель для подключения датчика вибрации	1 шт.
Клеши Кельвина	8 шт.
Клеши токоизмерительные с кабелем	1 компл.
Комплект удлинителей *1 (4 шт.)	1 компл.
Тележка транспортная с кронштейном для кабелей *1	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Паспорт	1 экз.
Примечание: *1 – поставляется по заказу.	

1.4. Общий вид прибора, маркировка и пломбирование

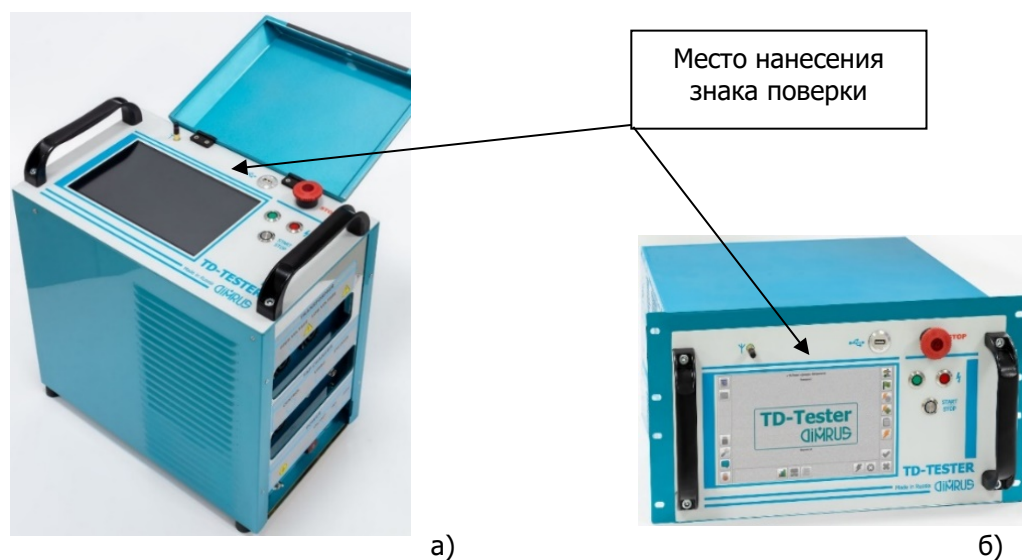


Рисунок 1.1. Обозначение места нанесения знака поверки.
(а) – переносное исполнение, б) – стоечное исполнение.

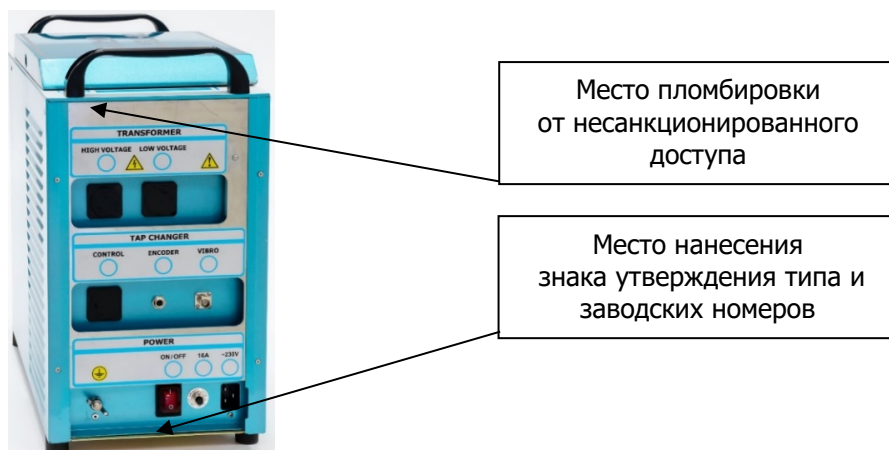


Рисунок 1-2. Обозначение мест пломбировки от несанкционированного доступа, нанесения знака утверждения типа и заводских номеров

2. Использование прибора и соблюдение эксплуатационных требований

2.1. Основные требования к эксплуатации прибора

Прибор TD-Tester допускается эксплуатировать в атмосфере без агрессивных сред при температуре окружающего воздуха в диапазоне минус 10 ÷ плюс 55 °С, относительной влажности окружающего воздуха до 90 %, без конденсации влаги при температуре плюс 30 °С и давления в диапазоне от 84 до 106 кПа (Группа 4 ГОСТ 22261-94). При температуре окружающего воздуха плюс 30 °С и выше относительная влажность воздуха не должна превышать 70 %. Работа электронных компонентов возможна при температурах до минус 20 °С, ограничением служит работоспособность сенсорного экрана прибора.

При работе с прибором TD-Tester должны соблюдаться следующие требования:

- При проведении испытаний должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Министерством энергетики РФ.
- К работе с прибором, а также к его техническому обслуживанию должны допускаться лица с соответствующими полномочиями, изучившие эксплуатационные документы на прибор, настоящее РЭ, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.
- Работники, проходящие стажировку или обучение по эксплуатации прибора TD-Tester, допускаются к работе с прибором только под постоянным наблюдением опытного специалиста, владеющего навыками работы с прибором в полном объеме.
- Ремонт прибора TD-Tester допускается проводить только в сервисных центрах ООО «Димурс» или специалистами, прошедшими обучение и имеющими действующий сертификат для выполнения таких работ, выданный ООО «Димурс».

2.2. Основные правила техники безопасности при работе с прибором

При работе с прибором TD-Tester необходимо соблюдать следующие правила:

- Перед выполнением испытаний с использованием прибора TD-Tester должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
- Убедитесь в наличии заземления объекта испытаний.
- **При работе с прибором TD-Tester корпус прибора должен быть надежно заземлен (болт заземления с соответствующим значком на боковой панели прибора) проводом заземления из комплекта поставки, как описано в разделе [2.6]. Эксплуатация прибора без заземления категорически запрещена!**
- Обеспечьте изоляцию токопроводящих частей, находящихся под напряжением в зоне расположения прибора и соединительных кабелей.
- Убедитесь, что во время подключения и испытания прибор TD-Tester является единственным источником напряжения/тока испытуемого объекта.
- Прежде чем подключать или отключать испытываемые объекты и/или кабели, убедитесь, что прибор TD-Tester отключен или в режиме ожидания.



ВНИМАНИЕ! Запрещается производить перемещение прибора во включенном состоянии, а также при подключенных к разъемам прибора внешних измерительных и соединительных кабелей вне зависимости от способа его перемещения.

- Не отсоединяйте кабели от прибора TD-Tester или объекта испытаний во время испытания.

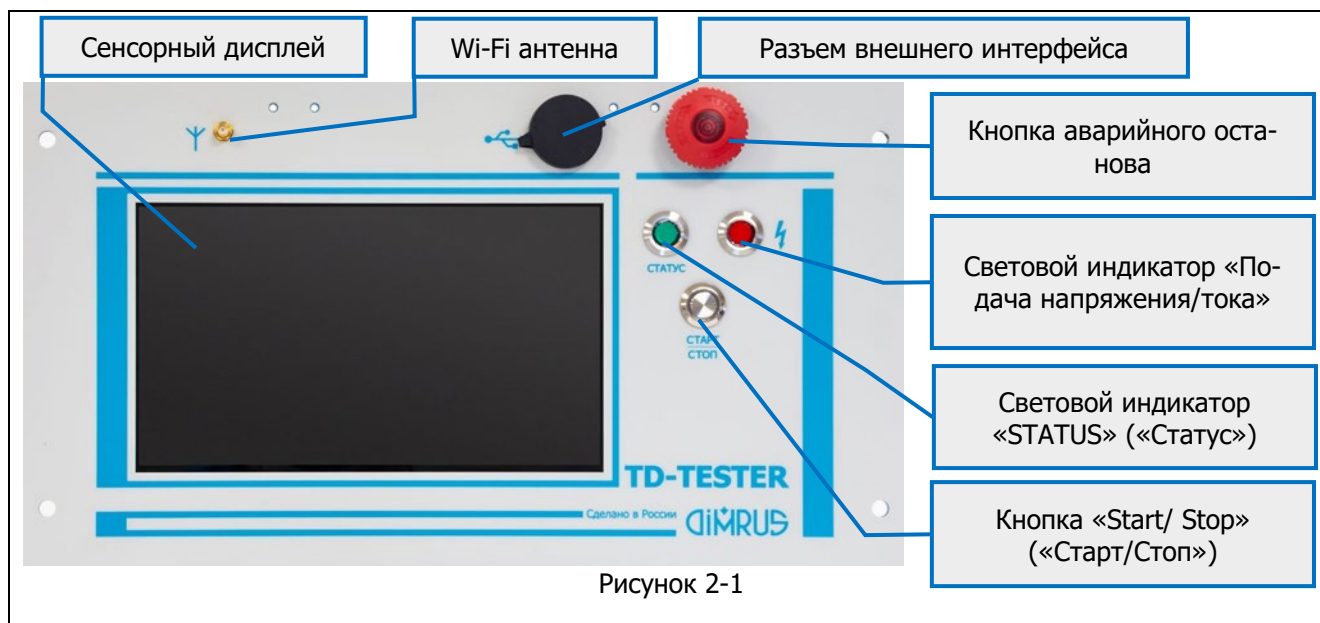


ВНИМАНИЕ! На выходные разъемы прибора TD-Tester могут подаваться опасные для жизни ток и напряжение. Перед подсоединением кабелей обязательно проверьте их на предмет повреждений, а сетевой выключатель на боковой панели прибора должен находиться в положении «Выкл».

- При работе с прибором следите за световыми индикаторами состояния и предупреждения, не заслоняйте световые индикаторы во время работы [см. Таблица 2.1].
- После отключения прибора TD-Tester подождите, пока на лицевой панели прибора полностью не погаснет красный индикатор предупреждения. Свечение красного индикатора свидетельствует о наличии напряжения и/или тока на одном или нескольких выходах прибора.
- Используйте чистые и сухие кабели из комплекта поставки прибора TD-Tester.
- Располагайте прибор таким образом, чтобы было легко отключить его от сети, а кнопка питания или выключатель находились в зоне прямой досягаемости.
- Не работайте с прибором TD-Tester, если в месте его установки обнаружены взрывоопасные вещества или газы.
- Строго соблюдайте внутренние инструкции по охране труда и технике безопасности.

2.3. Описание и положение органов управления

Верхняя (лицевая) панель прибора [Рисунок 2-1] предназначена для ввода данных и управления процессом испытания.



Боковая панель (панель коммутации) прибора [см. Рисунок 2-2] с установленными на ней разъемами предназначена для подключения измерительных кабелей, кабеля питания и заземления прибора.



2.4. Кнопка аварийного останова

Кнопка аварийного останова [см. Рисунок 2-1] предназначена для использования только в аварийных ситуациях. В стандартном режиме работы испытание можно остановить при помощи кнопки «Start/Stop» или программного обеспечения.

При нажатии кнопки аварийного останова происходит отключение всех выходов прибора TD-Tester, текущий процесс испытаний останавливается.

Если была нажата кнопка аварийного останова, для возобновления измерений необходимо снять фиксацию кнопки путем поворота по часовой стрелке и при отсутствии признаков аварийной ситуации в работе прибора заново задать необходимые параметры и продолжить испытания.

2.5. Индикаторы состояния и предупреждения

Прибор TD-Tester оснащен световыми индикаторами состояния работы и предупреждения для безопасного проведения испытаний, расположенными на верхней панели [см. Рисунок 2-1].

Таблица 2.1. Индикаторы состояния и предупреждения

Индикатор	Описание	Состояние прибора	Режим работы
 STATUS Статус	Светится зеленым цветом	Прибор включен и готов к работе	Нормальные условия эксплуатации.
	Мигает зеленым цветом	Выявлена неисправность в результате тестирования или работы прибора. Нажата кнопка аварийного останова.	Возможны опасные условия эксплуатации
	Не горит	Неисправность лампы	
 START STOP Кнопка «Старт/Стоп» испытания	Светится голубое кольцо	Прибор готов к запуску испытания. Источник тока/напряжения выключен.	Нормальные условия эксплуатации.
	Мигает голубое кольцо	Была нажата кнопка «Start/Stop», идет процесс испытаний.	Нормальные условия эксплуатации, прибор в режиме испытаний.

 Подача напряжения / тока	Светится красным цветом	Нажата кнопка «Start/Stop» запуска испытаний. Источник тока/напряжения включен.	Нормальные условия эксплуатации, прибор в режиме испытаний.
	Мигает красным цветом	Возможно, превышен безопасный уровень напряжения/тока вследствие некорректно собранной схемы измерения.	Опасные условия эксплуатации

2.6. Заземление прибора

- Прибор TD-Tester должен подключаться к сети электропитания с защитным (РЕ) заземлением и надежно заземлен (болт заземления с соответствующим значком на боковой панели прибора) кабелем из комплекта поставки.



Эксплуатация прибора без заземления категорически запрещена!

- Кабель заземления должна иметь надежный электрический контакт с шиной заземления. Не допускается подключать его к шинам заземления со следами коррозии или окрашенными в месте присоединения.
- Перед началом проведения испытаний необходимо убедиться в надежном подключении заземляющего кабеля и исключении его случайного отсоединения в процессе испытания.

2.7. Вспомогательное оборудование

2.7.1. Тележка транспортная



Рисунок 2-3

Тележка предназначена для перемещения кейса с прибором TD-Tester и кейса с измерительными кабелями. Тележка и транспортировочный кейс могут использоваться как основание для размещения прибора и катушек с кабелями в процессе работы. Тележка имеет 3 специализированных выдвижных устройства крепления катушек с фиксатором.

2.7.2. Измерительные кабели

Таблица 2.2

Для подключения к выходу HIGH VOLTAGE	
	Кабель с общей силиконовой изоляцией оранжевого (красного) цвета или с соответствующим маркером рядом с разъемом - длина кабеля 15 метров; - сечение проводов: силовых 3,3 мм ² , измерительных 1,3 мм ² Маркировка проводов: фаза А – желтый, фаза В – зеленый, фаза С – красный, нейтраль – синий.

Для подключения к выходу LOW VOLTAGE	
	Кабель с общей силиконовой изоляцией черного цвета или с соответствующим маркером рядом с разъемом - длина кабеля 15 метров; - сечение проводов: силовых 3,3 мм², измерительных 1,3 мм² Маркировка проводов: фаза А – желтый, фаза В – зеленый, фаза С – красный, нейтраль – синий.
Для подключения к разъему CONTROL	
	Кабель с общей силиконовой изоляцией серого цвета или с соответствующим маркером рядом с разъемом Длина кабеля 15 метров, сечение проводов 2 мм² Маркировка проводов: - контроль напряжения привода РПН - красный; - клещи токоизмерительные для контроля тока нагрузки привода РПН - белый; - управление переключением РПН вверх – синий; - управление переключением РПН вниз – черный.

Кабели поставляются со специально разработанной катушкой из нержавеющей стали с возможностью крепления на транспортной тележке и фиксации измерительных клещей.



Рисунок 2-4

Для подключения к прибору TD-Tester на измерительных кабелях устанавливаются угловые металлические разъемы с резьбовым (для приборов стойечного исполнения) или байонетным (для приборов переносного исполнения) сочленением. Для подключения кабеля необходимо вставить разъем в гнездо и, удерживая разъем, зафиксировать его вращением гайки по часовой стрелке до упора, не прилагая значительных усилий. Отсоединение разъема выполняется в обратной последовательности.



Рисунок 2-5. Разъемы измерительных кабелей
а) – с резьбовым сочленением, б) – с байонетным сочленением

Для подключения отдельных кабелей датчиков оборота привода РПН и датчика вибрации используются специализированные винтовые разъемы.

2.7.3. Дополнительное оборудование

Для подключения к трансформатору кабелей HIGH VOLTAGE и LOW VOLTAGE используются клещи Кельвина.



Рисунок 2-6. Клещи Кельвина

В комплект оборудования для контроля параметров РПН входит датчик вибрации, энкодер и клещи токоизмерительные.

В комплект энкодера входит сам энкодер «ДПУ-1», узлы крепления на сплошной и U-образный валы привода РПН, комплект сменных направляющих на различные диаметры вала и рукоятка.



Рисунок 2-7. Энкодер в комплекте

Датчик вибрации предназначен для измерения вибрации бака РПН в момент переключения или измерения только вибрации для оценки прессовки активных элементов трансформатора. Поставляется с магнитным креплением на бак трансформатора.



Рисунок 2-8. Датчик вибрации в комплекте

Вышеуказанное оборудование располагается в кейсе для измерительных кабелей.



Рисунок 2-9. Кейс для измерительных кабелей

3. Использование прибора

3.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра прибор должен находиться в выключенном состоянии, внешние соединительные и измерительные кабели отключены от прибора и по результатам осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- Комплектность должна соответствовать паспорту и руководству по эксплуатации.
- Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
- Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
- Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.
- Заводской номер на корпусе прибора TD-Tester должен соответствовать паспортным данным и не нарушена пломбировка прибора от несанкционированного доступа.

3.2. Указания по включению и опробованию

- Разместить прибор TD-Tester на ровной горизонтальной поверхности и удобном для работы месте с учетом длины кабелей для подключения их к испытуемому объекту без натяжения.
- Убедиться, что сетевой выключатель [см. Рисунок 2-2] находится в положении «Выкл».
- Надежно заземлить корпус прибора с контуром заземления, см. раздел [2.6].
- Подключить кабель питания к разъему на боковой панели прибора.
- Подключить кабель питания к розетке.
- Включить прибор нажатием клавиши питания.
- На сенсорном дисплее отобразится главное окно программы. Процесс загрузки программного обеспечения может занять порядка 30 сек. Изображение главного окна может незначительно отличаться от представленного на рисунке, что не является критической ошибкой.

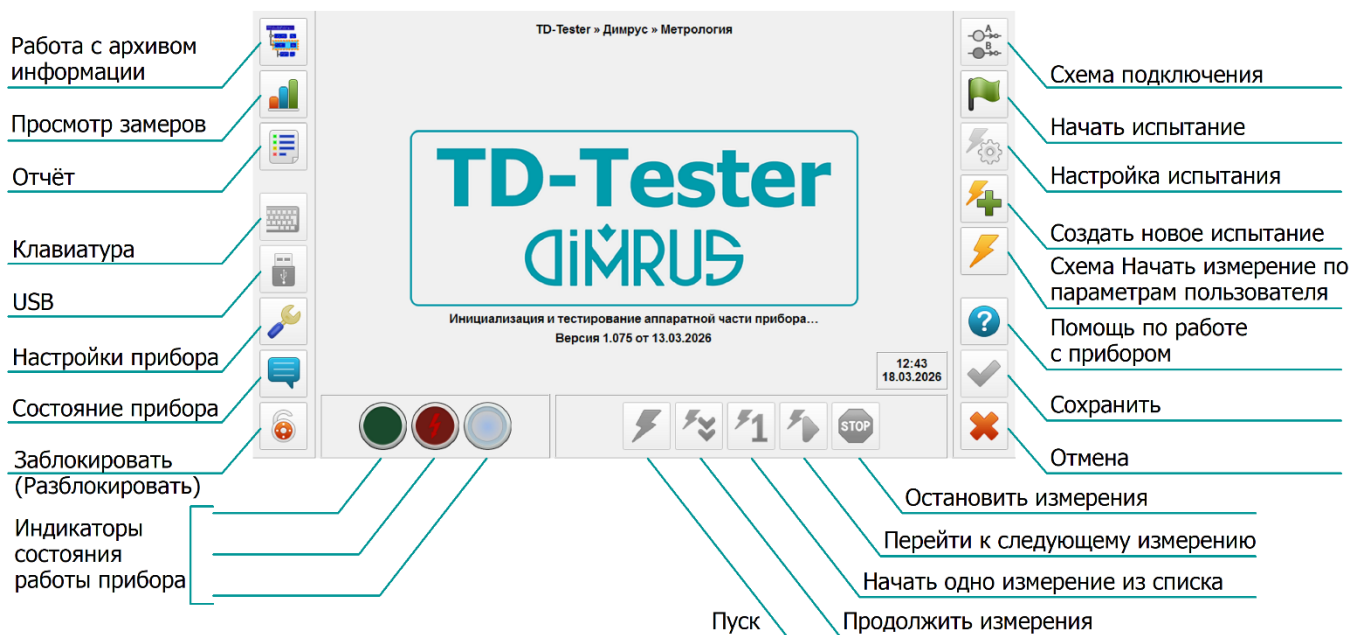


Рисунок 3-1. Главное окно программы

- Зафиксировать номер версии ПО (должен быть не ниже 1.000 и соответствовать паспортным данным прибора).
- Индикатор «STATUS» [см. Рисунок 2-1] должен светиться зеленым цветом, а индикатор подачи напряжения / тока погашен.
- На сенсорном дисплее нажать на кнопку «Состояние прибора» и убедиться в наличии отображаемых технических параметров. Для возврата на главное окно нажать на кнопку «Отмена»

ВНИМАНИЕ! До начала выполнения испытаний выдержать прибор TD-Tester во включенном состоянии не менее 30 мин.

3.3. Отключение прибора

При нормальном режиме работы прибора TD-Tester испытание заканчивается автоматически или может быть остановлено при помощи кнопки «Start/Stop» на лицевой панели прибора или программного обеспечения .

Даже после останова процесса испытаний на объекте может оставаться опасное напряжение. Перед любым изменением схемы испытаний и отключением питания прибора необходимо обязательно убедиться, что красный индикатор «Подача напряжения/тока» не горит.

3.3.1. Перевод прибора TD-Tester в исходное состояние без отключения питания

При нормальном режиме работы прибора TD-Tester для перехода к другому виду испытания все операции по внесению изменений в схему испытаний или переключению измерительных кабелей допускается выполнять без отключения питания прибора от сети. При этом в целях безопасного выполнения работ необходимо соблюдать следующие требования и порядок выполнения операций:

- обязательно убедиться, что красный индикатор «Подача напряжения/тока» на лицевой панели прибора не горит;
- на главном экране ПО нажать кнопку «Заблокировать» для исключения случайного нажатия кнопок на сенсорном экране;
- после выполнения всех необходимых операций по внесению изменений нажать кнопку «Разблокировать» для снятия блокировки сенсорного экрана прибора.

3.3.2. Выключение прибора TD-Tester

Для отключения прибора от сети необходимо убедиться, что красный индикатор «Подача напряжения/тока» на лицевой панели прибора не горит. Клавишу сетевого выключателя на боковой поверхности прибора перевести в положение «Выкл.» и отключить кабель питания от розетки.

3.4. Подготовка к работе

Перед началом работы убедитесь, что световой индикатор красного света «Подача напряжения/тока» погашен. Дождитесь его отключения при необходимости.

Не подключайте/отключайте кабели и испытываемый объект при включенном индикаторе «Подача напряжения/тока» ввиду возможного наличия напряжения/тока на выходе прибора.

Убедитесь в том, что объект испытаний не находится под напряжением.

Не подключайте кабели к объекту испытаний в отсутствие видимого заземления объекта испытаний.

Работа прибора без заземления запрещена!

Запрещается использовать удлинительные кабели электропитания на кабельном барабане (удлинитель необходимо размотать).

Длина удлинительных кабелей должна быть минимальной.

Используйте только кабели из комплекта поставки прибора.

Для обеспечения требований безопасности перед подсоединением кабелей нажмите кнопку аварийный останов или кнопку «Заблокировать»  на экране прибора, не отключайте ее до начала проведения испытаний.

Устанавливайте прибор так, чтобы можно было легко отключить его и использовать кнопку аварийного останова.

Перед подачей напряжения/тока убедитесь в отсутствии персонала в зоне проведения испытаний.

3.5. Проведение испытаний

Под испытанием понимается процесс измерения различных параметров трансформатора, которые необходимо провести в определенное время. Испытания включает в себя определенный набор методов и параметров тестирования.

3.5.1. Подключение прибора к испытываемому объекту

При подключении прибора TD-Tester к испытываемому объекту (трансформатору) следует соблюдать следующий порядок выполнения операций (для пунктов 1-3 см. Рисунок 3-1):

1. Выбрать метод испытания, [см. Рисунок 4-1].
2. Отобразить схему подключения.
3. Заблокируйте прибор кнопкой  на экране прибора или кнопкой аварийного останова на панели прибора.
4. Присоединить испытательные кабели к прибору и трансформатору в следующей последовательности:

	ВНИМАНИЕ! Перед подключением испытательных кабелей к трансформатору убедитесь, что он полностью отключен от линий высокого напряжения.
---	---

- Подсоедините испытательные кабели в соответствии со схемой подключения.
 - Установите ограждение рабочей зоной (зона работы персонала с установленным прибором) и зоной высокого напряжения.
5. Разблокируйте прибор TD-Tester повторным нажатием кнопки «Заблокировать»  или кнопкой аварийного останова.

3.5.2. Последовательность проведения испытания

1. В меню «Работа с архивом»  выберите из списка трансформатор для проведения испытаний или добавьте новый трансформатор с указанием его параметров в базу данных прибора.

2. Выберите метод одиночного испытания или добавьте новый метод из списка и задайте необходимые параметры. При необходимости проведения комплексного испытания несколькими методами выберите или добавьте новое комплексное испытание задайте необходимые параметры для каждого метода.
3. Нажмите кнопку «Пуск»  на экране прибора. На кнопке «Start/Stop» панели прибора начнет постоянно светиться индикатор.
4. Нажмите кнопку «Start/Stop» на панели прибора. На кнопке «Start/Stop» световой индикатор начнет мигать.
5. Включится красный световой индикатор «Подача напряжения/тока» при проведении испытания.
6. На экране прибора будет отображаться весь процесс испытания и текущие параметры.
7. Остановка испытания может быть плановая при достижении заданных параметров усреднений или кнопкой «Start/Stop» на панели прибора. Аварийная – нажатием кнопки аварийный останов.
8. После завершения или остановки испытания красный световой индикатор «Подача напряжения/тока», индикатор на кнопке «Start/Stop» отключаются. Результаты измерения отображаются на экране прибора.
9. При одиночном испытании необходимо нажать кнопку «Сохранить» на экране прибора для сохранения архива. В процессе комплексных испытаний сохранение происходит автоматически, и процесс испытаний продолжается.
10. **Отключение прибора TD-Tester должно выполняться в соответствии с разделом [3.3] настоящего руководства.**

В случае, если не корректно собрана схема измерения или прибор не обеспечивает выход на режим работы в соответствии с заданными параметрами испытания, происходит не плановый останов измерений, световой индикатор «Подача напряжения/тока» и индикатор на кнопке «Start/Stop» отключаются. При этом зеленый индикатор «STATUS» мигает. Ошибка, вызвавшая не плановый останов, отображается на панели прибора в текстовом виде красным цветом.

При проведении испытаний с помощью удаленного доступа к прибору TD-Tester с компьютера по сети Wi-Fi последовательность выполнения операции при испытаниях будет оставаться такой же, а индикаторы состояния и предупреждения будут полностью дублироваться на Главном окне программы с физическими светодиодами, расположенными на верхней панели прибора. Индикаторы дополнены различными пиктограммами [Таблица 3.1]. Описание работы светодиодов см. в [Таблица 2.1].

Таблица 3.1 Световые индикаторы на главном окне программы

Индикатор	Описание	Состояние прибора	Режим работы
	Светится зеленым цветом	Прибор включен и готов к работе	Нормальные условия эксплуатации.
	Мигает зеленым цветом, горит пиктограмма «восклицательный знак»	Выявлена неисправность в результате тестирования или работы прибора. Нажата кнопка аварийного останова.	Возможны опасные условия эксплуатации
	Светится красным цветом, горит пиктограмма «молния»	Нажата кнопка «Start/Stop» запуска испытаний. Источник тока/напряжения включен.	Нормальные условия эксплуатации, прибор в режиме испытаний.
	Мигает красным цветом, горит пиктограмма «восклицательный знак»	Возможно, превышен безопасный уровень напряжения/тока вследствие некорректно собранной схемы измерения.	Опасные условия эксплуатации

	Светится голубое кольцо, горит пиктограмма «стрелка»	Прибор готов к запуску испытания. Источник тока/напряжения выключен.	Нормальные условия эксплуатации.
	Мигает голубое кольцо горит пиктограмма «синусоида»	Была нажата кнопка «Start/Stop», идет процесс испытаний.	Нормальные условия эксплуатации, прибор в режиме испытаний.

3.6. Работа с базой данных



Доступ к базе данных осуществляется при помощи кнопки «Выбрать из архива»

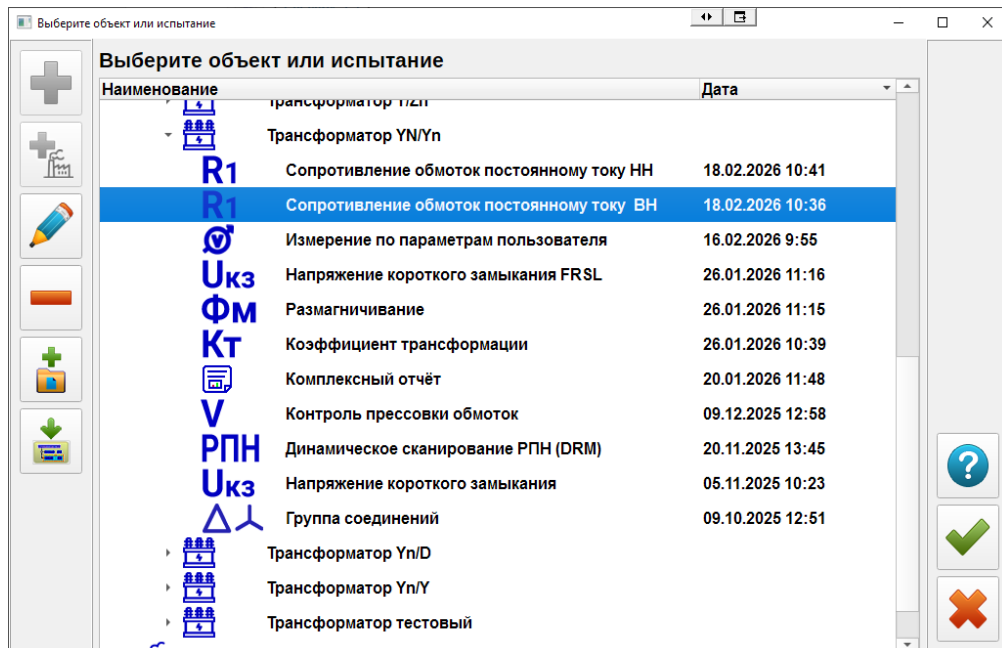


Рисунок 3-2. Выбор объекта или испытания

В приборе TD-Tester организована специализированная база данных, позволяющая организовывать иерархическую структуру хранения информации о трансформаторах, параметрах и результатах испытаний. Реализована возможность проводить анализ проведенных измерений и получить отчет по состоянию трансформатора.

В центре окна работы с архивом отображается иерархическая структура существующей базы данных и панель управления слева. Иерархическая структура организации базы данных может включать в себя большое количество вложений. Это позволяет организовать любую удобную структуру хранения информации. Например: Компания -> Предприятие -> Подразделение -> Подстанция -> Трансформатор.

Таблица 3.2 Панель управления работы с архивом

	Имеет различное назначение в зависимости от объекта. Добавить новый трансформатор (объект испытаний). Добавляет в текущий выбранный элемент трансформатор, указать с заданием его параметров и паспортных данных. Добавить метод испытаний. Добавляет новый метод испытаний из списка доступных для выбранного трансформатора с заданием необходимых параметров.
	Добавить подразделение/подстанцию. Добавляет в текущий выбранный элемент архива следующий уровень иерархической структуры. Это может быть предприятие, подразделение, подстанция или любое другое производственное подразделение.

	Редактировать. На уровне подразделения возможность исправить наименование. На уровне трансформатора – параметры трансформатора. На уровне измерения – сопоставление с нормами
	Удалить. Позволяет удалить любой элемент иерархической структуры архива.
	Сохранить в архив. Сохраняет текущий, выбранный в базе объект со всеми вложенными данными в архив на выбранном носителе. Позволяет переносить данные на другой прибор или компьютер.
	Восстановить из архива. Восстанавливает ранее сохраненные на приборе или компьютере данные из архива в текущей базе данных.
	Выбрать. Выбор объекта или испытания.
	Отмена. Возврат в Главное окно программы без выбора объекта или испытания.

3.6.1. Добавление нового объекта испытаний в базу данных

При добавлении нового объекта испытаний (трансформатора) необходимо указать его паспортные данные, общие технические параметры и технические параметры высоковольтных вводов (в случае ведения общей базы с прибором «Тангенс-Д»).

Паспортные данные трансформатора

Технологический индекс

ТРДН-25000 110

Марка трансформатора

Завод-производитель

Год выпуска

Заводской номер

Мощность трансформатора, кВА

–

25000,0

+

Номинальная частота, Гц

–

50,0

+

Тип

☒ Трансформатор

☐ Автотрансформатор

Количество фаз

☒ Трёхфазный

☐ Однофазный

Количество обмоток

☒ 2х-обмоточный

☐ 3х-обмоточный

Материал обмоток

☒ Медь

☐ Алюминий

Основная изоляция обмоток

☒ Масло

☐ Элегазовая

☐ Сухая

Маркировка фаз трансформатора

☒ Российская (ГОСТ) А В С

☐ Европейская (IEC) 1U 1V 1W

☐ Американская (IEEE) H1 H2 H3

Общие технические параметры трансформатора

Рисунок 3-3. Паспортные данные трансформатора

Общие технические параметры трансформатора

Обмотка	ВН	СН	НН
Номинальная мощность, кВА	25000,00	12500,00	12500,00
Класс напряжения, кВ	105,00	6,30	6,30
Ток, А	126,00	1146,00	1143,00
Группа соединений	☒ YN ☐ D ☐ Y	☐ yn ☒ d ☐ y	☐ yn ☒ d ☐ y ☐ z
Номер группы		11	11
Переключатель ответвлений	☐ Нет ☒ РПН ☐ ПБВ	☒ Нет ☐ РПН ☐ ПБВ	☒ Нет ☐ РПН ☐ ПБВ
Количество положений	19	19	19
Номинальное положение	10	10	10
Таблица напряжений	-	-	-
Напряжение КЗ, %	ВН-НН	10,000	
	ВН-СН	10,000	
	СН-НН	10,000	
Заводские данные параметров	Параметры XX		

Рисунок 3-4. Общие технические параметры трансформатора

3.6.2. Параметры РПН/ПБВ

При наличии РПН в параметре «Таблица напряжений» необходимо указать напряжения РПН во всех положениях. Номинальное напряжение и номер положения берется из введенных паспортных данных.

Обмотка ВН: Напряжения РПН

Положение	Напряжение, В
Положение 1	133 420
Положение 2	131 373
Положение 3	129 327
Положение 4	127 280
Положение 5	125 233
Положение 6	123 187
Положение 7	121 140
Положение 8	119 093
Положение 9	117 047
Положение 10	115 000
Положение 11	112 953
Положение 12	110 907
Положение 13	108 860
Положение 14	106 813
Положение 15	104 767
Положение 16	102 720

Расчёт напряжений, В

Номинальное Положение 10

115000,00

Положение 1

133420,00

Положение 19

96580,00

Процент изменения

1,0000

Расчитать по напряжениям

Расчитать по процентам

Рисунок 3-5. Задание уровня напряжений в различных положениях РПН

Напряжения РПН можно ввести 3 различными способами:

1. Ввести данные напряжений в таблице вручную.
2. Ввести процент изменения на каждом положении РПН и нажать кнопку «Расчитать по процентам». Будет произведен расчет напряжений относительно номинального и введенных процентов.
3. Ввести напряжения для крайних положений РПН и нажать кнопку «Расчитать по напряжениям». Будет произведен расчет относительно введенных напряжений.

Аналогичным образом указываются напряжения ПБВ (при наличии).

3.6.3. Заводские данные параметров холостого хода

Для ввода заводских данных параметров холостого хода трансформатора необходимо нажать кнопку «Параметры ХХ» [см. Рисунок 3-4] и ввести необходимую информацию [см. Рисунок 3-6].

Заводские данные параметров холостого хода (ХХ)

	a-b	b-c	c-a
Потери ХХ при малом напряжении, Вт	— 0,0 +	— 0,0 +	— 0,0 +
	a-b / b-c	b-c / c-a	c-a / a-b
Соотношение потерь ХХ при малом напряжении	— 0,000 +	— 0,000 +	— 0,000 +

Рисунок 3-6. Задание параметров холостого хода трансформатора

3.6.4. Параметры высоковольтных вводов

Завершающим этапом ввода паспортных данных трансформатора является ввод технических параметров высоковольтных вводов. Эти параметры могут вводиться справочно для совместимости базы данных с прибором «Тангенс-Д».

Технические параметры высоковольтных вводов

Обмотка	ВН	СН	НН
Марка ввода, фаза А			
Марка ввода, фаза В			
Марка ввода, фаза С			
Тип изоляции ввода, фаза А			
Тип изоляции ввода, фаза В			
Тип изоляции ввода, фаза С			
Базовый tg δ %, фаза А	— 0,000 +	— 0,000 +	— 0,000 +
Базовый tg δ %, фаза В	— 0,000 +	— 0,000 +	— 0,000 +
Базовый tg δ %, фаза С	— 0,000 +	— 0,000 +	— 0,000 +
Базовая С, пф., фаза А	— 0,00 +	— 0,00 +	— 0,00 +
Базовая С, пф., фаза В	— 0,00 +	— 0,00 +	— 0,00 +
Базовая С, пф., фаза С	— 0,00 +	— 0,00 +	— 0,00 +

Рисунок 3-7. Технические параметры высоковольтных вводов

3.6.5. Просмотр архива испытаний

Для работы с архивными данными в нижней части экрана программы расположены кнопки «Анализ замеров», «Сравнение измерений», «Отчет».

Таблица 3.3 Панель работы с архивом испытаний

	Анализ замеров. Просмотр и анализ данных измерений.
--	--

	Просмотр замеров. Просмотр и анализ данных измерений.
	Комплексный Отчет. Формирование отчетной формы по результатам проведенных испытаний.

Анализ измерений позволяет выбрать из архива данные испытаний и просмотреть их на экране. Имеется возможность сравнить с паспортными данными трансформатора и оценить техническое состояние, а также сравнение с нормами для каждого измерения в отдельности, даже если при проведении измерения не были учтены нормы. Для этого необходимо выбрать измерение, нажать кнопку «Исправить» и применить или изменить нормы, которые были выбраны в процессе измерения. После этого в отчет добавится сравнение с нормами, которые выбрал пользователь.

Сравнение измерений позволяет отследить тенденцию изменения контролируемых параметров и общего состояния трансформатора во времени. При наличии более одного однотипного метода испытания в памяти прибора имеется возможность в графическом виде анализировать временной тренд параметров трансформатора.

Функция составления отчета позволяет сформировать общий документ о комплексном испытании и сохранить его на диск или внешний носитель.

3.7. Клавиатура



При вводе или корректировке данных может быть задействована виртуальная клавиатура. Использование виртуальной клавиатуры позволяет значительно упростить ввод информации с сенсорного экрана прибора TD-Tester. Для ввода информации с использованием виртуальной клавиатуры необходимо выбрать поле для ввода данных, нажать кнопку «Клавиатура» [см. Рисунок 3-1] и ввести необходимую информацию [см. Рисунок 3-8]. Виртуальная клавиатура автоматически вызывается при долгом нажатии на поле ввода.

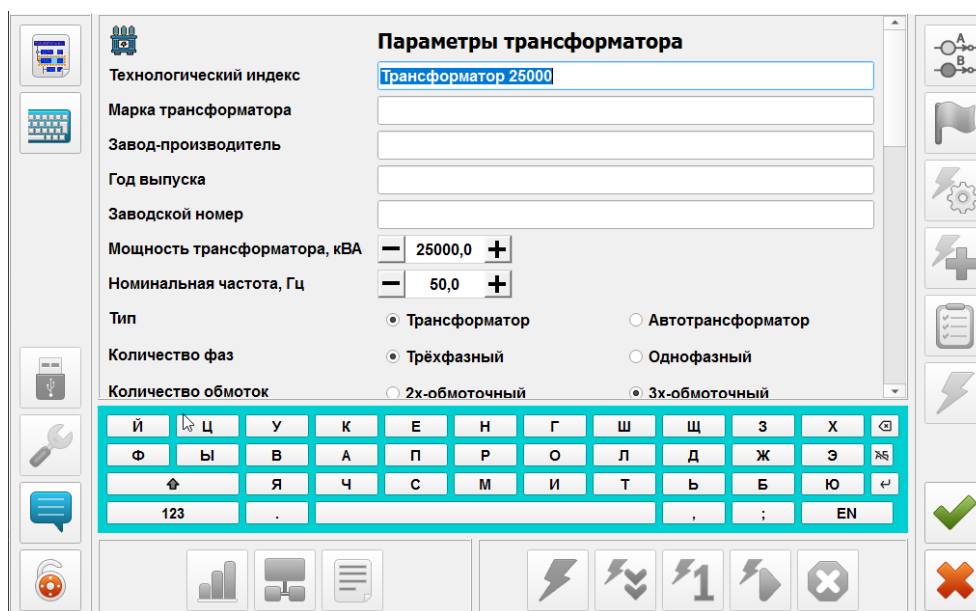


Рисунок 3-8. Виртуальная клавиатура

Кнопка на виртуальной клавиатуре предназначена для стирания всех символов в строке ввода информации. Для деактивации клавиатуры необходимо повторно нажать кнопку «Клавиатура» .

4. Методы испытаний

Основные методы проведения испытаний согласно ГОСТ 3484, выполняемых прибором TD-Tester:

1. Измерение коэффициента трансформации.
2. Проверка группы соединения обмоток.
3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току.
4. Измерение потерь и напряжения короткого замыкания (КЗ).
5. Измерение потерь и тока холостого хода.

Дополнительные методы испытаний:

1. Измерение динамического сопротивления (DRM тест) и вибрации РПН с целью контроля технического состояния устройства РПН силового трансформатора без вскрытия РПН.
2. Измерение частотной характеристики потерь рассеяния (FRSL - Frequency Response of Stray Losses) с целью контроля замыканий в параллельных проводниках. Схема подключения аналогична методу измерения потерь и напряжения КЗ. Измерение обычно проводится на частотах от 15 до 400 (максимум 600) Гц.
3. Измерение вибрации бака трансформатора в режиме холостого хода и нагрузки с целью контроля качества прессовки обмоток, определение технического состояния маслонасосов и вентиляторов, оценка целостности и состояния конструктивных элементов трансформатора по вибрационным параметрам (методика ПО Веста).
4. Размагничивание магнитной системы трансформатора, контроль намагниченности.
5. Измерения по параметрам пользователя. Настраиваемый пользователем режим работы источников (АС или DC, одна или 3 фазы, источник напряжения или тока и т.д.) и измерение заданных параметров. Этот режим используется для проведения нестандартных типов измерений и для поверки прибора.

Теоретические основы, методы испытаний согласно ГОСТ 3484, подробно описаны в различной литературе. Основы методов измерения динамического сопротивления РПН, частотной характеристики потерь рассеяния и измерения вибрации бака трансформатора для контроля качества прессовки описаны в данной инструкции.

4.1. Панель управления испытаниями

Панель управления испытаниями находится в правой боковой и нижней части экрана программы. Кнопки управления активируются при доступности элемента управления [см. Рисунок 3-1].

Таблица 4.1 Панель управления испытаниями

	Схема подключения. Отображает схему подключения кабелей, соответствующую выбранному методу.	
	Начать испытание. Запуск испытания выбранным методом или комплексное испытание.	
	Настройка испытания. Просмотр и редактирование параметров выбранного метода или комплексного испытания.	
	Выбрать новое испытание. Оперативное добавление нового метода испытаний или с отличающимися параметрами.	
	Начать Измерение по параметрам пользователя. Настройка испытания по произвольным параметрам пользователя. Используется при поверке и тестировании приборов.	
	Сохранить. Сохранение введенных данных.	 Сохранение измерения.
	Отмена. Отмена действия без сохранения введенных данных или данных замеров	

	Пуск. Запуск процесса измерения. Запускает заново процесс измерения с удалением не сохраненных замеров, если были произведены замеры, но они не были сохранены.
	Продолжить измерения с выбранного из списка. Продолжение измерения после остановки или паузы без удаления результатов измерения.
	Начать одно измерение из списка. Запуск одного замера, выбранного из списка. Возможность произвести новое измерение взамен несохраненного существующего.
	Перейти к следующему измерению. Переход на следующее измерение, не дожидаясь окончания производимого измерения.
	Остановить измерения. Остановка или пауза в измерениях.

4.2. Добавление и настройка методов испытаний

Добавить новый метод испытаний из списка доступных для выбранного трансформатора с заданием необходимых параметров можно в окне работы с архивом или кнопкой в панели управления испытаниями.



Рисунок 4-1. Пример окна выбора метода испытаний

Все методы испытаний сохраняются в общей базе и их можно просматривать, редактировать и проводить измерения.

4.3. Проведение измерений

Перед стартом испытания необходимо выбрать метод из списка в базе данных Текущий выбранный метод отображается в верхней части основного экрана программы.



Рисунок 4-2. Выбранный трансформатор и метод испытания

4.4. Измерение по параметрам пользователя

Кроме набора стандартных методов, пользователь может задать собственный режим работы источников и провести измерения на любых соответствующих объектах.

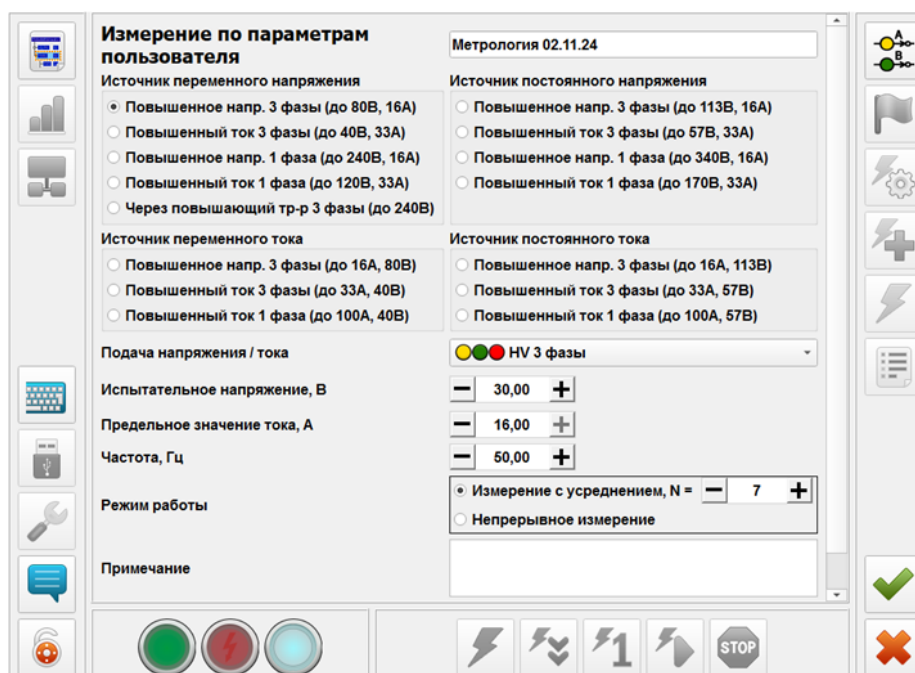


Рисунок 4-3. Окно ввода данных при измерении по параметрам пользователя

В данном режиме доступно выполнение следующих операций:

- воспроизведение / измерение напряжения постоянного тока;
- воспроизведение / измерение напряжения переменного тока;
- воспроизведение / измерение силы постоянного тока;
- воспроизведение / измерение силы переменного тока;

- вычисление углов фаз, расчет сопротивления цепи измерения, величины активной и реактивной мощности и т.п., выбираемых пользователем при проведении измерений.

Для проведения измерений необходимо выбрать режим работы встроенного источника напряжения прибора TD-Tester и задействованные фазы. При этом для режимов «Источник напряжения» задается величина испытательного напряжения (В) и предельное значение тока (А), а для режимов «Источник тока» – испытательный ток (А) и предельное значение напряжения (В). Для переменного напряжения (тока) задается частота (Гц).

При выборе режима работы «Измерение с усреднением» необходимо задать количество циклов измерения для автоматического завершения измерений. Для завершения ввода данных нажать кнопку «Сохранить» и на экране отобразится окно «Текущие данные измерения».

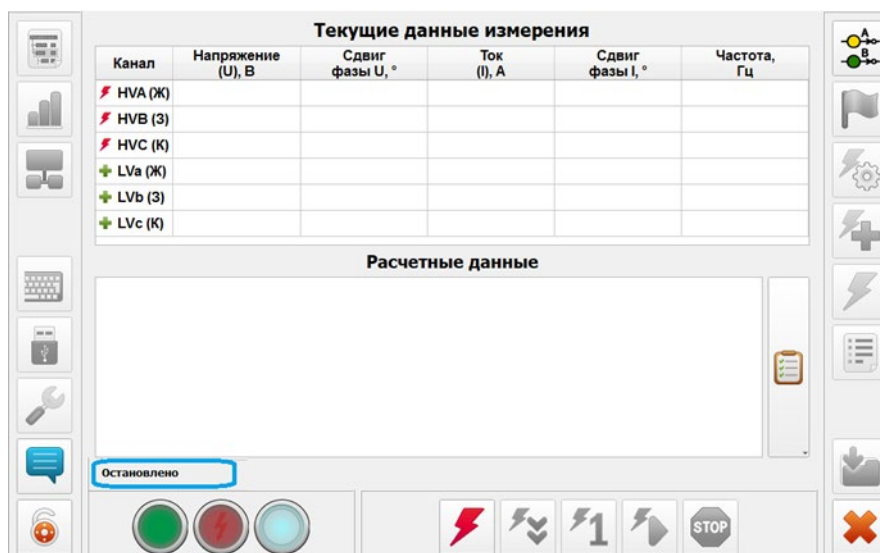


Рисунок 4-4

Для выполнения измерений нажать кнопку «Пуск», затем «Start/Stop» на панели прибора. Если был выбран режим «Непрерывное измерение» [см. Рисунок 4-3], для завершения измерений необходимо повторно нажать кнопку «Start/Stop».

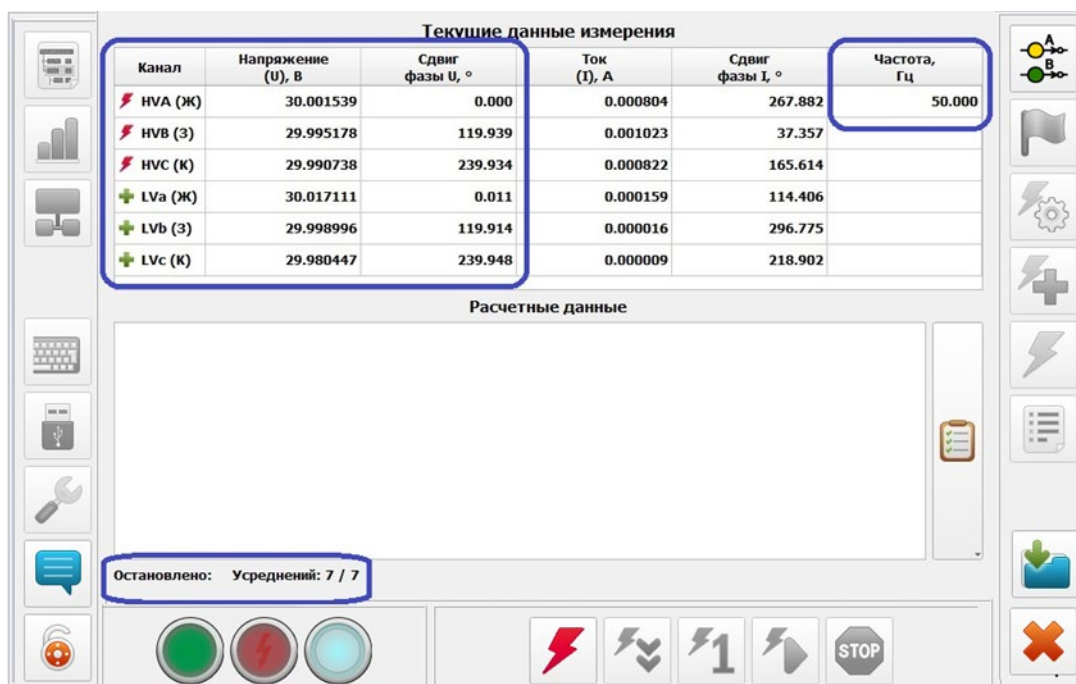


Рисунок 4-5. Окно с результатами измерений

Для сохранения результатов измерений нажать кнопку «Сохранить замер».

4.5. Измерение динамического сопротивления РПН (DRM метод)

Пример осциллограммы исправно работающего контактора для переключающего устройства, снятая с помощью метода DRM (верхний график) и наложенная на него типовая осциллограмма (нижний график).

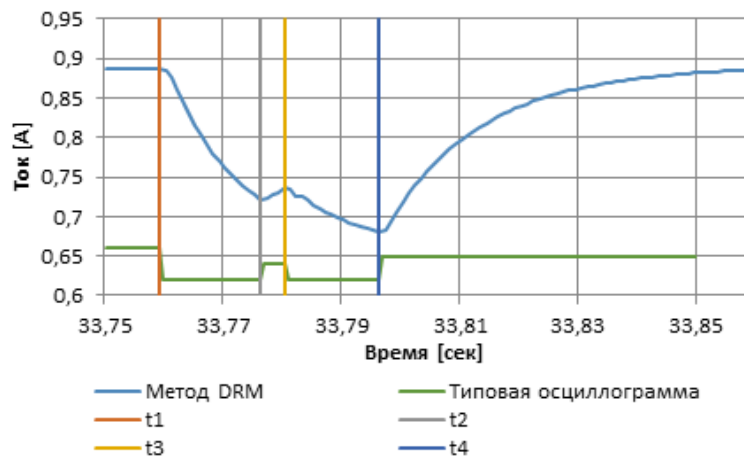


Рисунок 4-6. Осциллограмма работы контактора РПН

Анализ осциллограммы для определения временных характеристик переключения контактов РПН базируется на очевидных свойствах полученной кривой. Эта кривая является кусочно-непрерывной, состоящей из пяти разных интервалов и четырех отметок времени (t_1 – t_4). Процесс переключения контактов контактора РПН начинается в момент, когда ток уменьшается по экспоненциальному закону (участок t_1 – t_2), и завершается в момент минимального значения тока, после которого ток увеличивается по экспоненциальному закону (время t_4).

При рассмотрении осциллограммы, снятой с помощью метода DRM, можно выделить 4 характерных отметки времени t_1 , t_2 , t_3 , t_4 . Интервал между точками t_1 и t_4 соответствует длительности переключения, а интервал между точками t_2 и t_3 соответствует нахождению контактов в положении “моста”.

Длительности отдельных интервалов являются паспортной характеристикой РПН. Поэтому отклонения от паспортных данных свидетельствуют о нарушении в работе переключающего устройства.

4.6. Измерение частотной характеристики потерь рассеяния (FRSL)

FRSL (Frequency Response of Stray Losses) — это тест выполняется аналогично сопротивлению короткого замыкания, но на переменной частоте от 15 Гц до 400 (максимум 600) Гц. Это единственный электрический метод, который позволяет выявлять короткие замыкания между параллельными проводниками. Выявляется благодаря увеличенным потерям на вихревые токи, т.к. короткие замыкания в параллельных проводниках влияют на скин-эффект. Процедура измерения заключается в регистрации активного сопротивления переменного тока на различных частотах. Сопротивление увеличивается с увеличением частоты.

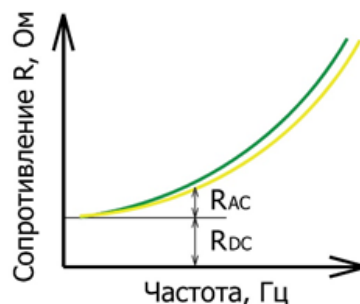


Рисунок 4-7. График изменения сопротивления от частоты двух отличающихся обмоток

Результаты интерпретируются путем сравнения фаз между собой. FRSL тест предоставляет больше информации, чем просто тест на сопротивление короткого замыкания на промышленной частоте.

4.7. Измерение вибрации бака трансформатора

Измерение вибрации бака трансформатора проводится с целью контроля качества прессовки обмоток, оценка целостности и состояния конструктивных элементов трансформатора по вибрационным параметрам. Измерения проводятся в режиме холостого хода и максимально возможной нагрузки по методике программы «Веста».

Вибрационный метод контроля прессовки базируется на анализе формы временного вибросигнала на поверхности бака трансформатора, поэтому в его основе лежит спектральный анализ вибросигналов. Для регистрации вибросигналов на баке трансформатора используются датчики (пьезоакселерометры), с рабочим диапазоном частот от 10 до 1000 Гц.

В спектре вибрации идеального трансформатора должны, теоретически, присутствовать только три нечетных гармоники от электромагнитной частоты, равной удвоенной частоте питающей сети. Эта частота равна 100 Гц при частоте питающей сети 50 Гц и 120 Гц при частоте сети 60 Гц. Первая гармоника электромагнитной частоты в трансформаторе вызывается эффектом магнитострикции в сердечнике и электродинамическими силами в обмотке. Третья и пятая гармоники появляются в спектре вибросигнала за счет влияния эффекта насыщения магнитопровода трансформатора.

В реальном трансформаторе на форму вибросигнала, кроме влияния насыщения сердечника, накладывается эффект вибрации обмоток и магнитопровода трансформатора, состоящих из многих отдельных витков и листов.

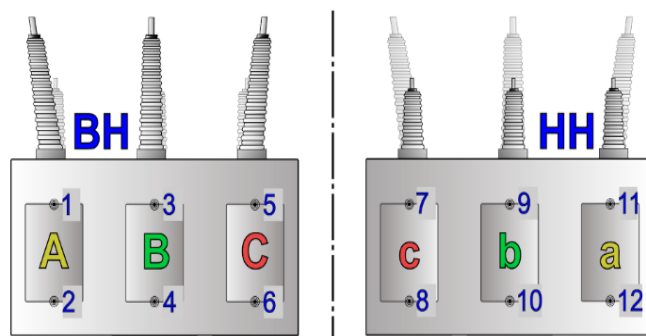


Рисунок 4-8. Точки контроля вибрации на баке трансформатора

На поверхности бака точки для установки вибродатчика выбираются после ознакомления с технической документацией на трансформатор так, чтобы они располагались на уровне верхней и нижней части обмотки соответствующей фазы. Рядом с выбранной точкой для установки вибродатчика не должно быть элементов усиления корпуса, люков, трубопроводов. Допустимо смещать точку измерения до 20 – 30 см в ту или иную сторону.

Полный цикл измерения вибрации на поверхности бака трансформатора включает в себя два полных замера - в режимах холостого хода и нагрузки. Чем сильнее будет загружен трансформатор во время испытания, тем выше будет точность определения остаточной прессовки обмотки. Рекомендуемая нагрузка – более 25%. Обязательным условием получения достоверных результатов является установка датчика при измерениях в разных режимах в одних и тех же местах.

Замеры вибрации в 12 точках в каждом режиме записываются в базу данных, производится их окончательная обработка и диагностика качества прессовки в приборе.

Подробное описание последовательности выполняемых операций при различных видах испытания изложено в документе «Руководство пользователя» ВЦ.411182.001/1.000 ИЗ

5. Настройки прибора



Доступ к настройкам параметров прибора осуществляется при помощи кнопки «Настройки прибора» [см Рисунок 3-1].

Настройки включают в себя настройку даты и времени прибора, включение режима удаленного управления прибором, расположение базы данных при работе с прибором и список шаблонов норм при проведении испытаний трансформаторов в различных режимах.

5.1. Системные настройки прибора

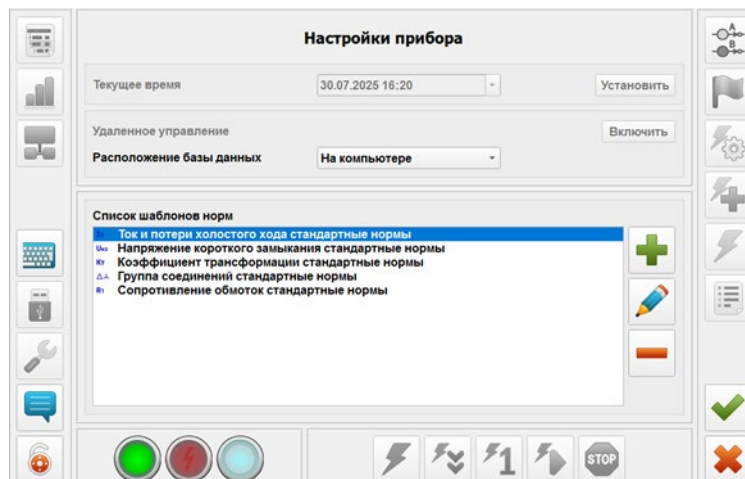


Рисунок 5-1. Настройки прибора

Для установки системной даты и времени необходимо нажать кнопку «Установить», а затем подтвердить установку нажатием кнопки «ОК».

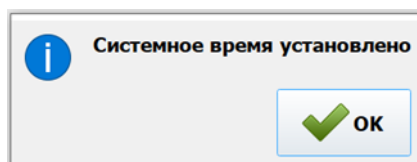


Рисунок 5-2. Установка системного времени

Для удаленного управления прибором TD-Tester в приборе реализована удаленная точка доступа по сети Wi-Fi. Для включения режима удаленного управления необходимо нажать кнопку «Включить» [см. Рисунок 5-1].

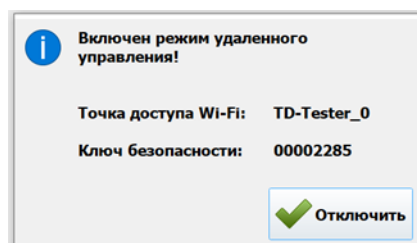


Рисунок 5-3. Параметры удаленного управления

Подключение компьютера происходит стандартным для ОС способом. Необходимо выбрать указанную в параметре «Точка доступа» сеть Wi-Fi из списка доступных сетей ОС.

Нажать кнопку «Подключить» и ввести ключ безопасности, указанный на приборе. Подключение происходит от нескольких секунд до десятков секунд. Разница связана с проверками выхода в интернет и настроенными защитами на конкретном компьютере.



ВНИМАНИЕ! Ключ безопасности является уникальным и одноразовым. Всегда генерируется новый ключ при включении точки доступа. Это сделано для отключения возможности автоматического подключения к прибору и выполнения осознанных действий оператора с целью безопасного использования оборудования.

После подключения к точке доступа на компьютере используется программа-эмулятор прибора «TD-Tester» для установленной ОС.



ВНИМАНИЕ! После включения точки доступа управление прибором полностью передается на удаленный компьютер. Возможность управлять прибором с помощью встроенного экрана полностью блокируется.

После завершения процесса удаленного управления прибором необходимо нажать кнопку «Отключить» режим удаленного доступа на экране прибора. Точка доступа и компьютер автоматически отключаются. Управление полностью передается на прибор.

5.2. Расположение базы данных

При работе с прибором TD-Tester база данных (БД) расположена в памяти прибора, а при удаленном управлении прибором может располагаться как на компьютере, так и в памяти прибора. Путь к расположению БД на компьютере указывается при установке программы удаленного управления прибором TD-Tester системным администратором.

5.3. Обновление программного обеспечения прибора

Позволяет проводить обновление программного обеспечения (ПО) всех модулей и подсистем прибора TD-Tester. Обновление ПО предоставляется в виде одного файла архива с расширением «zip». Обновление может быть выполнено непосредственно на приборе при помощи USB FLASH накопителя или с компьютера в режиме удаленного управления.

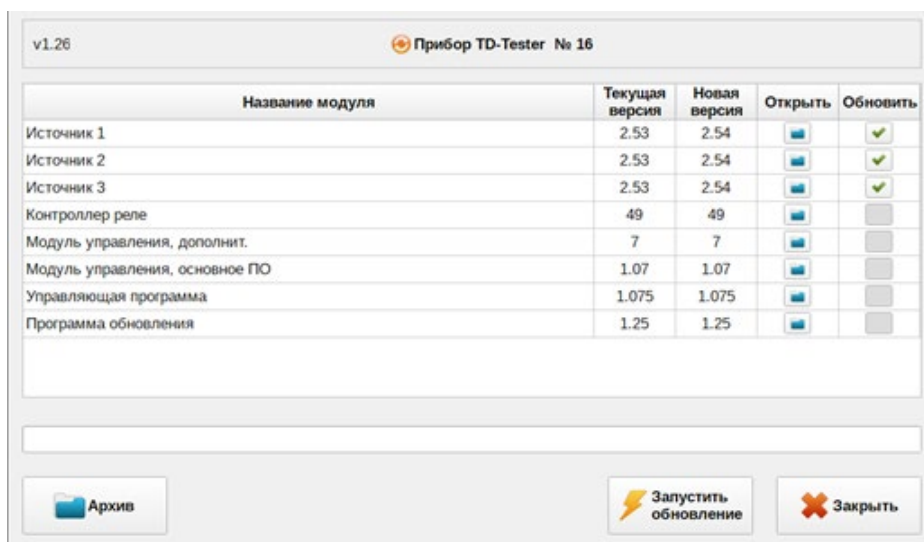


Рисунок 5-4. Обновление ПО прибора

В окне отображается список подсистем прибора, доступных для обновления ПО и их текущая версия. Кнопка «Архив» позволяет с использованием стандартного системного файлового менеджера выбрать файл обновления ПО прибора.

При загрузке архива производится проверка текущей и новой версии ПО. В случае если новая в архиве более поздняя, автоматически ставится отметка в столбце «Обновить». Пользователь может самостоятельно включать/отключать отметки в поле «Обновить» в соответствии с необходимостью.

Процесс обновления ПО каждого модуля отображается в нижней части экрана. При успешном обновлении отображается соответствующее сообщение.

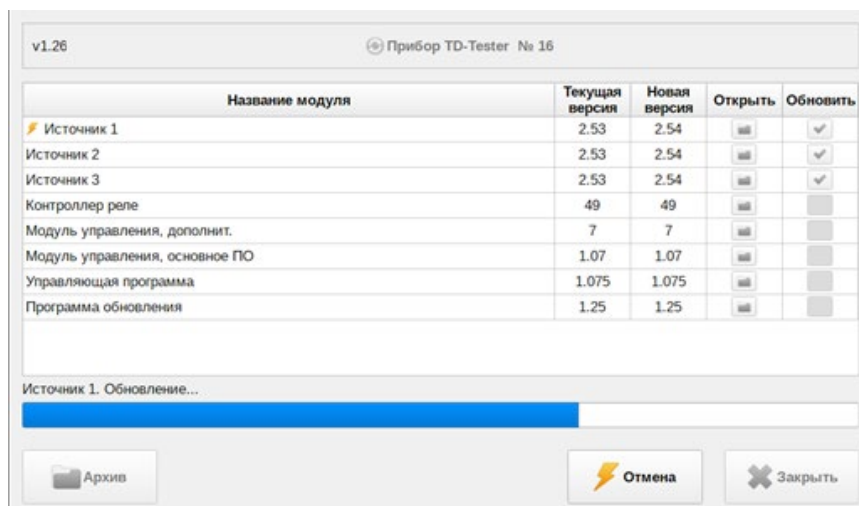


Рисунок 5-5. Процесс обновления

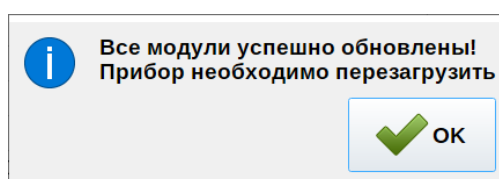


Рисунок 5-6. Успешное обновление

В результате процесса обновления текущая и новая версии модулей должны быть идентичны.

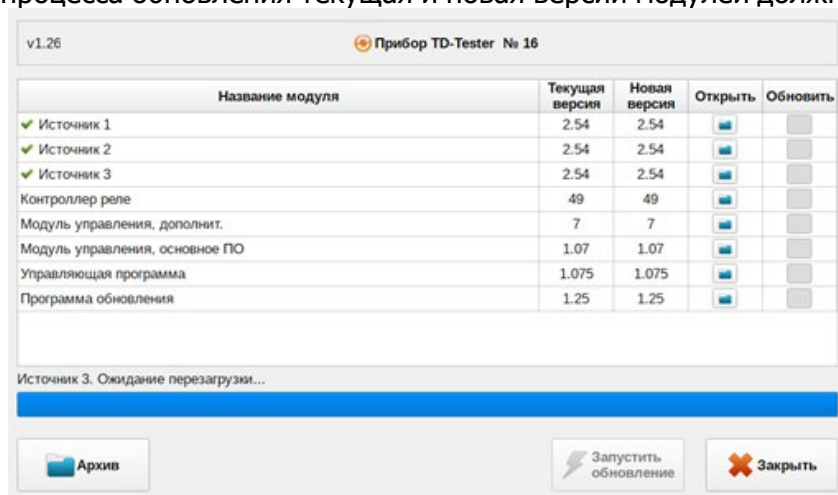


Рисунок 5-7. Результат обновления

Если по каким-либо причинам обновление модуля не произошло, рекомендуем повторить процесс. Возможно, для повторного обновления потребуется отключение-включение питания прибора.

5.4. Список шаблонов норм

Список шаблонов норм предназначен для формирования нормативных значений и их допустимых отклонений при проведении испытаний оборудования в соответствии с нормативными документами.

Таблица 5.1 Панель работы со списком шаблонов норм

	Новый. Добавление нового набора нормативных параметров для выбранного режима испытаний.
	Исправить. Корректировка нормативных параметров для выбранного режима испытаний.
	Удалить. Удаление нормативных параметров для выбранного режима испытания.

6. Состояние подсистем прибора



Доступ к параметрам состояния прибора осуществляется при помощи кнопки «Состояние» [см. Рисунок 3-1].

В этом режиме отображаются следующие параметры текущего состояния прибора, его защит и возникшие ошибки:

Состояние прибора	
Максимальная температура в элементах контроля в приборе	31
Температура измерительных цепей (Тизм) °C	29
Температура источника 1 (Тист1) °C	31
Температура источника 2 (Тист2) °C	31
Температура источника 3 (Тист3) °C	30
Температура цепей переключения (Трел) °C	31
Температура защит (Тзащ) °C	28
Обороты вентилятора №1	0
Обороты вентилятора №2	0
Обороты вентилятора №3	0
Версия ПО контроллера	0.99 7 2.48 2.48 2.48 42.00
Номер прибора	12

At the bottom of the window, there are three circular status indicators (green, red, blue) and a row of icons including a lightning bolt, a downward arrow, a '1', a right arrow, a 'STOP' sign, and a red 'X'.

Рисунок 6-1. Состояние прибора

Температурные параметры, обороты вентиляторов охлаждения и версии ПО отображаются в цифровом виде. Ошибки в работе прибора и текущая выполняемая операция отображаются в текстовом виде.

7. Внешний интерфейс



Работа с внешним интерфейсом осуществляется при помощи кнопки «USB» [см. Рисунок 3-1]. Основным внешним интерфейсом является USB. Интерфейс USB позволяет подключить стандартные USB-флэш-накопители, клавиатуру и манипулятор «мышь». Накопитель используется для сохранения, импорта и экспорта данных на компьютер и другие аналогичные приборы.

8. Техническое обслуживание

Эксплуатационный надзор за работой прибора TD-Tester производится лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

Техническое обслуживание оборудования заключается в систематическом наблюдении за правильностью работы, регулярном техническом осмотре и устранении возникающих неисправностей.

Признаки неисправности при работе с прибором TD-Tester:

- прибор не включается;
- срабатывает защитный предохранитель цепи питания прибора;
- на сенсорном дисплее отсутствует изображение;
- сенсорный дисплей не реагирует на попытку ввода команд или ввода данных;
- прибор не выходит на заданный режим работы по уровням тока и напряжения встроенного источника питания;
- иные неисправности, приводящие к отклонению параметров от заданных значений.

При возникновении неисправности прибор необходимо выключить, отключить кабель питания из розетки, выяснить причину неисправности и способы ее устранения в соответствии с эксплуатационной документацией на прибор TD-Tester. Для принятия решений по восстановлению работоспособности прибора необходимо ознакомиться с гарантийными обязательствами в паспорте прибора TD-Tester и (или) обратиться к производителю для получения консультаций и согласованию дальнейших действий.

Таблица 8.1 Виды и периодичность технического обслуживания

Вид технического обслуживания	Периодичность проверки	Выполняемые работы *1	Кто обслуживает
Технический осмотр	При каждом использовании	Внешний осмотр. Контроль за работой прибора по индикаторам состояния. Осмотр измерительных кабелей на наличие повреждений.	Ответственный за обслуживание персонал
Плановая ревизия	1 раз в год	Внешний осмотр. Проверка работоспособности.	Ответственный за обслуживание персонал
Внеплановое обслуживание	При возникновении неисправностей		Ответственный за обслуживание персонал
Примечание: *1 – испытательные кабели должны проверяться на сопротивление изоляции не реже, чем 1 раз в год или при видимом дефекте кабелей.			

9. Гарантии и ответственность Производителя

- 9.1. Средний срок службы прибора – 10 лет.
- 9.2. Средняя наработка на отказ – не менее 10 000 часов.
- 9.3. Производитель гарантирует соответствие изделия требованиям, предусмотренным действующей документацией, при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.
- 9.4. Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев с момента поставки прибора TD-Tester (стандартный срок).
- 9.5. В течение гарантийного срока производитель производит безвозмездный ремонт или замену неисправного прибора.
- 9.6. Любая попытка проведения ремонта вне Производителя прекращает действие гарантийных обязательств.
- 9.7. Гарантии на прибор TD-Tester не распространяются в случаях:
 - нарушения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных в технических условиях и эксплуатационной документации;
 - наличия механических повреждений и перепаек, не предусмотренных эксплуатационной документацией;
 - монтажа и эксплуатации прибора необученным и неаттестованным персоналом;
 - использования прибора не по назначению.

Производитель прибора TD-Tester ООО «Димрус» не несет никаких обязательств и ответственности, не предоставляет гарантий и не принимает прямых или косвенных претензий к состоянию, производительности или правильной работе любого оборудования или иной собственности, на которых использовался прибор TD-Tester.

В соответствии с этим Производитель не отвечает за:

- Неправильное подключение и практическое применение этого прибора Пользователем;
- Некорректное использование результатов интерпретации Пользователем данных, полученных с помощью этого прибора;
- Использование прибора не по назначению и в недопустимых условиях эксплуатации.

Любые решения, принятые Пользователем по управлению эксплуатацией и проведению ремонтов его оборудования, принимаются Пользователем самостоятельно (под свою ответственность) без гарантии со стороны ООО «Димрус».

Производитель диагностического оборудования также не несёт ответственности за неисправности, возникшие в приборе TD-Tester вследствие нарушения Пользователем правил подключения, монтажа или иных требований, изложенных в эксплуатационной документации (руководстве по эксплуатации, руководстве пользователя и пр.).

10. Транспортирование

- 10.1. Транспортирование приборов должно осуществляться в крытых транспортных средствах любого вида транспорта (воздушным – при условии размещения приборов в герметизированном отсеке) при температуре окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 95 % при температуре плюс 25 °С.
- 10.2. Транспортирование производится в соответствии с правилами, действующими на соответствующем виде транспорта.
- 10.3. Условия транспортирования прибора TD-Tester и его комплектующих изделий – легкие (Л) в соответствии с ГОСТ 23216.
- 10.4. После транспортирования при отрицательных температурах необходимо выдерживать приборы не менее 24 часов при температуре помещения, в котором они будут эксплуатироваться.

11. Хранение

- 11.1. Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе условий хранения Л по ГОСТ 15150-69, температура хранения от плюс 5 до 40 °С, относительная влажность воздуха 80 % при температуре плюс 25 °С.
- 11.2. В местах хранения не допускается наличие паров ртути, щелочей и других химических веществ, вызывающих коррозию, взрывоопасной окружающей среды и среды с токопроводящей пылью.

12. Утилизация

- 12.1. По окончании эксплуатации изделие подлежит утилизации. Полупроводниковые приборы утилизируются в соответствии с требованиями распространяющейся на них нормативно-технической документации.
- 12.2. Подготовка изделия к утилизации и проведение утилизации должны осуществляться в соответствии с требованиями безопасности ГОСТ 22261-94.

Приложение А. Библиография

№	Обозначение документа	Наименование
1	2	3
1	ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
2	ГОСТ 12.2.007.3-75	Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности
3	ГОСТ Р 50779.70-2018	Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку.

 ДЛЯ ЗАМЕТОК

Информация о производителе

ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения по диагностике для различных отраслей промышленности.

Россия, 614500, Пермский край,
д. Ванюки, Шоссейный въезд, д.2

Тел.: (342) 212-23-18, 212-91-93

Адрес в интернете: <http://dimrus.ru>

E-mail: dimrus@dimrus.ru