

**ИЗМЕРИТЕЛИ ТРЕХФАЗНЫЕ  
СА540**

**Руководство по эксплуатации  
Часть 1. Техническая эксплуатация  
411182.001 РЭ**

**Москва**

<b>1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</b> .....	5
1.1 Назначение .....	5
1.2 Область и условия применения .....	5
<b>2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b> .....	6
2.1 Измеряемые величины, диапазоны измерений и время измерения .....	6
2.2 Конструктивные характеристики и питание .....	17
<b>3 КОМПЛЕКТНОСТЬ</b> .....	18
<b>4 УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	19
<b>5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ</b> .....	21
5.1 Описание структурной схемы .....	21
5.2 Работа Измерителя при проведении опыта холостого хода .....	23
5.3 Работа Измерителя при проведении опыта короткого замыкания трансформаторов .....	26
5.4 Работа Измерителя при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) трансформаторов .....	27
5.5 Конструкция Измерителя .....	29
<b>6 РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	31
6.1 Подготовка к работе .....	31
6.1.1 Ввод даты и времени .....	31
6.1.2 Ввод количества накапливаемых результатов измерения .....	32
6.1.3 Калибровка сенсорного экрана .....	33
6.1.4 Регулировка громкости голосовых сообщений .....	34
6.1.5 Очистка архива .....	34
6.1.6 Ввод данных по объекту измерения .....	35
6.2 Измерения при проведении опыта холостого хода при пониженном напряжении .....	37
6.2.1 Проведение опыта ХХ для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Δ, Yн, Zн .....	37
6.2.1.1 Измерения при использовании встроенного источника питания .....	37
6.2.1.2 Измерения при использовании внешнего источника питания .....	42

6.2.2 Проведение опыта ХХ для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Y, Z .....	46
6.2.2.1 Измерения при использовании встроенного источника питания .....	46
6.2.2.2 Измерения при использовании внешнего источника питания .....	49
6.2.3 Проведение опыта ХХ для однофазных трансформаторов .....	51
6.2.3.1 Измерения при использовании встроенного источника питания .....	51
6.2.3.2 Измерения при использовании внешнего источника питания .....	53
6.3 Измерения при проведении опыта холостого хода при номинальном напряжении .....	56
6.4 Измерения при проведении опыта короткого замыкания .....	64
6.5 Измерения при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) .....	68
6.5.1 Измерения при использовании встроенного источника питания .....	68
6.5.2 Измерения при использовании внешнего источника питания .....	72
6.6 Работа с архивом .....	76
6.6.1 Просмотр результатов измерений, сохраненных в памяти БУ .....	76
6.6.2 Считывание результатов измерений, сохраненных в памяти БУ, в память ПК .....	78
<b>7 РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА</b> .....	81
7.1 Измерения при проведении опыта холостого хода при пониженном напряжении .....	81
7.1.1 Проведение опыта ХХ для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Δ, Yн, Zн .....	81
7.1.1.1 Измерения при использовании встроенного источника питания .....	81
7.1.1.2 Измерения при использовании внешнего источника питания .....	88
7.1.2 Проведение опыта ХХ для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Y, Z .....	91

7.1.2.1 Измерения при использовании встроенного источника питания.....	91
7.1.2.2 Измерения при использовании внешнего источника питания .....	92
7.1.3 Проведение опыта ХХ для однофазных трансформаторов .....	95
7.1.3.1 Измерения при использовании встроенного источника питания.....	95
7.1.3.2 Измерения при использовании внешнего источника питания.....	96
7.2 Измерения при проведении опыта холостого хода на номинальном напряжении .....	98
7.3 Измерения при проведении опыта короткого замыкания.....	103
7.4 Измерения при определении отношения напряжений (коэффициента трансформации).....	108
7.4.1 Измерения при использовании встроенного источника питания.....	108
7.4.2 Измерения при использовании внешнего источника питания.....	111
7.5 Сохранение результатов измерений в архиве.....	113
7.5.1 Запись результатов измерений в архив.....	113
7.5.2 Просмотр результатов измерений, сохраненных в архиве .....	115
<b>8 УСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ НА ПК .....</b>	<b>116</b>
8.1 Установка программы "CA540 ЭТЛ" для управления Измерителем трехфазным CA540.....	116
8.2 Установка драйвера Блока сопряжения универсального .....	118
8.3 Установка программы "CA540 Archive " для работы с архивом блока управления Измерителя трехфазного CA540.....	119

**ВНИМАНИЕ!**

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ, КАК В ПОЛЕВЫХ, ТАК И В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ:

- ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ CA540 К СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 220 В 50 Гц **ДОЛЖНА БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНА РОЗЕТКА, В КОТОРОЙ ИМЕЕТСЯ ЗАЖИМ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ**, ПЕРЕД ВКЛЮЧЕНИЕМ УБЕДИТЬСЯ В ТОМ, ЧТО ЭТОТ ЗАЖИМ ПОДКЛЮЧЕН К КОНТУРУ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ;
- НЕ ПОДКЛЮЧАТЬ ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ К ЗАЖИМУ "└" НА ВЕРХНЕЙ ПАНЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЯ CA540!;
- В СОСТАВЕ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ИЗМЕРИТЕЛЬ CA540 ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АМОРТИЗАЦИИ ДОЛЖЕН ТРАНСПОРТИРОВАТЬСЯ В СУМКЕ УКЛАДОЧНОЙ 323382.007.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

схем соединения обмоток трехфазных трансформаторов

Δ – треугольник

Y – звезда

Z – зигзаг

Yn – звезда с нейтралью

Zn – зигзаг с нейтралью

Руководство по эксплуатации Измерителей трехфазных CA540 (далее – Измерители, Измеритель) состоит из трех частей.

Первая часть руководства по эксплуатации (РЭ) содержит сведения и рекомендации по работе с Измерителями при низковольтных испытаниях силовых и измерительных трансформаторов. Управление Измерителем осуществляется от Блока управления или от персонального компьютера, на который установлена программа "CA540 ЭТЛ".

Вторая часть содержит сведения и рекомендации по работе с Измерителями при испытаниях силовых малогабаритных трансформаторов. Управление Измерителем в этом случае осуществляется от персонального компьютера, на который установлена программа "CA540 Завод".

Третья часть РЭ содержит сведения по методам и средствам поверки Измерителя.

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

### **1.1 Назначение**

Измерители предназначены для измерения:

– потерь холостого хода при пониженном напряжении, сопротивления короткого замыкания и коэффициента трансформации при проведении низковольтных испытаний силовых и измерительных трансформаторов;

– потерь холостого хода на номинальном напряжении однофазных и трехфазных силовых трансформаторов классом напряжения 0,4 кВ и 0,23 кВ на низкой стороне;

– напряжения, силы тока и фазового сдвига в однофазных и трехфазных, трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока на частоте 50 Гц при равномерной и неравномерной нагрузке фаз.

### **1.2 Область и условия применения**

1.2.1 Область применения Измерителей – предприятия и организации, осуществляющие контроль состояния элементов трансформаторов при их разработке, производстве и эксплуатации

1.2.2 Измерители могут эксплуатироваться в производственных цехах, стационарных и передвижных лабораториях. Для управления Измерителем в комплект поставки может быть включен блок управления или персональный компьютер со специальным программным обеспечением. Персональный компьютер должен всегда эксплуатироваться в нормальных условиях применения.

1.2.3 Нормальными условиями применения Измерителей являются:

- температура окружающего воздуха – от 0 °С до 40 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;

- форма кривой напряжения, приложенного к измерительной схеме (далее – рабочее напряжение) – синусоидальная;
- частота рабочего напряжения от 49 Гц до 51 Гц;
- коэффициент гармоник рабочего напряжения – не более 5 %.

1.2.4 Рабочими условиями применения Измерителей являются:

- температура окружающего воздуха – от минус 10 °С до 45 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С

1.2.5 При транспортировании значения величин климатических воздействий, влияющих на Измерители, должны находиться в пределах следующих диапазонов:

– температура окружающего воздуха – от минус 20 до плюс 50 °С;

– относительная влажность – не более 95 % при 35 °С.

1.2.6 При транспортировании значения величин механических воздействий, влияющих на Измерители, должны находиться в пределах следующих диапазонов:

- число ударов в минуту – не более 80-120;
- максимальное ускорение – 30 м/с<sup>2</sup>;
- продолжительность воздействия – 1 час.

1.2.7 При хранении значения величин климатических воздействий, влияющих на Измерители, должны находиться в пределах следующих диапазонов:

- температура окружающего воздуха – от 0 до плюс 50 °С;
- относительная влажность – не более 80 % при 25 °С.

## **2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

### **2.1 Измеряемые величины, диапазоны измерений и время измерения**

2.1.1 Управление Измерителем и отображение результатов осуществляется с помощью блока управления (далее – БУ) или с помощью персонального компьютера (далее – ПК).

2.1.2 Измерители выполняют измерения в следующих режимах:

– опыт холостого хода на пониженном напряжении (далее – опыт ХХ);

– опыт холостого хода на номинальном напряжении однофазных и трехфазных силовых трансформаторов классом напряжения 0,4 кВ и 0,23 кВ на низкой стороне (далее – опыт ХХН);

– опыт короткого замыкания (далее – опыт КЗ);

– измерение отношения напряжений (коэффициента трансформации).

2.1.3 При управлении от БУ или ПК Измеритель при проведении опыта ХХ (на пониженном напряжении) выполняет измерение:

- междуфазного напряжения  $U^1$ ;
- силы тока  $I^1$ ;
- частоты  $F$ ;
- активной составляющей полной мощности  $P$ ;
- разность фаз между током и напряжением  $\varphi$
- коэффициента мощности  $\cos\varphi$ .

2.1.4 При управлении от БУ или ПК Измеритель при проведении опыта ХХ (на пониженном напряжении) на основании результатов измерения величин, перечисленных в 2.1.3, выполняет расчет:

– активной составляющей полной мощности, приведенной к номинальному значению междуфазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХ на заводе-изготовителе, по формуле

$$P_{\text{п ab}} = P_{\text{ab}} \cdot \left( \frac{U_{\text{нХХ}}}{U_{\text{ab}}} \right)^2, \text{ где } P_{\text{ab}} - \text{измеренное значение активной составляющей}$$

полной мощности,  $U_{\text{нХХ}}$  – номинальное значение напряжения, при котором выполнялся опыт ХХ на заводе-изготовителе,  $U_{\text{ab}}$  – измеренное значение междуфазного напряжения; значения  $P_{\text{п bc}}$ ,  $P_{\text{п ac}}$  вычисляются по аналогичным формулам;

– относительного отклонения приведенной активной составляющей мощности по формуле  $\Delta P_{\text{п ab}} = \frac{P_{\text{п ab}} - P_{\text{ab зав}}}{P_{\text{ab зав}}} \cdot 100$ , где  $P_{\text{п ab}}$  –

активная составляющая полной мощности, приведенная к номинальному значению междуфазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХ на заводе-изготовителе,  $P_{\text{ab зав}}$  – заводское значение активной составляющей мощности; значения  $\Delta P_{\text{п bc}}$ ,  $\Delta P_{\text{п ac}}$  вычисляются по аналогичным формулам;

– соотношений приведенных активных составляющей полной мощности  $P_{\text{п ca}}/P_{\text{п ab}}$ ,  $P_{\text{п ca}}/P_{\text{п bc}}$ ,  $P_{\text{п ab}}/P_{\text{п bc}}$ ;

– относительных отклонений  $\Delta(P_{\text{п ca}}/P_{\text{п ab}})$ ,  $\Delta(P_{\text{п ca}}/P_{\text{п bc}})$ ,  $\Delta(P_{\text{п ab}}/P_{\text{п bc}})$  соотношений  $P_{\text{п ca}}/P_{\text{п ab}}$ ,  $P_{\text{п ca}}/P_{\text{п bc}}$ ,  $P_{\text{п ab}}/P_{\text{п bc}}$  от аналогичных соотношений, рассчитанных на основании заводских значений, приведенных в паспорте проверяемого трансформатора, по формуле

$$\Delta \frac{P_{\text{п ca}}}{P_{\text{п ab}}} = \frac{\frac{P_{\text{п ca}}}{P_{\text{п ab}}} - \frac{P_{\text{п ca зав}}}{P_{\text{п ab зав}}}}{\frac{P_{\text{п ca зав}}}{P_{\text{п ab зав}}}} \cdot 100, \text{ где } P_{\text{п ca}}, P_{\text{п ab}}, P_{\text{п bc}} - \text{активные со-}$$

<sup>1</sup> Здесь и далее при измерении напряжения и тока измеряемым параметром является действующее значение первой гармоники.

ставляющие полной мощности, приведенные к номинальному значению междуфазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХ на заводе-изготовителе,  $P_{\text{ca зав}}$ ,  $P_{\text{ab зав}}$ ,  $P_{\text{bc зав}}$  – заводские значения активных составляющих полной мощности; значения  $\Delta \frac{P_{\text{п ca}}}{P_{\text{п bc}}}$ ,

$\Delta \frac{P_{\text{п ab}}}{P_{\text{п bc}}}$  вычисляются по аналогичным формулам.

2.1.5 При управлении от ПК Измеритель при проведении опыта ХХ на основании результатов измерения величин, перечисленных в 2.1.3, выполняет расчет:

– полного сопротивления по формуле  $Z = \frac{U}{I}$ , где  $U$  – изме-

ренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока;

– активной составляющей полного сопротивления по формуле  $R = \frac{U}{I} \cdot \cos\varphi$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напря-

жения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\cos\varphi$  – измеренное значение коэффициента мощности;

– реактивной составляющей полного сопротивления по формуле  $X = \frac{U}{I} \cdot \sin\varphi$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного на-

пряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз;

– тангенса угла диэлектрических потерь  $\text{tg } \delta = \text{tg} \left( \frac{\pi}{2} + \varphi \right)$ , где

$\varphi$  – измеренное значение разности фаз;

– индуктивности при расчете по параллельной схеме замещения по формуле  $L_p = \frac{1}{2\pi F \cdot \frac{I}{U} \cdot \sin\varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

– индуктивности при расчете по последовательной схеме за-

мещения по формуле  $L_s = \frac{U \cdot \sin\varphi}{2\pi F \cdot I}$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

– емкости при расчете по параллельной схеме замещения по формуле  $C_p = -\frac{I \cdot \sin \varphi}{2\pi F \cdot U}$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

– емкости при расчете по последовательной схеме замещения по формуле  $C_s = -\frac{1}{2\pi F \cdot \frac{U}{I} \cdot \sin \varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты.

2.1.6 При управлении от БУ или ПК Измеритель при проведении опыта ХХН (на номинальном напряжении) выполняет измерение:

- междуфазного и фазного напряжения  $U$ ;
- силы тока  $I$ ;
- разность фаз между током и напряжением  $\varphi$ .

2.1.7 При управлении от БУ или ПК Измеритель при проведении опыта ХХН на основании результатов измерения величин, перечисленных в 2.1.6, выполняет расчет:

– активной составляющей полной мощности, приведенной к номинальному значению фазного напряжения, по формуле

$$P_{aп} = \left(\frac{U_{ан\ ном}}{U_{ан}}\right)^2 \cdot U_{ан} \cdot I_a \cdot \cos \varphi_a,$$

где  $U_{ан}$  – результат измерения фазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХН;

$U_{ан\ ном}$  – номинальное значение фазного напряжения,

$I_a$  – результат измерения тока в данной фазе;

значения  $P_{bп}$ ,  $P_{cп}$  вычисляются по аналогичным формулам;

$\varphi_a$  – разность фаз между током и напряжением в данной фазе;

– реактивной составляющей полной мощности, приведенной к номинальному значению фазного напряжения, по формуле

$$Q_{aп} = \left(\frac{U_{ан\ ном}}{U_{ан}}\right)^2 \cdot U_{ан} \cdot I_a \cdot \sin \varphi_a,$$

где  $U_{ан}$  – результат измерения фазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХН;

$U_{ан\ ном}$  – номинальное значение фазного напряжения,

$I_a$  – результат измерения тока в данной фазе;

$\varphi_a$  – разность фаз между током и напряжением в данной фазе;

значения  $Q_{bп}$ ,  $Q_{cп}$  вычисляются по аналогичным формулам;

– полной мощности, приведенной к номинальному значению фазного напряжения, по формуле

$$S_{aп} = \left(\frac{U_{ан\ ном}}{U_{ан}}\right)^2 \cdot U_{ан} \cdot I_a,$$

где  $U_{ан}$  – результат измерения фазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХН;

$U_{ан\ ном}$  – номинальное значение фазного напряжения,

$I_a$  – результат измерения тока в данной фазе;

значения  $S_{bп}$ ,  $S_{cп}$  вычисляются по аналогичным формулам;

– среднего значения междуфазных напряжений по формуле

$$U_o = \frac{U_{ab} + U_{bc} + U_{ca}}{3}$$

– тока холостого хода по формуле

$$I_o = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$$

– среднего значения частоты по формуле

$$F_o = \frac{F_a + F_b + F_c}{3}$$

где  $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_c$  – результат измерения частоты для фаз А, В и С;

– потерь холостого хода (активной составляющей полной мощности) трансформатора по формуле

$$P_o = P_{aп} + P_{bп} + P_{cп}$$

– реактивной составляющей полной мощности трансформатора по формуле

$$Q_o = Q_{aп} + Q_{bп} + Q_{cп}$$

– полной мощности трансформатора по формуле

$$S_o = S_{aп} + S_{bп} + S_{cп}$$

2.1.8 При управлении от ПК Измеритель при проведении опыта ХХН на основании результатов измерения величин, перечисленных в 2.1.6, в дополнение к величинам, перечисленным в 2.1.7, выполняет также расчет:

– активной составляющей полной мощности  $P$ , по формуле

$$P_a = U_{ан} \cdot I_a \cdot \cos \varphi_a,$$

где  $U_{ан}$  – результат измерения фазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХН;

$I_a$  – результат измерения тока в данной фазе;

$\varphi_a$  – разность фаз между током и напряжением в данной фазе;

значения  $P_b$ ,  $P_c$  вычисляются по аналогичным формулам;

– реактивной составляющей полной мощности  $Q$ , по формуле

$$Q_a = U_{ан} \cdot I_a \cdot \sin \varphi_a,$$

где  $U_{ан}$  – результат измерения фазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХН;

$I_a$  – результат измерения тока в данной фазе;

$\varphi_a$  – разность фаз между током и напряжением в данной фазе; значения  $Q_b, Q_c$  вычисляются по аналогичным формулам;

- полной мощности  $S$ , по формуле

$$S_a = U_{an} \cdot I_a,$$

где  $U_{an}$  – результат измерения фазного напряжения, при котором выполнялся опыт ХХН;

$I_a$  – результат измерения тока в данной фазе;

значения  $S_b, S_c$  вычисляются по аналогичным формулам;

– коэффициента мощности, равного косинусу разности фаз между током и напряжением –  $\cos \varphi_a, \cos \varphi_b, \cos \varphi_c$ ;

– активной составляющей полного сопротивления по формуле  $R = \left| \frac{U}{I} \cdot \cos \varphi \right|$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\cos \varphi$  – измеренное значение коэффициента мощности;

– реактивной составляющей полного сопротивления по формуле  $X = \left| \frac{U}{I} \cdot \sin \varphi \right|$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз;

– индуктивности при расчете по параллельной схеме замещения по формуле  $L_p = \frac{1}{2\pi F \cdot \frac{I}{U} \cdot \sin \varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

– индуктивности при расчете по последовательной схеме замещения по формуле  $L_s = \frac{U}{2\pi F} \cdot \sin \varphi$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

– индуктивности при расчете по последовательной схеме замещения по формуле  $L_s = \frac{U}{2\pi F} \cdot \sin \varphi$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты.

2.1.9 При управлении от БУ или ПК Измеритель при проведении опыта КЗ выполняет измерение:

- фазного напряжения  $U$ ;
- силы тока  $I$ ;
- частоты  $F$ ;
- полного сопротивления  $Z$ ;
- активной составляющей полного сопротивления  $R$ ;
- реактивной составляющей полного сопротивления  $X$ ;

– разность фаз между током и напряжением  $\varphi$ ;

– коэффициента мощности  $\cos \varphi$ .

2.1.10 При управлении от БУ или ПК Измеритель при проведении опыта КЗ на основании результатов измерения величин, перечисленных в 2.1.6, выполняет расчет:

- полного сопротивления, приведенного к номинальному значению частоты, по формуле  $Z_n = \frac{50}{F} \cdot Z$ , где  $Z$  – измеренное значение полного сопротивления,  $F$  – измеренное значение частоты;

– относительного отклонения приведенного полного сопротивления от заводского значения  $\Delta Z = \frac{Z_n - Z_{кб}}{Z_{кб}} \cdot 100$ , где  $Z_n$  – значение

полного сопротивления, приведенного к номинальному значению частоты;  $Z_{кб}$  – базовое значение сопротивления КЗ (паспортное значение или значение, полученное при предыдущем опыте КЗ).

2.1.11 При управлении от ПК Измеритель при проведении опыта КЗ на основании результатов измерения величин, перечисленных в 2.1.6, выполняет расчет:

– активной составляющей полной мощности  $P$  по формуле  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\cos \varphi$  – измеренное значение коэффициента мощности,

- тангенса угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{2} + \varphi \right)$ , где  $\varphi$  –

измеренное значение разности фаз  $\varphi$ ;

– индуктивности при расчете по параллельной схеме замещения по формуле  $L_p = \frac{1}{2\pi F \cdot \frac{I}{U} \cdot \sin \varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

- индуктивности при расчете по последовательной схеме замещения по формуле  $L_s = \frac{U}{2\pi F} \cdot \sin \varphi$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;;

- емкости при расчете по параллельной схеме замещения по

формуле  $C_p = \frac{1}{2\pi F \cdot U \cdot \sin \varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;;

- емкости при расчете по параллельной схеме замещения по

формуле  $C_p = \frac{1}{2\pi F \cdot U \cdot \sin \varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;;

формуле  $C_p = -\frac{I \cdot \sin\varphi}{2\pi F U}$ , где  $U$  – измеренное значение междуфазного

напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты;

– емкости при расчете по последовательной схеме замещения по формуле  $C_s = -\frac{1}{2\pi F \cdot \frac{U}{I} \cdot \sin\varphi}$ , где  $U$  – измеренное значение

междуфазного напряжения,  $I$  – измеренное значение силы тока,  $\varphi$  – измеренное значение разности фаз,  $F$  – измеренное значение частоты.

2.1.12 При управлении от БУ или ПК Измеритель при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) обеспечивает измерение:

– междуфазных напряжений на обмотках высшего напряжения проверяемого трансформатора  $U_B$ ;

– отношения междуфазных напряжений на обмотках высшего и низшего напряжений проверяемого трансформатора (коэффициента трансформации)  $K$ ;

– разность фаз между напряжениями на обмотках высшего и низшего напряжений  $\delta$ ;

– частоты  $F$ .

2.1.13 При управлении от БУ или ПК Измеритель при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) на основании результатов измерений величин, перечисленных в 2.1.9, выполняет расчет:

– междуфазных напряжений на обмотках низшего напряжения проверяемого трансформатора по формуле  $U_n = \frac{U_B}{K}$ , где  $U_B$  –

напряжение на обмотке высшего напряжения проверяемого трансформатора,  $K$  – измеренное значение отношения междуфазных напряжений на обмотках высшего и низшего напряжений проверяемого трансформатора (коэффициента трансформации);

– группы соединения обмоток проверяемого трансформатора  $G$ ;

– относительного отклонения измеренного значения коэффициента трансформации от заводского значения по формуле  $\Delta K = \frac{K - K_{зав}}{K_{зав}} \cdot 100$ ,

где  $K$  – измеренное значение коэффициента трансформации,  $K_{зав}$  – заводское значение коэффициента трансформации.

2.1.14 Питание измерительной схемы при проведении опыта ХХ осуществляется с помощью однофазного источника питания, встроен-

ного в блок измерительный Измерителя (далее – встроенный источник питания), или с помощью внешнего источника питания. Технические характеристики встроенного источника питания при проведении опыта ХХ приведены в таблице 2.1. Технические требования при проведении опыта ХХ к внешнему источнику приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.1

Диапазон значений напряжения встроенного источника питания, В	Погрешность установки напряжения, % не более	Номинальное значение частоты, Гц	Максимальное значение силы тока, А
От 30 до 50	±1	50	3
От 50 до 380	±0,5		

Таблица 2.2

Диапазон значений напряжения внешнего источника питания, В	Номинальное значение частоты, Гц	Максимальное значение силы тока, А
От 30 до 420	50	50

2.1.15 Питание измерительной схемы при проведении опыта КЗ осуществляется от внешнего трехфазного источника питания. Технические требования к внешнему источнику приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Диапазон значений фазных напряжений внешнего источника питания, В	Номинальное значение частоты, Гц	Максимальное значение силы тока, А
От 30 до 245	50	50

2.1.16 Питание измерительной схемы при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) осуществляется с помощью трехфазного встроенного или внешнего трехфазного источника питания. Технические характеристики встроенного источника питания при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) приведены в таблице 2.4. Технические требования к внешнему

источнику при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.4

Диапазон значений междуфазного напряжения встроенного источника питания, В	Погрешность установки напряжения, % не более	Относительная разность междуфазных напряжений, % не более	Номинальное значение частоты, Гц	Макс. значение силы тока, А
От 30 до 380	±10	±1	50	0,15

Таблица 2.5

Диапазон значений напряжения внешнего источника питания, В	Номинальное значение частоты, Гц	Максимальное значение силы тока, А
От 30 до 420	50	50

2.1.17 Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности при измерениях приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Измеряемая величина	Источник питания	Диапазон измерения	Режимы измерения по току и напряжению	Пределы допускаемой основной погрешности
Напряжение переменного тока	Встр.	От 30 до 420 В	–	±0,2 %
	Внешн.			
Сила переменного тока	Встр.	От 0,01 до 3 А	–	±0,3 %
	Внешн.	От 0,2 до 50 А	–	±0,4 %
Частота напряжения и тока	Встр.	От 49 до 51 Гц	–	±0,03 %
	Внешн.			
Полное сопротивление	Встр.	–	–	–
	Внешн.	От 0,6 до 1200 Ом	От 0,2 до 50 А	±(0,004·Z+0,003) Ом

Измеряемая величина	Источник питания	Диапазон измерения	Режимы измерения по току и напряжению	Пределы допускаемой основной погрешности
Активная составляющая полной мощности	Встр.	От 1 до 1200 Вт	От 0,01 до 3 А	± 0,004 · U · I Вт
	Внешн.	От 6 до 20000 Вт	От 0,2 до 50 А	
Коэффициент мощности	Встр.	от -1 до 1	От 0,01 до 3 А	± 0,002
	Внешн.		От 0,2 до 50 А	±(0,003 · $\frac{I}{U}$ + 0,001)
Отношение напряжений (коэффициент трансформации)	Встр.	от 1 до 1000	Междуфазное напряжение на обмотке НН – от 0,2 до 530 В	±0,3%
	Внешн.			
Разность фаз между напряжениями	Встр.	от -180° до 180°	Междуфазное напряжение на обмотке НН – от 0,2 до 530 В	±0,1°
	Внешн.			
Разность фаз между током и напряжением	Встр.	от -180° до 180°	От 0,01 до 3 А, от 30 до 420 В	±0,1°
	Внешн.		От 0,2 до 50 А от 30 до 420 В	±(0,2 · $\frac{I}{U}$ + 0,06)

Z – числовое значение результата измерения полного сопротивления, в омах;  
I – числовое значение результата измерения силы тока, в амперах;  
U – числовое значение результата измерения напряжения, в вольтах

2.1.18 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей Измерителя при измерениях величин, указанных в таблице 2.6, вызванных изменением температуры окружающего воздуха от границ нормального диапазона температур от 15 до 25 °С на каждые 10 °С до границ рабочего диапазона температур от минус 10 до 40 °С, равны одной четверти пределов основных погрешностей соответственно.

2.1.19 Полное входное сопротивление Измерителя с подключенными измерительными кабелями при измерении силы тока, протекающего через объект измерений – не более 0,3 Ом на частоте 50 Гц.

2.1.20 Полное входное сопротивление Измерителя с подключенными измерительными кабелями при измерении напряжения на обмотке высшего напряжения при проведении опытов ХХ и КЗ – не ме-

нее 200 кОм на частоте 50 Гц.

2.1.21 Полное входное сопротивление Измерителя с подключенными измерительными кабелями при измерении напряжения на обмотке низшего напряжения при определении коэффициента трансформации – не менее 500 кОм на частоте 50 Гц.

2.1.22 Измеритель накапливает результаты измерения, вычисляет их среднеарифметическое значение, которое выдает, как окончательный результат измерения. Количество накапливаемых измерений – от 10 до 50.

2.1.23 Время любого измерения при количестве накапливаемых результатов 10 составляет не более 10 секунд.

## 2.2 Конструктивные характеристики и питание

2.1.1 Измеритель состоит из:

- Блока измерительного;
- Блока управления или IBM-совместимого персонального компьютера;
- Блока сопряжения универсального;
- комплекта кабелей.

2.1.2 Масса устройств, входящих в комплект Измерителя, составляет:

- Блока измерительного – не более 16,5 кг;
- Блока управления – не более 1 кг;
- Блока сопряжения универсального – не более 0,4 кг;
- комплекта кабелей – не более 20 кг.

2.1.3 Габаритные размеры устройств, входящих в комплект Измерителя, составляют:

- Блока измерительного – не более (420x330x130) мм;
- Блока управления – не более (170x141x32) мм;
- Блока сопряжения универсального – не более (120x85x35) мм.

2.1.4 Корпуса составных частей Измерителя по степени защиты от проникновения твердых предметов и воды соответствуют IP20 по ГОСТ 14254.

2.1.5 Электропитание Измерителя осуществляется от сети переменного тока от 198 В до 242 В с частотой от 49 Гц до 51 Гц.

2.1.6 Мощность, потребляемая Измерителем от сети электропитания при максимальной нагрузке встроенного источника питания составляет не более 1500 В·А.

## 3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки Измерителя CA540 соответствует таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование	Обозначение	Кол. <sup>2</sup>	Примечание
Блок измерительный	411722.009-01		–
Блок управления	421151.014-01		–
Персональный компьютер	Покупное изделие		–
Блок сопряжения универсальный	411619.012-01		–
Блок подключения	468349.019		–
Кабель волоконно-оптический ВOK2	468615.002		3 м
Кабель измерительный КИ	685611.095		25 м
Кабель измерительный КИ (КТ)	685611.097		3 м
Кабель mini-USB	Покупное изделие		–
Кабель интерфейсный	685614.011		–
Кабель поверочный КИП1	685611.098		–
Кабель поверочный КИП2	685611.098-01		–

<sup>2</sup> Записи о количестве изделий, входящих в комплект поставки, должны быть сделаны четко черными чернилами: наличие – цифра, отсутствие – прочерк

Продолжение таблицы 3.1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Кабель-удлинитель КУ	685611.088		22 м
Кабель питания КП (БИ)	685611.090		–
Кабель силовой КС (ВИ)	685651.023		3 м
Кабель силовой для закорачивания обмоток КСЗ	685651.024		1,5 м
Кабель питания 220 В 50 Гц	Покупное изделие		–
Программное обеспечение Измерителя (диск инсталляционный)	411182.001 К		–
Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация	411182.001 РЭ		–
Руководство по эксплуатации. Часть 2. Работа Измерителя трехфазного СА540 под управлением программы "СА540 Завод"	411182.001 РЭ1		–
Методика поверки СА540	МП 206.1-007		Разработана и утверждена ФГУП ВНИИМС 28.08.2019
Паспорт	411182.001 ПС		–
Сумка 540	323382.020		–
Сумка кабельная	323382.010		–
Сумка укладочная для персонального компьютера	Покупное изделие		–
Сумка укладочная для Блока управления	323382.058		–

#### 4 УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Общие требования безопасности по способу защиты человека от поражения электрическим током соответствуют требованиям ГОСТ Р 51350. Для обеспечения этого способа защиты необходимо, чтобы розетки, предназначенные для подключения Измерителя к сети переменного тока 220/230 В 50 Гц, имели зажимы, подключенные к контуру защитного заземления.

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

4.3 Измерительная цепь должна быть обесточена перед подключением Измерителя. Невыполнение указанного требования может привести к поражению электрическим током и выходу аппаратуры из строя.

4.4 Зажимы измерительных кабелей Измерителя и подключенные к ним элементы измерительной цепи могут находиться под опасным для жизни напряжением, поэтому прикасаться к ним во время проведения измерений категорически запрещается.

4.5 На всех стадиях испытаний и эксплуатации Измерителя должны выполняться требования Правил безопасной эксплуатации электроустановок потребителей и эксплуатационной документации на средства измерительной техники, которые используются совместно с Измерителем.

## 5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ

### 5.1 Описание структурной схемы

Структурная схема Измерителя при управлении от БУ представлена на рисунке 5.1.

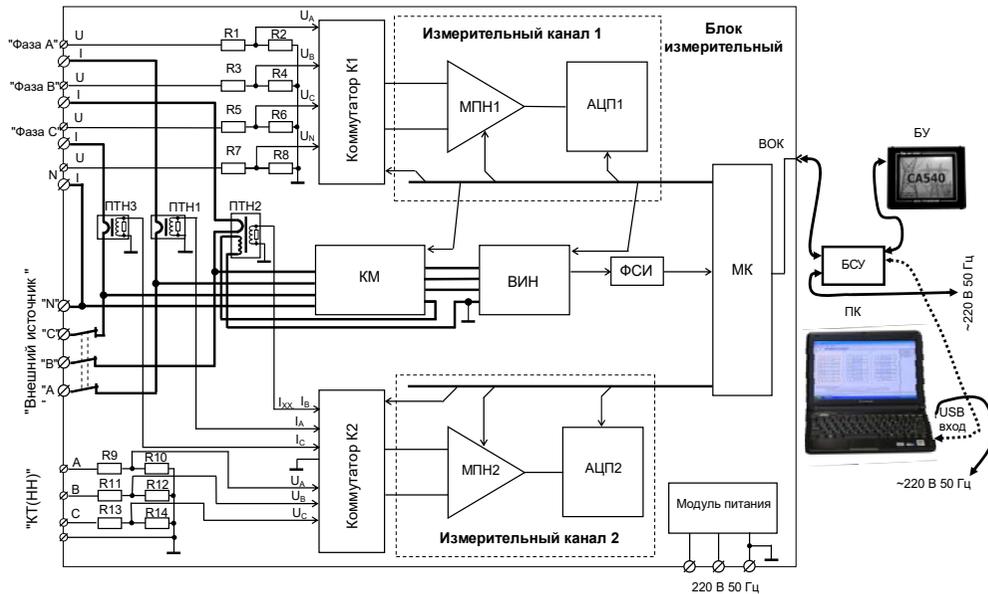


Рисунок 5.1

Блок измерительный включает:

R1...R8 – делители, используемые для масштабирования амплитуды напряжения при измерениях, проводимых в опытах ХХ, КЗ, и при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации);

R9...R14 – делители, используемые для масштабирования амплитуды напряжения при измерении коэффициента трансформации;

МПН1, МПН2 – масштабный преобразователь напряжений, предназначенный для изменения амплитуды измеряемого сигнала с целью максимально эффективного использования динамического диапазона АЦП;

АЦП1, АЦП2 – аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для преобразования измеряемого сигнала в двоичный код, используемый далее для расчета результата измерений;

К1 – коммутатор, предназначенный для выбора измеряемого напряжения при проведении опытов ХХ, КЗ и при определении коэффициента трансформации;

К2 – коммутатор, предназначенный для выбора измеряемого тока при проведении опытов ХХ и КЗ или измеряемого напряжения при измерении коэффициента трансформации;

КМ – коммутационный модуль, предназначенный для конфигурирования измерительной цепи в соответствии с алгоритмом проведения опыта ХХ при малом напряжении, приведенном в ГОСТ 3484.1;

ВИН – встроенный источник питания, используемый, как однофазный источник для питания измерительной цепи при проведении опыта ХХ и как трехфазный при измерении коэффициента трансформации;

ФСИ – формирователь синхроимпульсов;

ПТН1, ПТН3 – преобразователь измеряемого тока в напряжение, используемый при измерении тока от внешнего источника напряжения;

ПТН2 – преобразователь измеряемого тока в напряжение, используемый при измерении тока от внешнего источника напряжения и при измерении тока от встроенного источника напряжения.

МК – микроконтроллер, обеспечивающий обработку измерительной информации, управление процессом измерения и передачу результатов измерений в ПК или БУ для последующей обработки и отображения;

ВОК – волоконно-оптический кабель, обеспечивающий передачу данных и гальваническую развязку между МП измерительного блока и персональным компьютером или БУ.

Блок управления снабжен сенсорным экраном. Сенсорный экран – это координатное устройство, позволяющее путем прикосновения пальцем или стилусом к области экрана монитора производить выбор необходимого элемента данных, меню или осуществлять ввод данных.

Блок сопряжения универсальный (далее – БСУ) предназначен для преобразования оптических сигналов в электрические. Как видно из рисунка 5.1, БСУ обеспечивает связь Блока измерительного с БУ. С помощью БСУ к Блоку измерительному может быть подключен ПК (точечная линия), который взамен БУ может выполнять функции управления Измерителем.

При подключении БУ к ПК может выполняться считывание архива БУ в ПК.

При проведении опытов ХХ и КЗ Измеритель с помощью двух измерительных каналов проводит одновременное измерение напряжения на зажимах объекта измерений и тока, протекающего через объект измерения. В этих опытах для подключения объекта измерения используется четырехзажимная схема включения.

При измерении коэффициента трансформации и определении группы соединения обмоток объекта измерения Измеритель с по-

мощью *измерительных каналов* и входных преобразователей выполняет одновременное измерение двух напряжений, которые используются для расчета коэффициента трансформации и группы соединения обмоток.

Измеритель накапливает результаты измерения и вычисляет их среднеарифметическое значение. Количество накапливаемых результатов может устанавливаться в диапазоне от 10 до 50

### 5.2 Работа Измерителя при проведении опыта холостого хода

Измерение потерь ХХ силовых трансформаторов производят с целью выявления: возможных витковых замыканий в обмотках, замыканий в элементах магнитопровода и замыканий магнитопровода на бак трансформатора.

Опыт холостого хода может проводиться двумя способами:

- на пониженном напряжении – для трансформаторов с номинальным напряжением на низкой стороне более 400 В. Способ описан в 6.2 при работе от блока управления БУ и в 7.1 при работе от ПК;

- на номинальном напряжении – для трансформаторов с номинальным напряжением 400 В, 230 В на низкой стороне. Способ описан в 6.3 при работе от блока управления БУ и в 7.2 при работе от ПК.

Измерительная цепь при проведении опыта ХХ на пониженном напряжении может быть запитана от встроенного или от внешнего (нерегулируемого или регулируемого) источника питания. Внешний источник питания следует использовать в тех случаях, когда известно, что сила тока выше 3 А. Если ток ниже 3 А, то всегда следует использовать встроенный источник.

При проведении опыта ХХ на номинальном напряжении измерительная цепь запитывается от внешнего (нерегулируемого или регулируемого) источника питания.

Функциональная схема Измерителя при проведении опыта ХХ на пониженном напряжении при питании от встроенного источника показана на рисунке 5.2.

Опыт холостого хода при пониженном напряжении для трехфазного трансформатора проводится в виде трех последовательных однофазных опытов, выполняемых в соответствии с ГОСТ 3484.1. Проверяемый трансформатор подключается к Измерителю. Напряжение возбуждения от *встроенного источника* (ВИН) через *коммутационный модуль* (КМ) поступает на выводы обмотки НН проверяемого трансформатора. КМ под управлением *микроконтроллера* (МК) конфигурирует измерительную цепь в соответствии с алгоритмом проведения опыта ХХ следующим образом:

- 1) замыкается накоротко обмотка фазы а, возбуждаются обмотки фаз в и с;
- 2) замыкается накоротко обмотка фазы в, возбуждаются обмотки фаз а и с;
- 3) замыкается накоротко обмотка фазы с, возбуждаются обмотки фаз а и в.

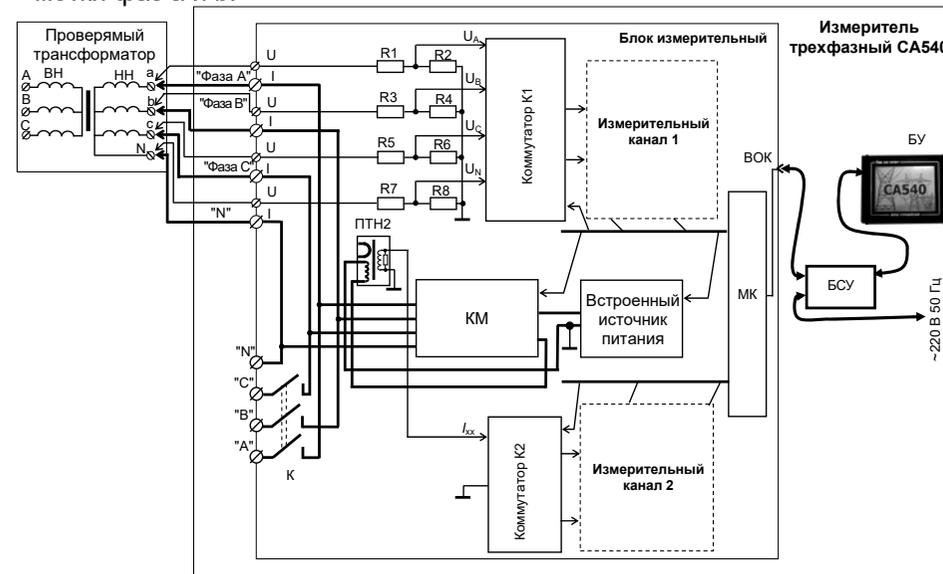


Рисунок 5.2

В каждом случае выполняется измерение напряжения на выводах возбуждаемых обмоток и тока, протекающего через возбуждаемые обмотки.

Входные *делители* R1...R8, *коммутатор* K1 и *измерительный канал 1* обеспечивают масштабирование, выбор и измерение напряжения  $U$ . Результат измерения сохраняется в памяти МК. Одновременно с измерением напряжения  $U$  происходит измерение тока  $I$ , протекающего через возбуждаемые обмотки проверяемого трансформатора. Тракт измерения тока состоит из *преобразователя "ток-напряжение"* ПТН2, *коммутатора* K2 и *измерительного канала 2*. Измеренное значение тока  $I$  также сохраняется в памяти МК и затем по волоконно-оптическому кабелю передается в персональный компьютер для последующей обработки и отображения.

В дальнейшем, полученные от МК данные используются ПК или БУ для вычисления активной составляющей полной мощности  $P$  и коэффициента мощности  $\cos\varphi$ , где  $\varphi$  – разность фаз между током и напряжением.

Одновременно выполняются вычисления значения активной составляющей мощности, приведенной к номинальному значению междуфазного напряжения, при котором проводился опыт ХХ, по формуле

$$P_n = P \cdot \left( \frac{U_{нХХ}}{U} \right)^2,$$

где  $P$  – измеренное значение активной составляющей мощности;

$U$  – измеренное значение междуфазного напряжения;

$U_{нХХ}$  – номинальное значение междуфазного напряжения при проведении опыта ХХ на заводе-изготовителе,

и относительное отклонение активной составляющей мощности по формуле

$$\Delta P = \frac{P_n - P_{зав}}{P_{зав}} \cdot 100,$$

где  $P_n$  – приведенное значение активной составляющей мощности;

$P_{зав}$  – заводское значение активной составляющей мощности.

Все измеренные и вычисленные значения отображаются на экране ПК или БУ.

Функциональная схема Измерителя при проведении опыта холостого хода на номинальном напряжении (опыта ХХН) показана на рисунке 5.3.

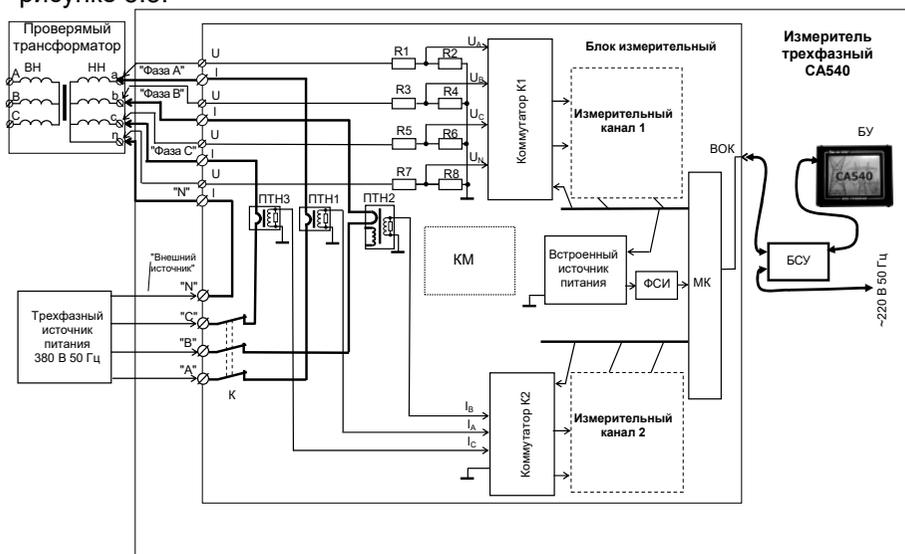


Рисунок 5.3

Опыт холостого хода на номинальном напряжении для трехфазных трансформаторов с номинальным напряжением 0,4 кВ и 0,23 кВ на низкой стороне выполняется при трехфазном возбуждении низковольтной обмотки напряжением равным номинальному. Проверяемый трансформатор подключается к Измерителю, так как показано на рисунке 5.3.

Напряжение возбуждения от трехфазного регулируемого источника питания через коммутатор (К) поступает на выводы обмотки НН проверяемого трансформатора. Коммутаторы (К1) и (К2) подключают измерительные каналы к каждой из фаз для выполнения одновременного измерения напряжения (Измерительный канал 1) и тока (Измерительный канал 2). Результаты измерения сохраняются в памяти (МК). Из памяти МК данные поступают в ПК или БУ для вычисления тока холостого хода и потерь проверяемого трансформатора на номинальном напряжении.

При выполнении опыта холостого хода на номинальном напряжении никаких дополнительных внешних коммутаций в процессе выполнения измерений не требуется.

### 5.3 Работа Измерителя при проведении опыта короткого замыкания трансформаторов

Полное сопротивление короткого замыкания силовых трансформаторов определяется с целью выявления возможных деформаций с повреждением изоляции обмоток, вызванных сквозными короткими замыканиями.

В соответствии с ГОСТ 3484.1 опыт короткого замыкания при низковольтных испытаниях трехфазного трансформатора выполняется для каждой пары обмоток. Одну из обмоток замыкают накоротко, другую питают от источника переменного тока промышленной частоты, остальные обмотки размыкают. Замыкание обмотки накоротко осуществляют соединением ее линейных зажимов между собой.

Функциональная схема измерителя при проведении опыта КЗ приведена на рисунке 5.4.

Питание измерительной цепи при проведении опыта КЗ осуществляется от внешнего источника напряжения.

Напряжение возбуждения через *автоматический выключатель К* поступает на обмотку высшего напряжения (далее – ВН), при этом обмотку низшего напряжения (далее – НН) закорачивают.

Измерение тока  $I$ , протекающего через обмотку, и напряжения  $U$  на обмотке выполняют поочередно для каждой фазы.

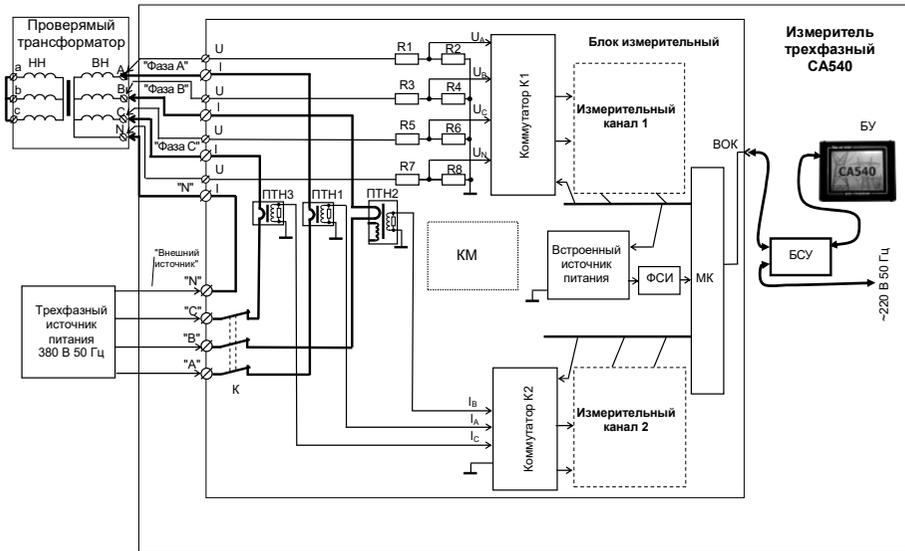


Рисунок 5.4

Полученные значения фазных напряжений и токов используются ПК или БУ для вычисления: полного сопротивления  $Z$ , полного сопротивления, приведенного к номинальному значению частоты по формуле

$$Z_n = \frac{50}{F} \cdot Z,$$

где  $Z$  – измеренное значение полного сопротивления;

$F$  – измеренное значение частоты,

и относительного отклонения полного сопротивления по формуле

$$\Delta Z = \frac{Z_n - Z_{кб}}{Z_{кб}} \cdot 100,$$

где  $Z_n$  – значение полного сопротивления, приведенного к номинальному значению частоты;

$Z_{кб}$  – базовое значение сопротивления КЗ (паспортное значение или значение, полученное при проведении предыдущего опыта КЗ).

Результаты отображаются на экране ПК или БУ.

#### 5.4 Работа Измерителя при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) трансформаторов

Одновременно с измерением коэффициента трансформации Измеритель определяет группу соединений обмоток трансформатора. Измерения при определении коэффициента трансформации проводят при трехфазном возбуждении в соответствии с ГОСТ 3484.1.

Питание измерительной цепи при измерении коэффициента трансформации осуществляется от встроенного или внешнего трехфазного источника напряжения.

Функциональная схема Измерителя при измерении коэффициента трансформации и определении группы соединения обмоток при питании от встроенного источника питания приведена на рисунке 5.5.

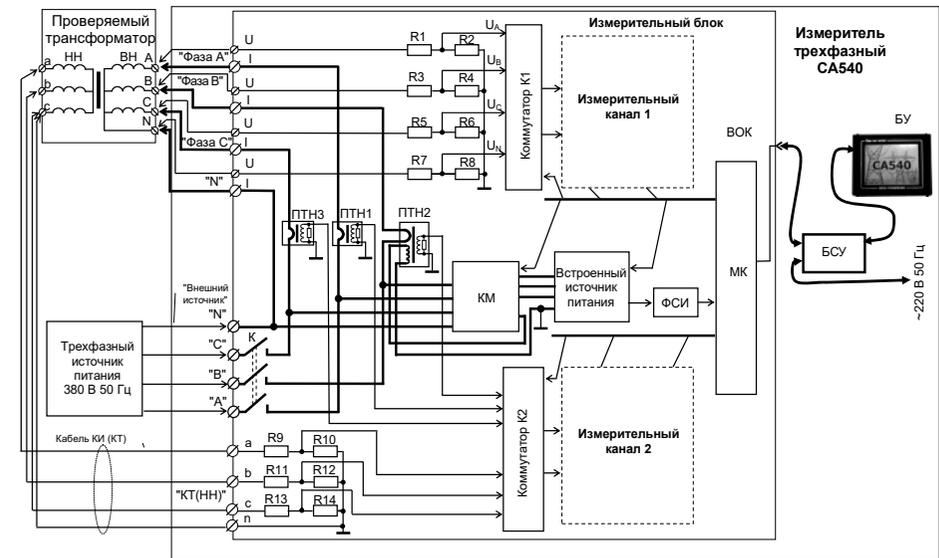


Рисунок 5.5

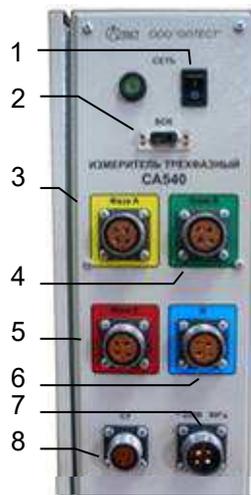
Напряжение от встроенного трехфазного источника питания поступает на обмотку ВН проверяемого трансформатора. Преобразование, выбор и измерение напряжения на обмотке ВН осуществляется с помощью входных делителей ( $R1...R8$ ), коммутатора  $K1$  и измерительного канала 1. Одновременно с измерением напряжений на обмотке ВН проводится измерение напряжений на обмотке НН проверяемого трансформатора. Измерение напряжений на обмотке НН осуществляется с помощью входных делителей  $R9...R14$ , коммутатора  $K2$  и измерительного канала 2.

Полученные значения напряжения и разности фаз между напряжениями используются для расчета коэффициента трансформации и для определения группы соединений обмоток.

Все измеренные и вычисленные значения отображаются на экране ПК или БУ.

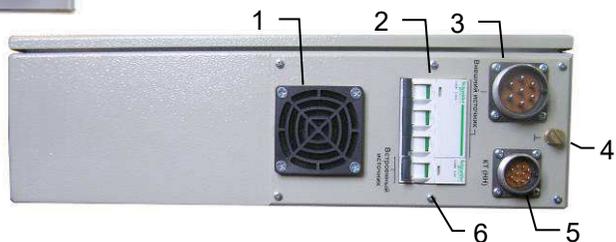
### 5.5 Конструкция Измерителя

На рисунке 5.6 показан вид передней панели Блока измерительного, а на рисунке 5.7 – вид Блока измерительного сверху.



- 1 – выключатель питания сети 220 В 50 Гц;
- 2 – разъем для подключения кабеля волоконно-оптического (ВОК2);
- 3 – разъем для подключения вывода КИ(А) кабеля измерительного КИ 685611.067;
- 4 – разъем для подключения вывода КИ(В) кабеля измерительного КИ 685611.067;
- 5 – разъем для подключения вывода КИ(С) кабеля измерительного КИ 685611.067;
- 6 – разъем для подключения вывода КИ(Н) кабеля измерительного КИ 685611.067;
- 7 – разъем для подключения кабеля питания КП(БИ) 685611.066;
- 8 – разъем для подключения кабеля сигнального устройства<sup>3</sup>

Рисунок 5.6



- 1 – защитная сетка вентилятора;
- 2 – автоматический выключатель внешнего источника питания;
- 3 – разъем для подключения кабеля силового КС (ВИ) 685651.023;
- 4 – корпусной зажим;
- 5 – разъем для подключения кабеля измерительного КИ (КТ) 685611.069;
- 6 – автоматический выключатель встроенного источника питания

Рисунок 5.7

На рисунке 5.8 показан Блок управления с сенсорным экраном. Управление режимами Измерителя с помощью Блока управления осуществляется нажатием на экран пальца или стилуса.

На рисунке 5.9 показан Блок сопряжения универсальный 411619.012, обеспечивающий подключение Блока управления к Блоку измерительному или ПК (рисунок 5.9).

<sup>3</sup> Сигнальное устройство в комплект не входит.



- 1 – разъем для подключения кабеля интерфейсного 685614.011;
- 2 – разъем для подключения кабеля mini USB;
- 3 – сенсорный экран

Рисунок 5.8



- 1 – разъем для подключения кабеля питания 220 В 50 Гц;
- 2 – разъем для подключения кабеля волоконно-оптического (ВОК2) 468615.002;
- 3 – разъем для подключения кабеля интерфейсного 685614.011;
- 4 – разъем для подключения кабеля mini-USB;
- 5 – выключатель "СЕТЬ"

Рисунок 5.9

## 6 РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

### 6.1 Подготовка к работе

#### 6.1.1 Ввод даты и времени

- 1) Собрать Измеритель (рисунок 6.1).
- 2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).
- 3) Перейти в окно "Главное меню", для чего нажать в любом месте экрана БУ (рисунок 6.2). На экране появится окно "Главное меню" (рисунок 6.3).

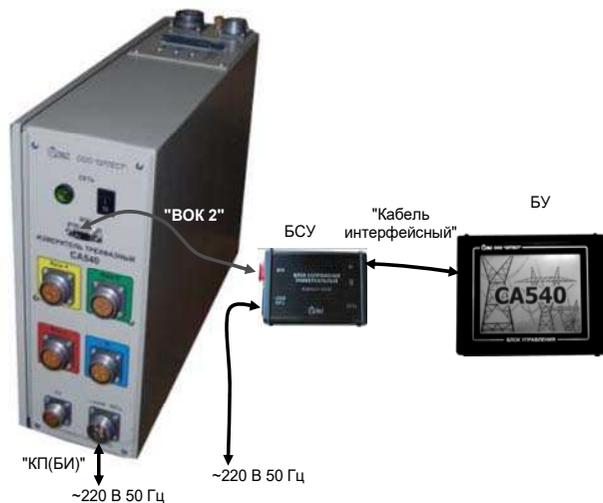


Рисунок 6.1

- 4) Перейти в режим настройки, для чего в окне "Главное меню" нажать на кнопку  настройка, на экране откроется окно "Настройка" (рисунок 6.4).
- 5) Перейти в окно "Дата и время", для чего в окне "Настройка" нажать на строку "Дата и время", на экране появится окно "Дата и время" (рисунок 6.5).

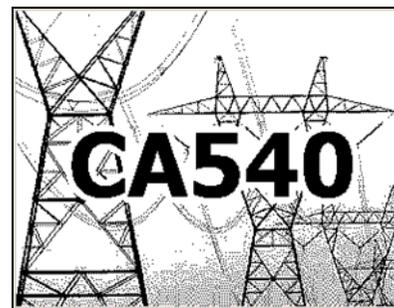


Рисунок 6.2

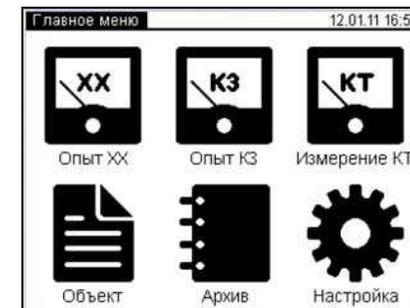


Рисунок 6.3

- 6) Ввести дату, для чего нажать в поле "Дата" (рисунок 6.5), а затем, нажимая соответствующие кнопки с цифрами, ввести дату.



Рисунок 6.4



Рисунок 6.5

- 7) Ввести время, для чего нажать в поле "Время" (рисунок 6.5), а затем, нажимая соответствующие кнопки с цифрами, ввести время.
- 8) Вернуться в окно "Главное меню", нажав на кнопку .

### 6.1.2 Ввод количества накапливаемых результатов измерения

- 1) Выполнить п.п.1-4 раздела 6.1.1 (страница 27).
- 2) Перейти в окно "Накопление", для чего в окне "Настройка" нажать на строку "Накопление", на экране появится окно "Накопление" (рисунок 6.6)
- 3) Установить количество накапливаемых результатов измерения N, для чего, нажимая соответствующие кнопки с цифрами (рисунок 6.6), ввести значение N в диапазоне от 10 до 50.

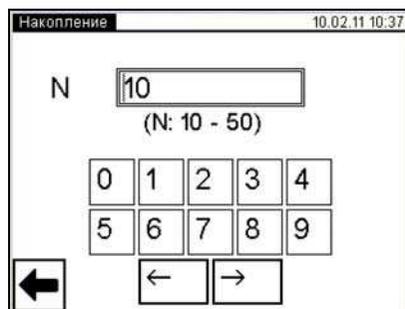


Рисунок 6.6.

4) Вернуться в окно "Главное меню", нажав на кнопку .

### 6.1.3 Калибровка сенсорного экрана

Калибровка – настройка сенсорного экрана для точного сопоставления координат экрана и точки касания пальца или стилуса. Калибровку экрана следует выполнять в том случае, если нажатие на одну область или кнопку ошибочно вызывает реакцию другой или не вызывает никакой реакции.

1) Выполнить п.п.1-4 раздела 6.1.1 (страница 27).

2) Перейти в окно "Калибровка экрана", для чего в окне "Настройка" нажать на строку "Калибровка экрана", на экране появится окно "Калибровка экрана" (рисунок 6.7)

3) Выполнить поочередно появляющиеся директивы. В заключение на экране появится окно с сообщением "Калибровка экрана выполнена успешно!" (рисунок 6.8).

4) Вернуться в окно "Главное меню", нажав на кнопку .

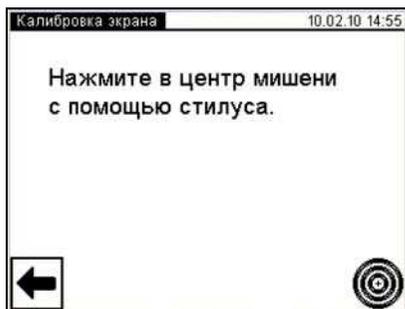


Рисунок 6.7

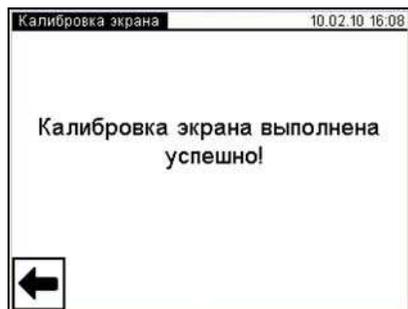


Рисунок 6.8

### 6.1.4 Регулировка громкости голосовых сообщений

1) Выполнить п.п.1-4 раздела 6.1.1 (страница 27).

2) Перейти в окно "Звук", для чего в окне "Настройка" нажать на строку "Звук", на экране появится окно "Звук" (рисунок 6.9).

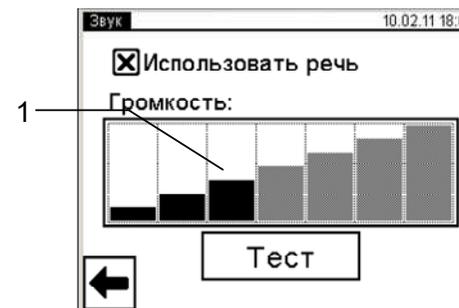


Рисунок 6.9

3) Установить необходимый уровень громкости, для чего нажать на один из прямоугольников, мнемонически отображающих уровень громкости голосовых сообщений. Если голосовые сообщения не будут использоваться, то нажать в поле "Использовать речь", при этом исчезнет символ "X".

4) Вернуться в окно "Главное меню", нажав на кнопку .

### 6.1.5 Очистка архива

Память БУ может сохранять до 1000 записей результатов измерений в хронологическом порядке. Когда количество записей в архиве превысит 1000, каждая последующая запись будет записываться на место самой "старой". Таким образом, количество сохраненных записей всегда не превышает 1000.

Архивные записи могут быть переписаны в память персонального компьютера (раздел 6.5.2).

Архив может быть полностью очищен.

1) Выполнить п.п.1-4 раздела 6.1.1 (страница 27).

2) Перейти в окно "Очистка архива", для чего в окне "Настройка" нажать на строку "Очистить архив", на экране появится окно "Очистка архива" (рисунок 6.10)

3) Для очистки архива нажать на кнопку  на экране появится окно "Настройка" (рисунок 6.4).



Рисунок 6.10

4) Вернуться в окно "Главное меню", нажав на кнопку

#### 6.1.6 Ввод данных по объекту измерения

Ввод данных по объекту измерения может выполняться при подготовке к работе или непосредственно перед началом измерения.

- 1) Выполнить п.п.1-3 раздела 6.1.1 (страница 27).
- 2) Перейти в режим ввода данных по проверяемому трансформатору, для чего в окне "Главное меню" нажать на кнопку

На экране откроется окно "Объект измерения" (рисунок 6.11).

3) Выбрать раздел для ввода, для чего нажать, например, в разделе "Место установки" в поле "Пусто". На экране откроется окно "Место установки" (рисунок 6.12)

4) Ввести данные в поле для ввода (рисунок 6.12, поз.2), нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами (рисунок 6.12, поз.1). При необходимости воспользоваться кнопками:

– удаление символа перед курсором, – пробел, – включение/выключение верхнего регистра.

5) Подтвердить правильность введенных данных, для чего нажать кнопку . На экране появится окно "Объект измерения" (рисунок 6.11).



Рисунок 6.11

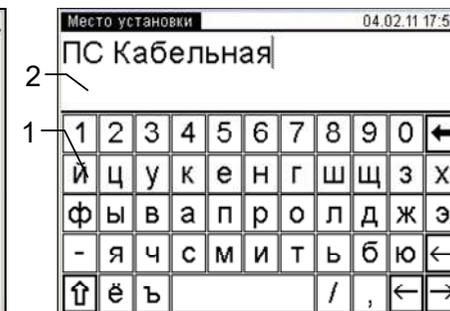


Рисунок 6.12

6) Ввести данные в другие разделы окна "Объект измерения", выполнив п.п.3-5 данного раздела (страница 31).

7) Вернуться в окно "Главное меню", нажав клавишу

## 6.2 Измерения при проведении опыта холостого хода при пониженном напряжении

Питание измерительной цепи при проведении опыта холостого хода при пониженном напряжении XX может осуществляться от встроенного однофазного источника питания или от внешнего источника.

Встроенный однофазный источник обеспечивает питание измерительной цепи током, значение которого не превышает 3 А. Если заводское значение силы тока XX проверяемого трансформатора выше 3 А или если при измерении Измерителем характеристик проверяемого трансформатора было получено сообщение "Превышен ток встроенного источника", то измерение следует выполнять при использовании внешнего источника.

### 6.2.1 Проведение опыта XX для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Δ, Yн, Zn

#### 6.2.1.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован.

Измерения выполняются последовательно.

При проверке трансформаторов со схемой соединения обмоток НН Δ: на первом этапе выполняются измерения при возбуждении фаз "а" и "b" и при закороченных фазах "b" и "с"; на втором этапе – при возбуждении фаз "b" и "с" и при закороченных фазах "с" и "а"; на третьем этапе – при возбуждении фаз "с" и "а" и при закороченных фазах "а" и "b". Все переключения выполняются автоматически.

При проверке трансформаторов со схемами соединения обмоток НН Yн или Zn: на первом этапе выполняются измерения при возбуждении фаз "а" и "b" и фазе "с", закороченной на нейтраль "n", на втором этапе – при возбуждении фаз "b" и "с" и фазе "а", закороченной на "n", на третьем этапе – при возбуждении фаз "с" и "а" и фазе "b", закороченной на "n". Все переключения выполняются автоматически.

1) Собрать измерительную цепь при управлении Измерителя от БУ (рисунок 6.13). На рисунке 6.13а показана схема при использовании встроенного источника питания измерительной цепи (далее – источника питания) для трансформатора с обмотками НН Δ, а на рисунке 6.13б – для трансформатора с обмотками НН Yн (для обмоток Zn – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

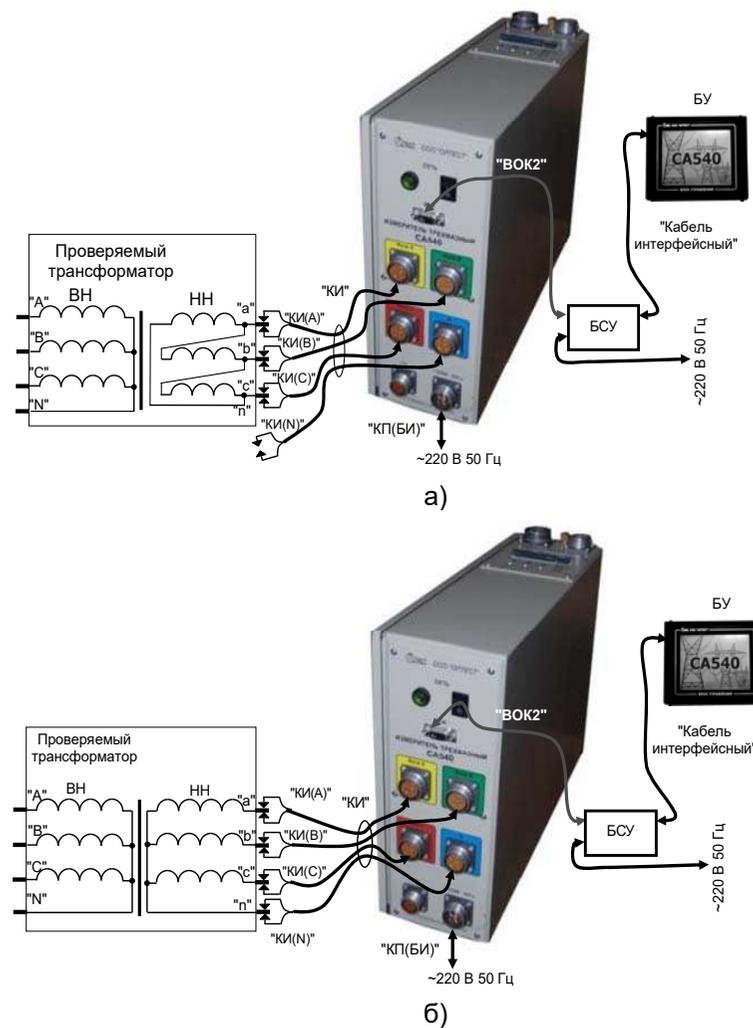


Рисунок 6.13

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

3) Перейти в окно "Главное меню", для чего нажать в любом месте экрана БУ (рисунок 6.2). На экране появится окно "Главное меню" (рисунок 6.3).

4) Если данные по проверяемому трансформатору не были введены предварительно, то ввести их, для чего выполнить п.п. 2-7 раздела 6.1.6 (страницы 31, 32).

5) Если количество накапливаемых результатов измерения не введено, то ввести его, для чего выполнить п.п. 2 - 5 раздела 6.1.2 (страница 28).

6) Начать опыт XX, для чего в окне "Главное меню" нажать на

кнопку . На экране откроется окно "Опыт XX, Вид" (рисунок 6.14).

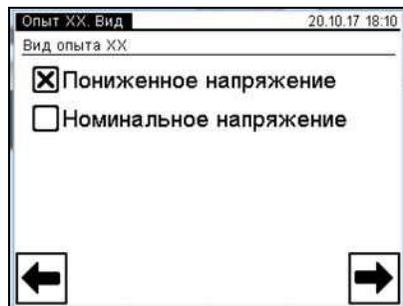


Рисунок 6.14

7) Выбрать вариант "Пониженное напряжение", после чего нажать на кнопку  для перехода в окно "Опыт XX, Трансформатор" (рисунок 6.15).

8) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего нажать в поле "Три" в подразделе "Количество фаз" в окне "Опыт XX. Трансформатор" (рисунок 6.15).

9) Выбрать вариант соединения обмоток НН проверяемого трансформатора, для чего нажать в поле "Звезда или зигзаг с нейтралью" или "Треугольник" в подразделе "Схема соединения НН" окна "Опыт XX. Трансформатор" (рисунок 6.15).

10) Перейти в окно "Опыт XX. Источник", для чего нажать на кнопку  (рисунок 6.16).

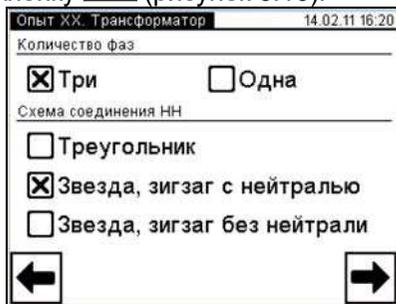


Рисунок 6.15



Рисунок 6.16

11) Выбрать вариант источника питания, для чего нажать в по-

ле "Встроенный" в подразделе "Источник" в окне "Опыт XX. Источник" (рисунок 6.16).

12) В этом же окне выбрать значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего нажать, например, в поле "380 В" в подразделе "Напряжение".

Если был выбран вариант "Другое", то после нажатия кнопки  на экране появится окно "Опыт XX. Ввод напряжения" (рисунок 6.17). Ввести другое значение междуфазного напряжения, нажимая соответствующие кнопки с цифрами. При необходимости воспользоваться кнопкой  – удаление символа перед курсором.

13) После выбора требуемого значения напряжения (окно согласно рисунку 6.16) или ввода нестандартного значения (окно согласно рисунку 6.17) нажать на кнопку  для перехода в окно "Опыт XX. Заводские значения" (рисунок 6.18).



Рисунок 6.17

14) Ввести заводские значения активной составляющей мощности (далее – потеря)  $P$  или значения, которые были получены при проведении предыдущего опыта XX, для чего нажать в поле "Pab" в окне "Опыт XX. Заводские значения" и ввести данные в поле для ввода, нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами (рисунок 6.18). При необходимости воспользоваться кнопкой  – удаление символа перед курсором. Аналогично ввести значения в поля "Pbc", "Pca".

15) Перейти в окно "Опыт XX. Измерение" (рисунок 6.19), для чего в окне согласно рисунку 6.18 нажать кнопку .

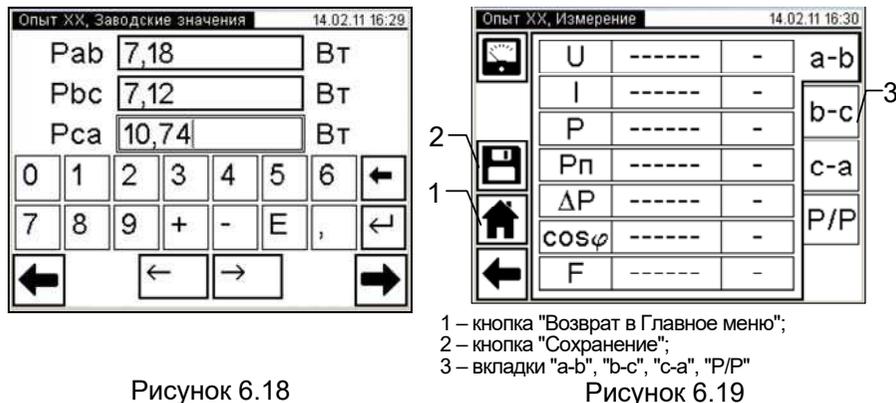


Рисунок 6.18

16) Выполнить измерение, для чего нажать кнопку  в окне "Опыт XX. Измерение" (рисунок 6.19). На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса измерения (рисунок 6.20). При необходимости процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки  СТОП. По завершении измерения на экран будут выведены результаты измерения (рисунок 6.21, 6.22). Для просмотра всех результатов поочередно нажимать на вкладки "a-b" (рисунок 6.21), "b-c", "c-a", "P/P" (рисунок 6.22).



Рисунок 6.20

17) Если данные об объекте измерения не были внесены в память Измерителя предварительно (раздел 6.1.6), то для идентификации в архиве полученных результатов измерения целесообразно это сделать на данном этапе, вернувшись с помощью кнопки  в окно "Главное меню" и выполнив указания раздела 6.1.6. После этого вернуться в окно "Опыт XX. Измерение" с результатами выполненного измерения, несколько раз нажав на кнопку .

18) Для сохранения результатов измерения в архиве нажать кнопку .

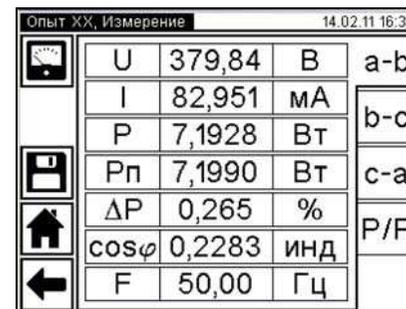


Рисунок 6.21

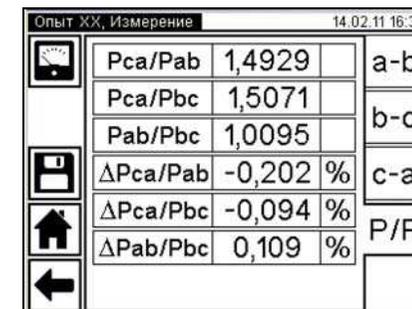


Рисунок 6.22

19) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку , для возврата в предыдущее окно нажать кнопку .

### 6.2.1.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

В качестве внешнего источника может быть использован нерегулируемый источник или регулируемый, например, источник с ЛАТР. В последнем случае в процедуре измерения установка нужного значения напряжения выполняется вручную.

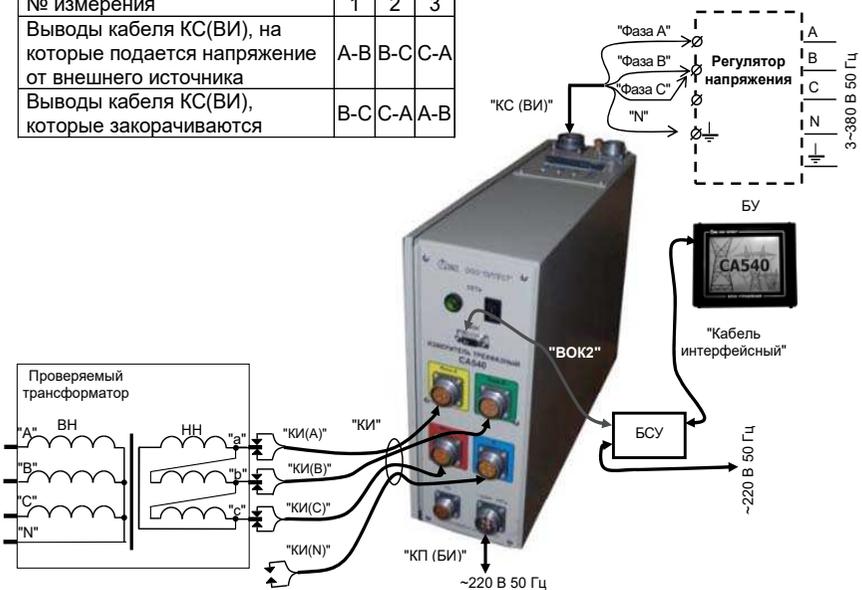
Измерения выполняются в три этапа, сначала при возбуждении фаз "a" и "b", затем "b" и "c", "c" и "a". Переключение фаз перед каждым этапом выполняется вручную.

1) Собрать измерительную цепь при работе от внешнего источника (рисунок 6.23) с регулятором или без него. На рисунке 6.23а показана схема при использовании внешнего источника питания для трансформатора со схемой обмоток НН Δ, а на рисунке 6.23б — для трансформатора со схемой обмоток НН – Ун (для обмотки Zn – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

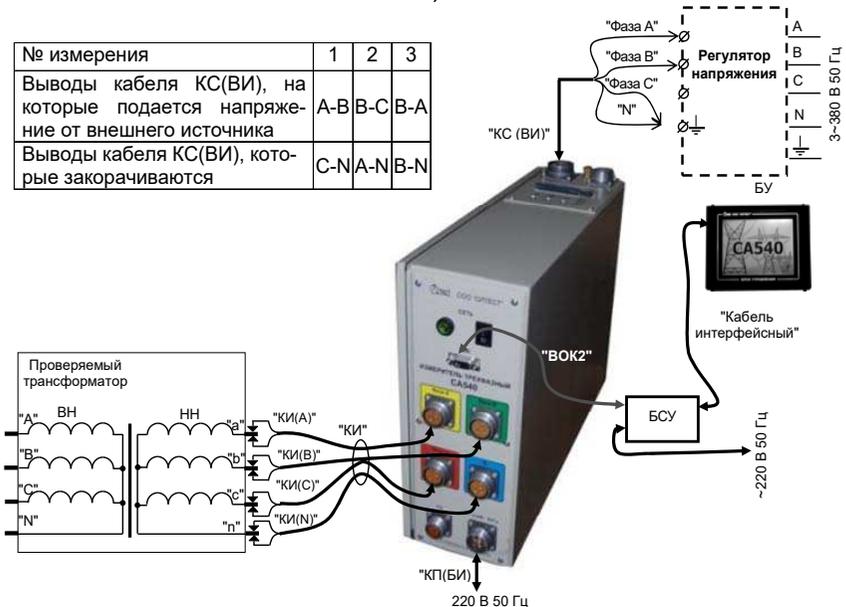
2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

№ измерения	1	2	3
Выводы кабеля КС(ВИ), на которые подается напряжение от внешнего источника	A-B	B-C	C-A
Выводы кабеля КС(ВИ), которые закорачиваются	B-C	C-A	A-B



а)

№ измерения	1	2	3
Выводы кабеля КС(ВИ), на которые подается напряжение от внешнего источника	A-B	B-C	B-A
Выводы кабеля КС(ВИ), которые закорачиваются	C-N	A-N	B-N



б)

Рисунок 6.23

3) Подсоединить к внешнему источнику питания выводы "Фаза А" и "Фаза В" кабеля КС(ВИ), а вывод этого кабеля "Фаза С" закоротить в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 6.23 на вывод "Фаза В" для схемы 6.23а, или на вывод "N" для схемы 6.23б, в зависимости от схемы соединения обмоток НН проверяемого трансформатора.

4) Выполнить п.п. 3-10 раздела 6.2.1.1 (страница 34-35).

5) Задать вариант источника питания, для чего в окне "Опыт XX. Источник" в подразделе "Источник" (рисунок 6.16) выбрать "Внешний", если предполагается использовать нерегулируемый внешний источник, или "Регулятор" для регулируемого источника.

6) В этом же окне в подразделе окна "Напряжение" выбрать значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, значение при проведении предыдущего опыта XX, или вариант "Другое".

Если был выбран вариант "Другое", выполнить указания п.12 раздела 6.2.1.1 (страница 36).

7) Выполнить п.п.13-15 раздела 6.2.1.1 (страница 36). Выбрать фазы, на которые будет подаваться напряжение, для чего в появившемся окне "Опыт XX. Измерение" (рисунок 6.19 или 6.21 с результатами предыдущего измерения) щелкнуть по вкладке "а-б".

8) Включить внешний источник питания.

9) Запустить измерение, нажав на вкладку . На экране появится окно "Установка" с текущими значениями напряжения и тока в цепи (рисунок 6.24). Установить требуемое значение напряжения, контролируя его установку по показанию в окне. При необходимости процесс установки напряжения может быть прекращен нажатием кнопки .

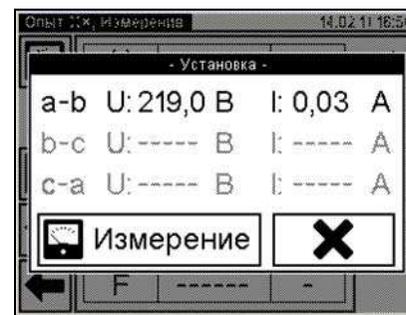


Рисунок 6.24

10) После завершения установки напряжения нажать на кнопку  (рисунок 6.24) для запуска собственно измерения по данным фазам. На экране появится окно, демонстрирующее динамику измерения (рис. 6.25).

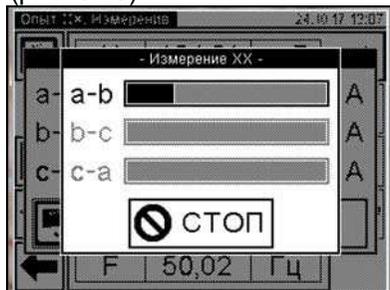


Рисунок 6.25

При необходимости процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки .

11) Если в п. 5 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране появится окно с результатами измерения по данным фазам (рисунок 6.21).

12) Если в п. 5 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» (рисунок 6.26) с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появится окно с результатами измерения по данным фазам (рисунок 6.21).



Рисунок 6.26

13) Собрать схему измерения для варианта подачи возбуждения на фазы "b" и "c" – второе измерение согласно таблиц, представленных на рисунках 6.23 а,б.

14) В окне "Опыт XX. Измерение" перейти на вкладку "b–c". Повторить измерение аналогично п.п. 8 – 12 данного раздела для фаз "b" и "c", после чего выключить источник питания.

15) Собрать схему измерения для варианта подачи возбуждения на фазы "c" и "a" – третье измерение согласно таблиц, представленных на рисунке 6.23.

16) Повторить п.п. 8 – 12 для варианта подачи возбуждения на фазы "c" и "a", после чего выключить источник питания.

17) Для просмотра всех результатов поочередно нажимать на вкладки "a-b" (рисунок 6.21), "b-c", "c-a", "P/P" (рисунки 6.21, 6.22).

18) Для сохранения результатов измерения в архиве нажать кнопку .

19) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку .

## 6.2.2 Проведение опыта XX для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Y, Z

### 6.2.2.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Измерения выполняются в три этапа с поочередным закорачиваем обмоток ВН проверяемого трансформатора: на первом этапе закорачиваются выводы "B" и "C" обмотки ВН (при этом напряжение возбуждения будет подаваться на фазы "a-b"), на втором – "C" и "A" (возбуждение – на фазы "b-c"), на третьем – "A" и "B" (возбуждение – на фазы "c-a"). Закорачивание выполняется вручную с использованием кабеля силового для закорачивания обмоток КСЗ (далее – кабель силовой КСЗ).

1) Собрать измерительную цепь при управлении Измерителя от БУ (рисунок 6.27) с использованием встроенного источника питания для трансформатора с обмоткой НН Y (для обмотки Z – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

№ измерения	1	2	3
Выводы обмотки ВН проверяемого трансформатора, которые закорачиваются	В-С	С-А	А-В

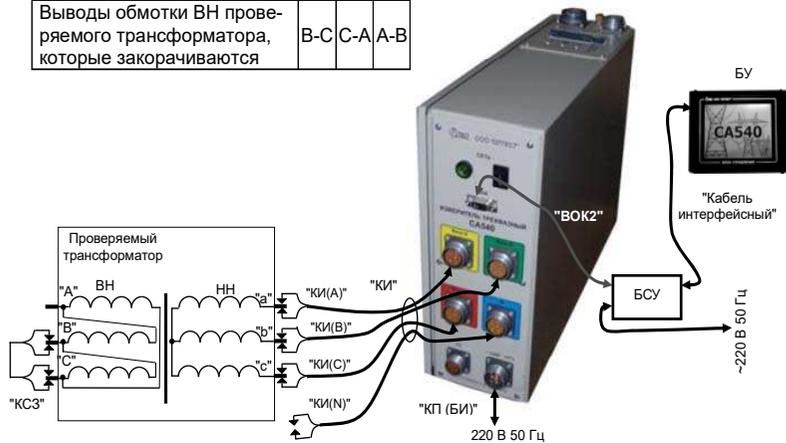


Рисунок 6.27

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

3) Закоротить выводы "В" и "С" обмотки ВН проверяемого трансформатора с помощью кабеля силового КСЗ в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 6.27.

4) Выполнить п.п. 3-8 раздела 6.2.1.1 (страницы 34, 35).

5) Выбрать вариант соединения обмоток НН проверяемого трансформатора, для чего нажать в поле "Звезда или зигзаг без нейтрали" в подразделе "Схема соединения НН" в окне "Опыт XX. Трансформатор" (рисунок 6.28).

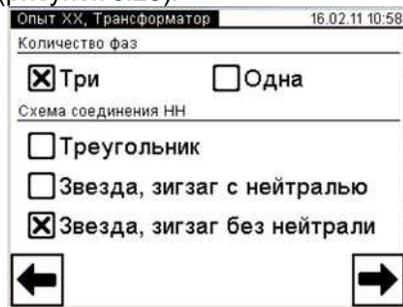


Рисунок 6.28

6) Выполнить п.п. 10-15 раздела 6.2.1.1 (страницы 35, 36).

7) В окне "Опыт XX. Измерение" выбрать фазы, на которые будет подаваться напряжение возбуждения, для чего щелкнуть по вкладке "а-б" (рисунок 6.19 или 6.21 с результатами предыдущего измерения).

8) Выполнить измерение, для чего нажать кнопку . На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса измерения (рисунок 6.29). При необходимости этот процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки СТОП.

По окончании измерения на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.30).



Рисунок 6.29

U	220,07	В	а-б
I	315,17	мА	b-c
P	25,804	Вт	
Pп	25,789	Вт	c-a
ΔP	0,345	%	P/P
cosφ	0,3720	емк	
F	50,00	Гц	

Рисунок 6.30

9) Собрать схему для выполнения второго измерения согласно таблице рисунка 6.27, переместив закоротку с выводов "В" и "С" обмотки ВН на выводы "С" и "А". При этом напряжение возбуждения будет поступать на фазы "b" и "c"

10) В окне "Опыт XX. Измерение" щелкнуть по вкладке "b-c" и запустить измерение согласно п. 8 данного раздела.

11) Собрать схему для выполнения третьего измерения согласно таблице рисунка 6.27, переместив закоротку с выводов "С" и "А" обмотки ВН на выводы "А" и "В". При этом напряжение возбуждения будет поступать на фазы "с" и "а".

12) В окне "Опыт XX. Измерение" щелкнуть по вкладке "с-а" и запустить измерение согласно п. 8 данного раздела.

13) Для просмотра всех результатов поочередно нажимать на вкладки "а-б" (рисунок 6.21), "b-c", "с-а", "P/P" (рисунки 6.21, 6.22).

14) Для сохранения результатов измерения в архиве нажать кнопку .

15) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку .

6.2.2.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

Измерения, как и при встроенном источнике, выполняются в три этапа в соответствии с таблицей, приведенной на рисунке 6.31, при этом подключения и закорачивания выполняются вручную. Для закорачивания использовать кабель силовой КСЗ.

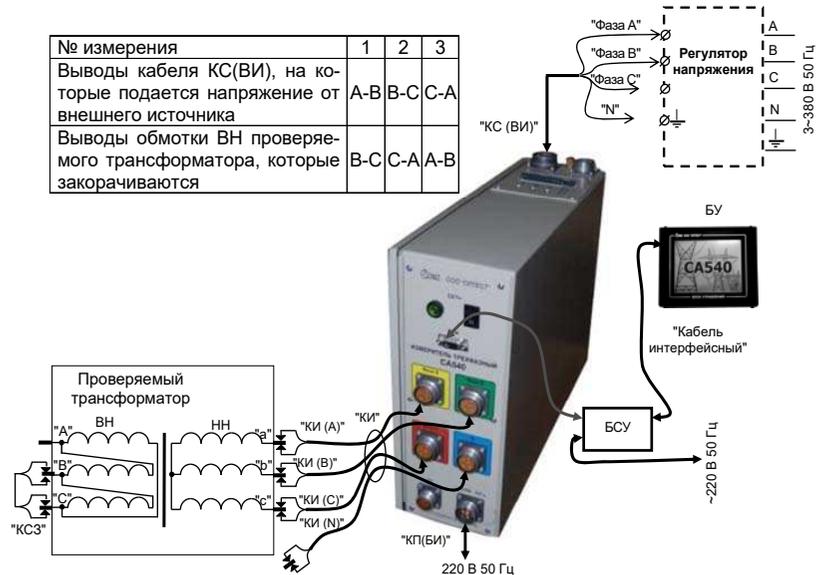


Рисунок 6.31

1) Собрать измерительную схему согласно рисунку 6.31. На рисунке показана схема при использовании внешнего источника питания (с регулятором или без него) для трансформатора со схемой соединения обмоток НН – Y (для схемы Z – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

3) Подготовить схему к выполнению первого измерения согласно таблице (рисунок 6.31). Подсоединить к внешнему источнику питания выходы "Фаза А" и "Фаза В" кабеля КС(ВИ) и закоротить выходы обмотки ВН "В" и "С" проверяемого трансформатора с помощью кабеля силового КСЗ в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 6.31.

4) Выполнить п.п.3-8 раздела 6.2.1.1 (страница 34, 35).

5) Выбрать вариант соединения обмоток НН проверяемого трансформатора, для чего нажать в поле "Звезда или зигзаг без нейтрали" в подразделе "Схема соединения НН" в окне "Опыт XX. Трансформатор" (рисунок 6.32).

6) Перейти в окно "Опыт XX. Источник", для чего нажать на кнопку  (рисунок 6.33).

7) Выбрать вариант источника питания, для чего в окне "Опыт XX. Источник" в подразделе "Источник" (рисунок 6.33) выбрать "Внешний", если предполагается использовать нерегулируемый внешний источник, или "Регулятор" для регулируемого источника.

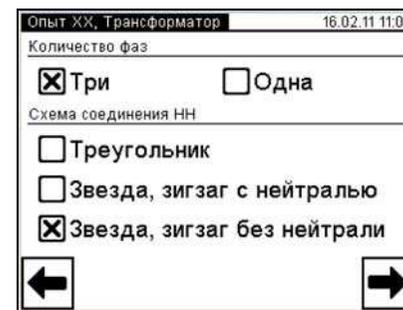


Рисунок 6.32



Рисунок 6.33

8) Выполнить п.п.12-15 раздела 6.2.1.1 (страница 36).

9) Выбрать фазы, на которые будет подаваться напряжение возбуждения, для чего щелкнуть по вкладке "a-b" (рисунок 6.34).

10) Выполнить п.п. 8-12 раздела 6.2.1.2 (страница 40, 41).



Рисунок 6.34

11) Повторить п.п. 3-10 данного раздела в соответствии с данными для 2-го, а затем для 3-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 6.31.

12) Для сохранения результатов измерения в архиве нажать кнопку .

13) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку .

### 6.2.3 Проведение опыта XX для однофазных трансформаторов

#### 6.2.3.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован.

1) Собрать измерительную схему при управлении Измерителя от БУ (рисунок 6.35).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

3) Выполнить п.п. 3-7 раздела 6.2.1.1 (страница 34-35).

4) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего нажать в поле "Одна" в подразделе "Количество фаз" в окне "Опыт XX. Трансформатор" (рисунок 6.36).

5) Выполнить п.п. 10-11 раздела 6.2.1.1 (страница 35, 36).

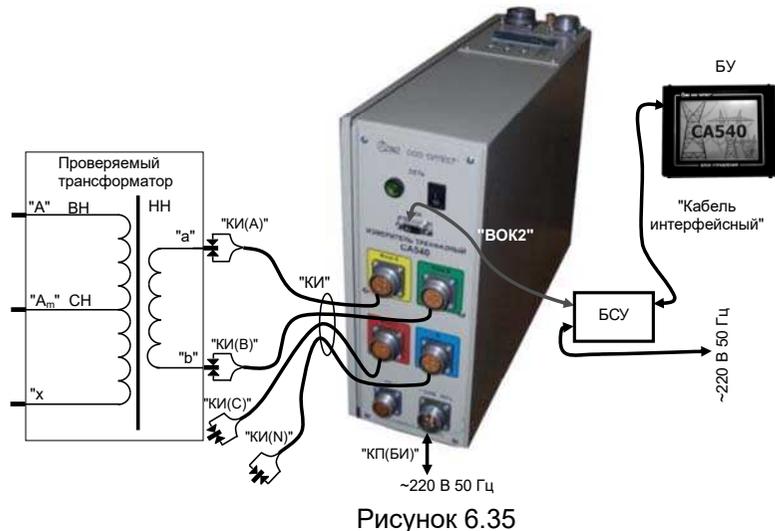


Рисунок 6.35

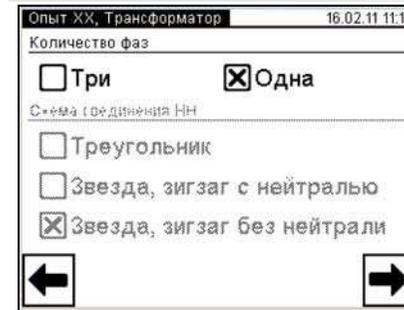


Рисунок 6.36

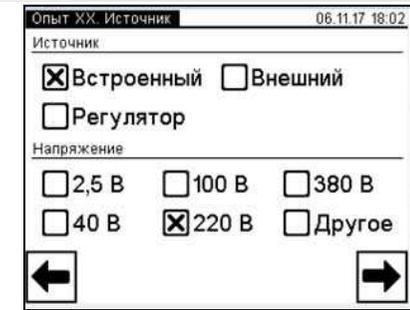


Рисунок 6.37

6) Выбрать значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего нажать, например, в поле "220 В" в подразделе "Напряжение" в окне "Опыт XX. Источник" (рисунок 6.37). Если выбран вариант "Другое", то выполнить указания п.12 раздела 6.2.1.1 (страница 38).

7) Перейти в окно "Опыт XX. Заводские значения", для чего нажать кнопку .

8) Ввести заводское значение потерь  $P$  или значение, которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего нажать в поле " $P_{ab}$ " в окне "Опыт XX. Заводские значения" и ввести данные в поле для ввода (рисунок 6.38), нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами. При необходимости воспользоваться кнопкой  – удаление символа перед курсором.



Рисунок 6.38

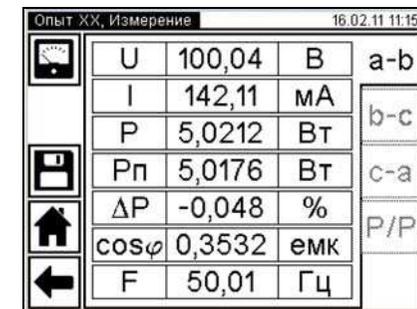


Рисунок 6.39

9) Перейти в окно "Опыт XX. Измерение", для чего нажать кнопку  (рисунок 6.37).



(рисунок 6.44). При необходимости этот процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки .

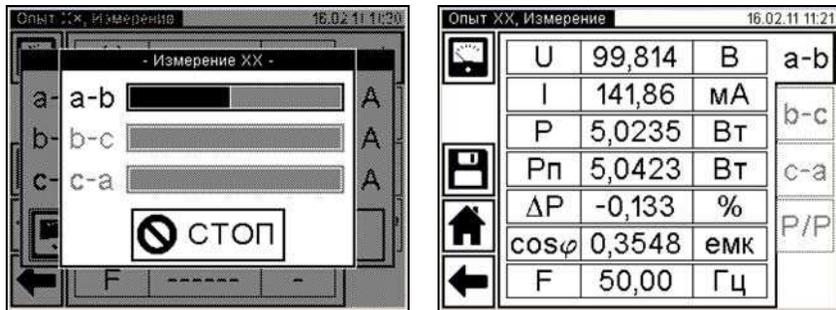


Рисунок 6.44

Рисунок 6.45

11) Если в п. 6 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.45).



Рисунок 6.46

12) Если в п. 6 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» (рисунок 6.46) с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.45).

13) Выполнить п.16 раздела 6.2.1.1 (страница 37), если необходимо.

14) Для сохранения результатов в архиве нажать кнопку .

15) Выключить внешний источник питания.

16) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку .

### 6.3 Измерения при проведении опыта холостого хода при номинальном напряжении

В качестве внешнего источника может быть использован источник с нерегулируемым выходным напряжением или источник с возможностью регулировки выходного напряжения питания.

1) Собрать измерительную цепь согласно одному из рисунков 6.47, 6.48 или 6.49 в зависимости от конструкции и схемы проверяемого трансформатора.

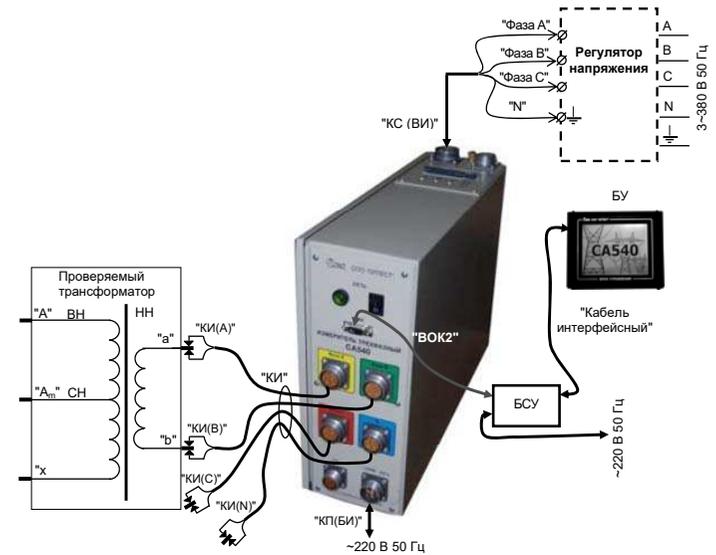


Рисунок 6.47

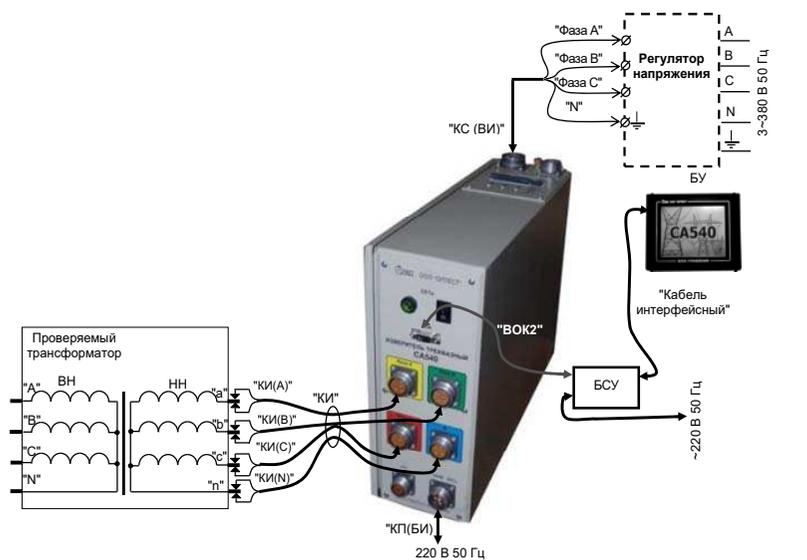


Рисунок 6.48

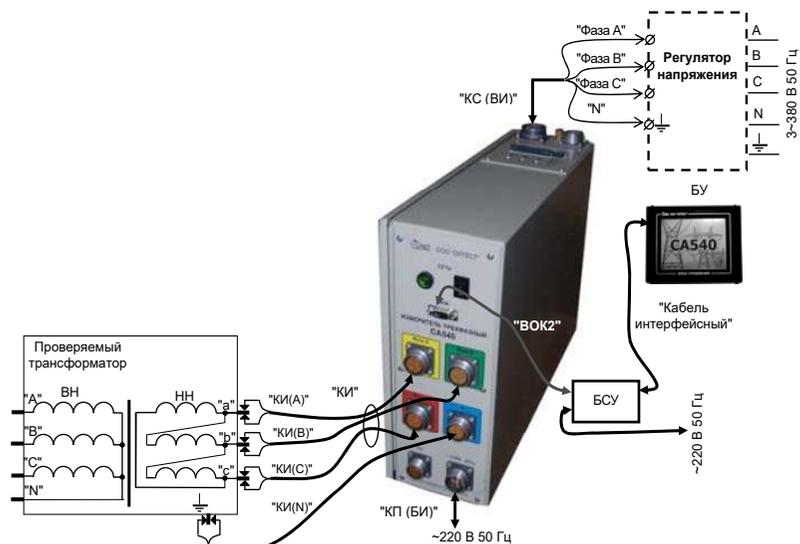


Рисунок 6.49

На рисунке 6.47 показана схема для однофазного трансформатора, на рисунке 6.48 – для трехфазного трансформатора со схемой обмоток НН Ун (для схемы обмоток Zn – аналогично), на рисунке 6.49 – для трехфазного трансформатора со схемой обмоток НН - Δ, Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.50).

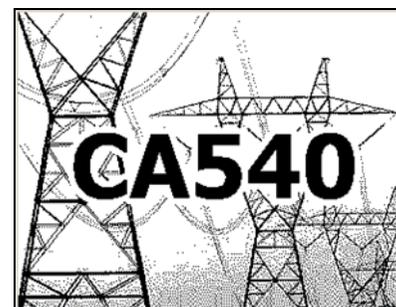


Рисунок 6.50

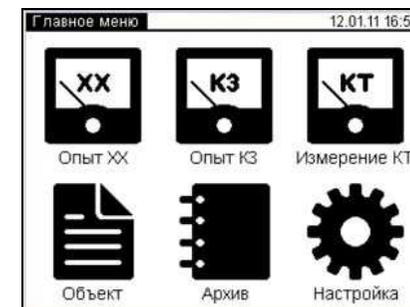


Рисунок 6.51

3) Перейти в окно "Главное меню", для чего нажать в любом месте экрана БУ (рисунок 6.50). На экране появится окно "Главное меню" (рисунок 6.51)

4) Если данные по проверяемому трансформатору не были введены предварительно, то ввести их, для чего выполнить п.п. 2-7 раздела 6.1.6 (страница 31).

5) Если количество накапливаемых результатов измерения не введено, то ввести его, для чего выполнить п.п. 2 – 5 раздела 6.1.2 (страница 28).

6) Начать опыт XX, для чего в окне "Главное меню" нажать на кнопку . На экране откроется окно "Опыт XX. Вид" (рисунок 6.52).

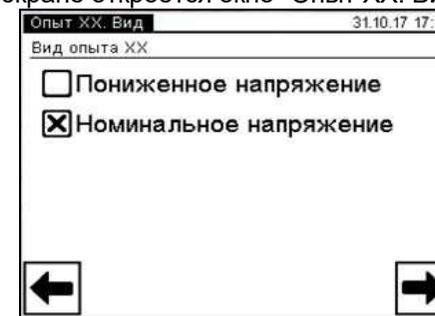


Рисунок 6.52

7) Выбрать вариант "Номинальное напряжение", после чего нажать на кнопку  для перехода в окно "Опыт XXН, Трансформатор" (рисунок 6.53).

8) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего в подразделе "Количество фаз" нажать в поле "Три" или "Одна" соответственно для трехфазного или однофазного трансформатора (рисунок 6.53).

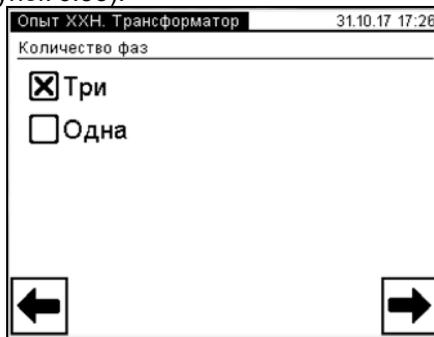


Рисунок 6.53

9) Перейти в окно "Опыт XXН. Источник" (рисунок 6.54), для чего в окне (рисунок 6.53) нажать на кнопку .

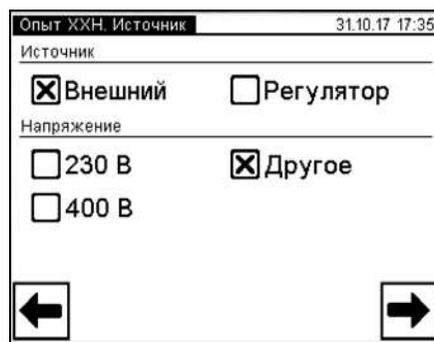


Рисунок 6.54

10) Выбрать вариант источника питания, для чего в окне "Опыт XXН. Источник" в подразделе "Источник" (рисунок 6.54) выбрать "Внешний", если предполагается использовать нерегулируемый внешний источник, или "Регулятор" для регулируемого источника.

11) В этом же окне в подразделе "Напряжение" выбрать требуемое значение номинального напряжения, для чего нажать, например, в поле "230 В", или "Другое".

Если был выбран вариант "Другое", нажать кнопку . На экране появится окно "Опыт XXН. Ввод напряжения" (рисунок 6.55). Ввести значение междуфазного напряжения, нажимая соответствующие кнопки с цифрами. При необходимости воспользоваться кнопкой  – удаление символа перед курсором.



Рисунок 6.55

12) После выбора требуемого значения напряжения или ввода нестандартного значения нажать на кнопку  для перехода в окно "Опыт XXН. Измерение", представленное на рисунке 6.56.a для однофазного трансформатора или 6.56.б для трехфазного (выбран в п.8 данного подраздела).



Рисунок 6.56.a

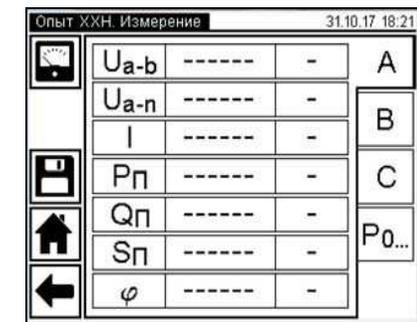


Рисунок 6.56.б

13) Запустить измерение, нажав на кнопку . На экране появится окно "Установка" с текущими значениями напряжения и тока в цепи (рисунок 6.57 для однофазного трансформатора или 6.58 для трехфазного). Установить заданные значения, контролируя установку по показаниям в окне. При необходимости процесс установки напряжения может быть прекращен нажатием кнопки .



Рисунок 6.57



Рисунок 6.58

14) После завершения установки напряжения нажать на кнопку  **Измерение** для запуска собственно измерения. На экране появится окно, демонстрирующее динамику измерения (рисунок 6.59 для однофазного трансформатора или 6.60 для трехфазного).



Рисунок 6.59

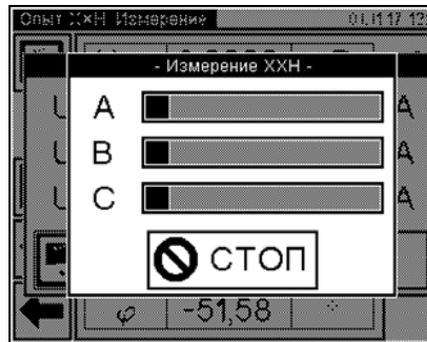


Рисунок 6.60

При необходимости процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки .

17) Если в п. 10 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.61 для однофазного трансформатора или 6.62 для трехфазного).

18) Если в п. 10 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» (рисунок 6.63 для однофазного трансформатора или 6.64 для трехфазного) с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.61 или 6.62).

U <sub>a-b</sub>	-----	-	A
U <sub>a-n</sub>	565,33	мкВ	B
I	6,2131	мкА	C
P <sub>п</sub>	-137,70	Вт	P <sub>о...</sub>
Q <sub>п</sub>	-342,75	ВА	
S <sub>п</sub>	585,72	ВА	
φ	-78,41	°	

Рисунок 6.61

U <sub>a-b</sub>	574,61	мкВ	A
U <sub>a-n</sub>	571,58	мкВ	B
I	5,4040	мкА	C
P <sub>п</sub>	-35,206	Вт	P <sub>о...</sub>
Q <sub>п</sub>	-77,655	ВА	
S <sub>п</sub>	167,30	ВА	
φ	226,53	°	

Рисунок 6.62



Рисунок 6.63



Рисунок 6.64

15) Для просмотра всех результатов (рисунок 6.61 или 6.62) нажимать на вкладки:

- для однофазных трансформаторов – "Ро...";
- для трехфазных трансформаторов – "В", "С", "Ро...".

16) При необходимости откорректировать данные об объекте измерения для последующей идентификации результатов в архиве, это можно сделать на данном этапе, вернувшись с помощью кнопки



в окно "Главное меню" и выполнив указания раздела 6.1.6. После этого вернуться в окно "Опыт ХХН. Измерение" с результатами выполненного измерения, несколько раз нажав на кнопку

17) Для сохранения результатов измерения в архиве нажать кнопку

18) Выключить внешний источник питания.

19) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку

#### 6.4 Измерения при проведении опыта короткого замыкания

Питание измерительной цепи при проведении опыта короткого замыкания осуществляется от внешнего источника переменного тока, величина тока которого не превышает 50 А. Закорачивание обмотки НН выполняется кабелем силовым КСЗ.

Процесс измерения полностью автоматизирован.

При проверке трехфазного трансформатора напряжение одновременно подается на все три фазы. Измерение выполняется пофазно, переключение между фазами осуществляется автоматически.

1) Собрать измерительную цепь согласно рисунку 6.65 для проверки трансформатора при управлении Измерителя от БУ. На рисунке 6.65а для примера показана измерительная схема для однофазного, на рисунке 6.65 б – для трехфазного двухобмоточного трансформатора.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

3) Выполнить п.п. 3-5 раздела 6.2.1.1 (страница 34-35).

4) Начать опыт КЗ для чего в окне "Главное меню" нажать



на кнопку . На экране откроется окно "Опыт КЗ, Трансформатор/Источник" (рисунок 6.66).

5) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего нажать, например, в поле "Три" в подразделе "Количество фаз" (рисунок 6.66).

6) Задать вариант источника питания, для чего в окне (рисунок 6.66) в подразделе "Источник" выбрать "Внешний", если предполагается использовать нерегулируемый внешний источник, или "Регулятор" для регулируемого источника.

7) Перейти в окно "Опыт КЗ. Базовые значения", для чего нажать на кнопку (рисунок 6.66).

8) Ввести базовое значение сопротивления короткого замыкания  $Z_a$  или значение, полученное при проведении предыдущего опыта короткого замыкания (далее – КЗ), нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами. Для чего нажать в поле " $Z_a$ " в окне "Опыт КЗ. Базовые значения" и ввести данные в поле для ввода (рисунок 6.67), нажимая соответствующие кнопки с цифрами и

буквами. При необходимости воспользоваться кнопкой – удаление символа перед курсором. Для трехфазного трансформатора аналогично ввести значения в поля " $Z_b$ ", " $Z_c$ ".

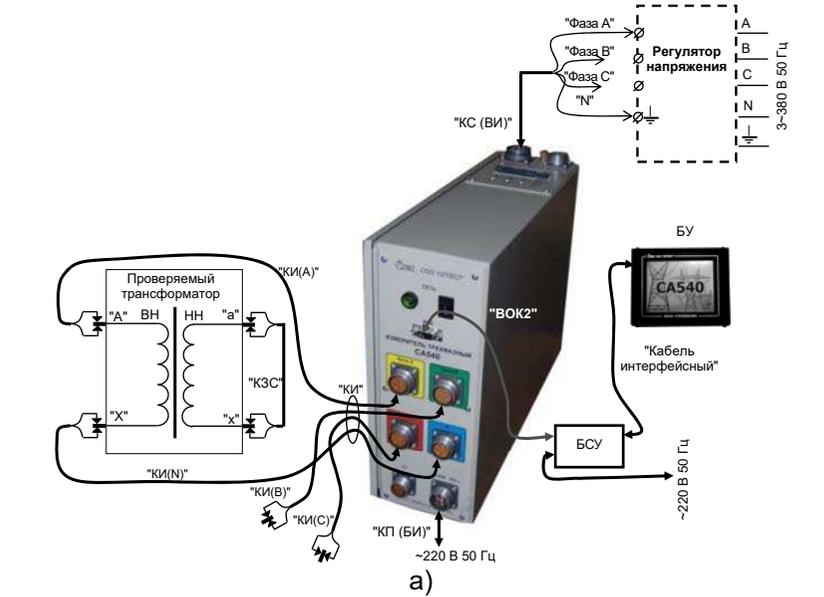


Рисунок 6.65

9) Перейти в окно "Опыт КЗ. Измерение", для чего нажать кнопку (рисунок 6.67). На экране появится окно "Опыт КЗ. Измерение" (рисунок 6.68).

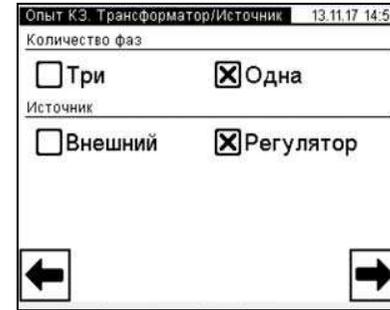


Рисунок 6.66



Рисунок 6.67

10) Для последующей идентификации результатов измерения в архиве ввести данные по схеме измерения (проверяемым парам обмоток и положению регулятора напряжения), для чего нажать кнопку и в появившемся окне (рисунок 6.69) ввести необходимые сведения в поле для ввода, нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами.

При необходимости воспользоваться кнопкой – удаление символа перед курсором. Для возврата в окно "Опыт КЗ. Измерение" нажать кнопку (рисунок 6.69).



Рисунок 6.68

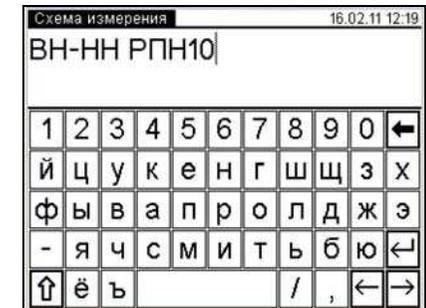


Рисунок 6.69

- 11) Включить внешний источник питания.
- 12) Включить режим установки напряжения внешнего источника питания,

для чего щелкнуть по кнопке в поле "Измерение" (рисунок 6.68).

13) Установить номинальное значение напряжения при проведении опыта КЗ, контролируя его значение на экране БУ в окне "Установка" (рисунок 6.70).

14) Выполнить измерение, для чего нажать кнопку Измерение (рисунок 6.70). На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса измерения (рисунок 6.71).



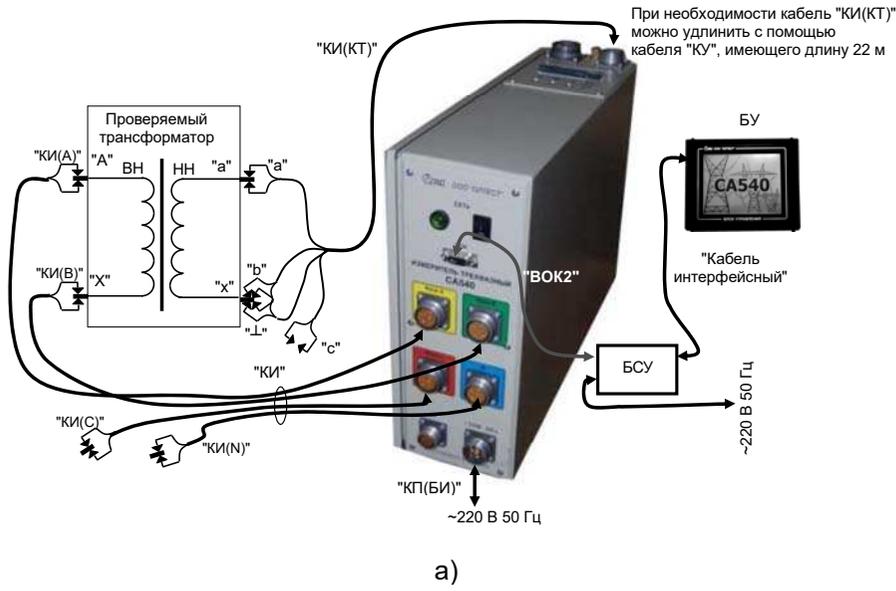
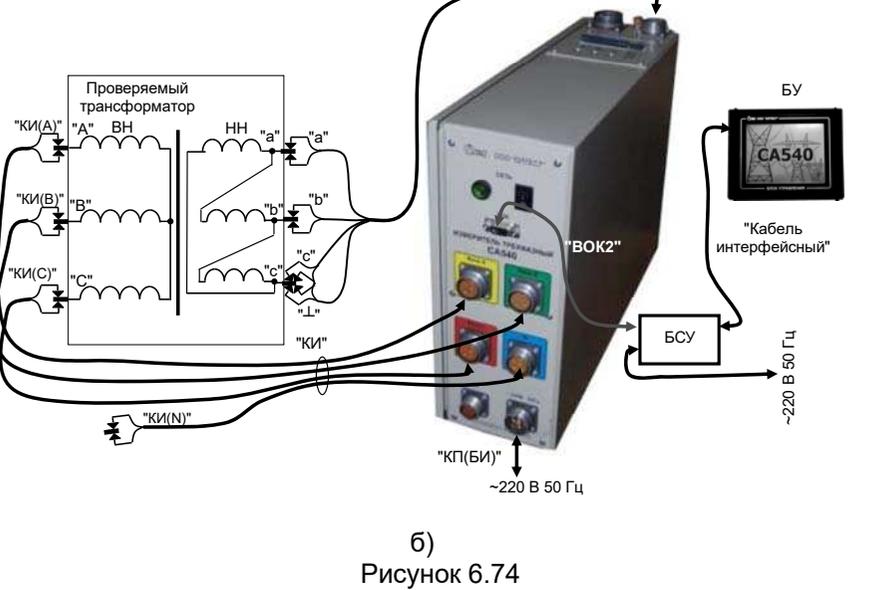


Рисунок 6.74



7) Выбрать вариант источника питания, для чего нажать в поле "Встроенный" в подразделе "Источник" окна "Измерение КТ. Источник" (рисунок 6.75).



Рисунок 6.74



Рисунок 6.75

8) Выбрать значение междуфазного напряжения, при котором опыт КТ проводился на заводе-изготовителе, или значение, которое было получено при проведении предыдущего опыта КТ, для чего нажать, например, в поле "100 В" в подразделе "Напряжение" в окне "Измерение КТ. Источник" (рисунок 6.57). Если выбран вариант "Другое", то выполнить указания п.12 раздела 6.2.1.1 (страница 36).

9) Перейти в окно "Измерение КТ. Заводское значение", для чего нажать на кнопку (рисунок 6.75).

10) Ввести заводское значение коэффициента трансформации К или значение, полученное при предыдущем измерении, нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами. При необходимости воспользоваться кнопкой – удаление символа перед курсором.

11) Перейти в окно "Измерение КТ. Измерение", для чего нажать кнопку . На экране появится окно "Измерение КТ. Измерение" (рисунок 6.77).

12) Ввести данные по схеме измерения (по проверяемым парам обмоток, способу по положению регулятора), для чего в окне "Измерение КТ. Измерение" (рисунок 6.77) нажать кнопку и в появившемся окне (рисунок 6.78) ввести необходимые сведения о схеме измерений в поле для ввода, нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами. При необходимости воспользоваться кнопкой – удаление символа перед курсором. Для возврата в окно "Измерение КТ. Измерение" (рисунок 6.77) нажать кнопку (рисунок 6.78).

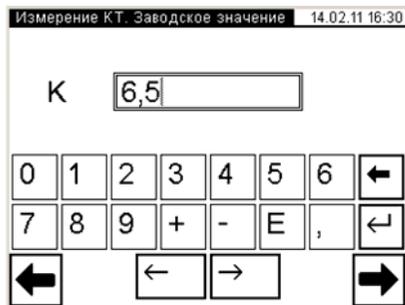


Рисунок 6.76



Рисунок 6.77

13) Выполнить измерение, для чего нажать кнопку  в окне "Измерение КТ. Измерение" (рисунок 6.77). На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса измерения (рисунок 6.79), а затем – окно с результатами измерения (рисунок 6.80). Для просмотра всех результатов при проверке трехфазного трансформатора поочередно нажать на вкладки "А-В", "В-С", "С-А". При необходимости процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки .



Рисунок 6.78



Рисунок 6.79

14) Выполнить п.16 раздела 6.2.1.1 (страница 37), если необходимо. Для сохранения результатов измерения в архиве нажать кнопку .

кнопку .

15) Выполнить п.п. 9-14 для остальных пар обмоток и положений регулятора напряжения.

16) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку ,

для возврата в предыдущее окно нажать кнопку .



Рисунок 6.80

### 6.5.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован.

При проверке трехфазного трансформатора напряжение одно- временно подается на все три фазы, а измерение выполняется по- фазно, переключение между фазами осуществляется автоматиче- ски.

1) Собрать измерительную цепь согласно рисунку 6.81. На ри- сунках 6.81 а для примера показана измерительная схема для од- нофазного, на рисунке 6.81 б – для трехфазного двухобмоточного трансформатора.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на перед- ней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

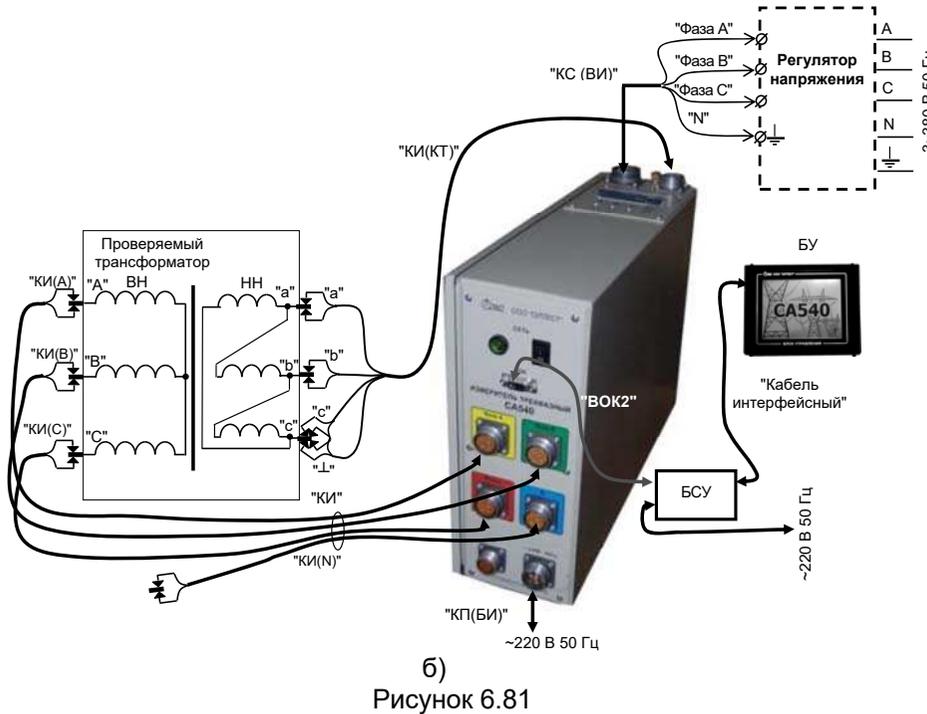
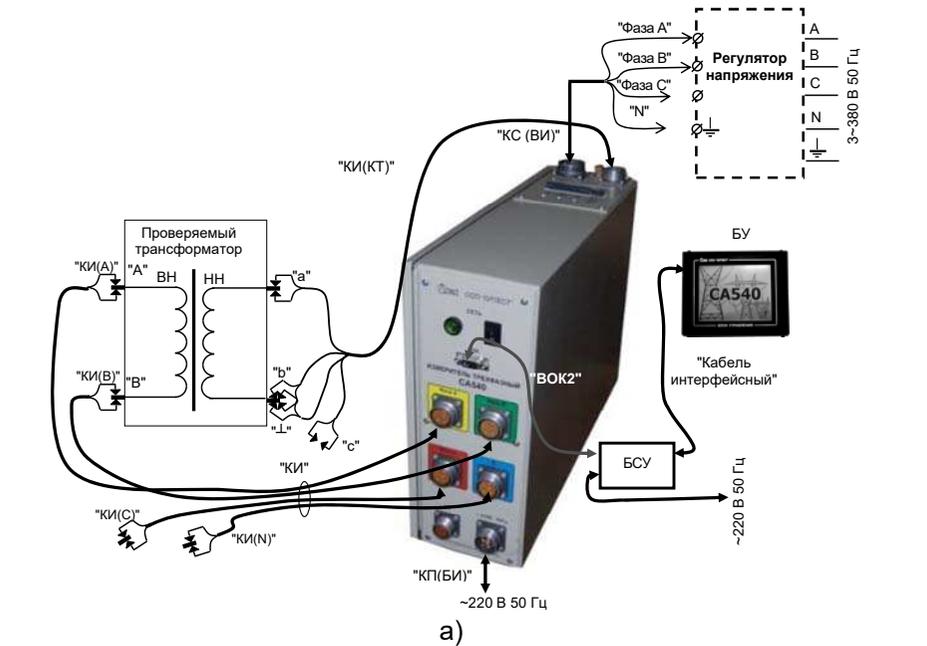
3) Выполнить п.п. 3-5 раздела 6.2.1.1 (страница 34-35).

4) Перейти в режим измерения отношения напряжений (ко- эффициента трансформации) для чего в окне "Главное меню"

нажать на кнопку . На экране откроется окно "Измерение КТ. Трансформатор" (рисунок 6.82).

5) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего нажать, например, для трехфазного трансформатора, в поле "Три" в подразделе "Количество фаз".

6) Перейти в окно "Измерение КТ. Источник"(рисунок 6.83), для чего нажать на кнопку  (рисунок 6.82).



7) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник" нажать в поле "Внешний" или "Регулятор" (рисунок 6.83).

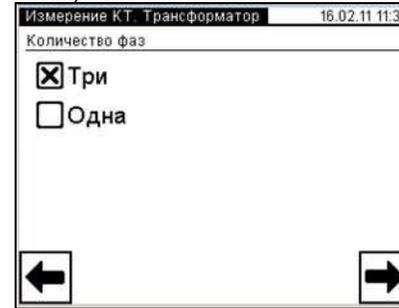


Рисунок 6.82



Рисунок 6.83

8) Перейти в окно "Измерение КТ. Заводское значение", для чего нажать на кнопку  (рисунок 6.83).

9) Ввести заводское значение коэффициента трансформации К или значение, полученное при предыдущем измерении, нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами. При необ-

ходимости воспользоваться кнопкой  – удаление символа перед курсором.

10) Перейти в окно "Измерение КТ. Измерение", для чего нажать кнопку . На экране появится окно "Измерение КТ. Измерение" (рисунок 6.77).

11) Ввести данные по схеме измерения (по проверяемым парам обмоток, способу по положению регулятора), для чего в окне

"Измерение КТ. Измерение" (рисунок 6.77) нажать кнопку  и в появившемся окне ввести необходимые сведения о схеме измерений в поле для ввода, нажимая соответствующие кнопки с цифрами и буквами. При необходимости воспользоваться кнопкой  – удаление символа перед курсором. Для возврата в окно "Измерение КТ. Измерение" нажать кнопку .

12) Включить режим установки напряжения внешнего источника питания, щелкнув по кнопке  в поле "Измерение" (рисунок 6.77). На экране появится окно "Установка" (рисунок 6.84).

13) Включить внешний источник.

12) Включить режим установки напряжения внешнего источника питания, щелкнув по кнопке  в поле "Измерение" (рисунок 6.77). На экране появится окно "Установка" (рисунок 6.84).

13) Включить внешний источник.



Рисунок 6.84



Рисунок 6.85

14) Установить номинальное значение междуфазного напряжения трансформатора, регулируя выходное напряжение внешнего источника питания и контролируя его значение в окне (рисунок 6.84).

15) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке  **Измерение** (рисунок 6.84). На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса измерения (рисунок 6.85). При необходимости процесс измерения может быть остановлен нажатием кнопки .

16) Если в п. 7 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.80).

17) Если в п. 7 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно "Сброс напряжения" с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появится окно с результатами измерения (рисунок 6.80).

18) При проверке трехфазного трансформатора для просмотра всех результатов поочередно нажимать на вкладки "A-B", "B-C", "C-A".

19) Выключить внешний источник питания.

20) Выполнить п.16 раздела 6.2.1.1, если необходимо. Для со-

хранения результатов измерения в архиве нажать кнопку .

21) Выполнить п.п. 8 – 20 для других пар обмоток и положений регулятора напряжения.

22) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку , для возврата в предыдущее окно нажать кнопку .

## 6.6 Работа с архивом

Результаты измерений записываются в память БУ. Память БУ может сохранить до 1000 записей результатов измерений в хронологическом порядке. Когда количество записей в архиве превысит 1000, каждая последующая запись будет записываться на место самой "старой". Таким образом, количество сохраненных записей всегда не превышает 1000.

### 6.6.1 Просмотр результатов измерений, сохраненных в памяти БУ

Просмотр результатов измерений, записанных в память БУ, на экране БУ можно проводить, как в процессе измерения, так и в автономном режиме в любом месте, где на БУ может быть подано питание. При просмотре в процессе измерения процедуру необходимо начинать с п.3 настоящего раздела.

1) Для просмотра в автономном режиме собрать схему (рисунок 6.86).

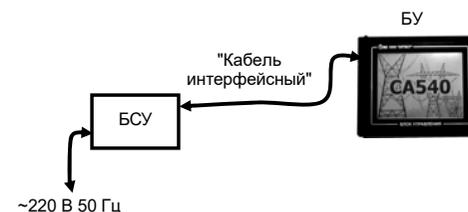
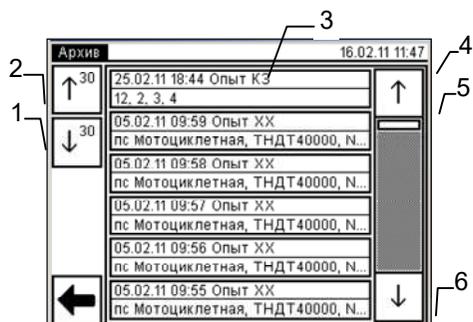


Рисунок 6.86

2) Установить выключатель "СЕТЬ", размещенный на БСУ, в положение "I". На экране БУ появится изображение (рисунок 6.2).

3) Перейти в окно "Главное меню", для чего нажать в любом месте экрана БУ (рисунок 6.2). На экране появится окно "Главное меню" (рисунок 6.3)

4) Начать работу с архивом, для чего в окне "Главное меню" нажать на кнопку "Архив" . На экране откроется окно "Архив" (рисунок 6.87).



1, 2 – кнопки прокрутки с шагом по 30 записей;  
3 – заголовок записи;  
4, 6 – кнопки прокрутки с шагом по 1 записи  
5 – индикатор прокрутки архива

Рисунок 6.87

5) Для поиска нужной записи воспользоваться кнопками прокрутки (рисунок 6.87, поз. 1, 2, 4, 6).

6) Для просмотра нужной записи нажать на заголовке записи (рисунок 6.87, поз.3). На экране появится окно "Просмотр записи, опыт КЗ" с результатами измерения, сохраненными в данной записи (рисунок 6.88).



Рисунок 6.88

7) Для возврата в окно "Главное меню" нажать кнопку , для возврата в предыдущее окно нажать кнопку .

### 6.6.2 Считывание результатов измерений, сохраненных в памяти БУ, в память ПК

Предварительно в память компьютера должна быть загружена программа "CA540 Archive" (раздел 8.2).

Программа "CA540 Archive" при считывании в память ПК результатов измерений, записанных в память БУ, формирует файл с расширением .xlm. Результаты измерения могут быть также экспортированы в файл с расширением .xls программы Excel.

1) Подключить БУ к ПК в соответствии с рисунком 6.89.

2) Включить компьютер и запустить программу "CA540

Archive", сделав двойной щелчок на ярлыке , который размещен на Рабочем столе ПК. На экране ПК появится окно программы (рисунок 6.90).

3) Считать архив из БУ, для чего щелкнуть по кнопке  в окне программы.

4) Сформировать таблицу для записей результатов измерений и определить данные каких колонок будут экспортированы в файл Excel. Для чего щелкнуть по кнопке "Настройка таблиц"  и в появившемся окне "Настройка таблиц" (рисунок 6.91) отметить колонки, которые будут входить в состав таблицы, и данные из которых будут экспортироваться в Excel, щелкнув мышью и установив флажок  в ячейках с наименованиями этих колонок.



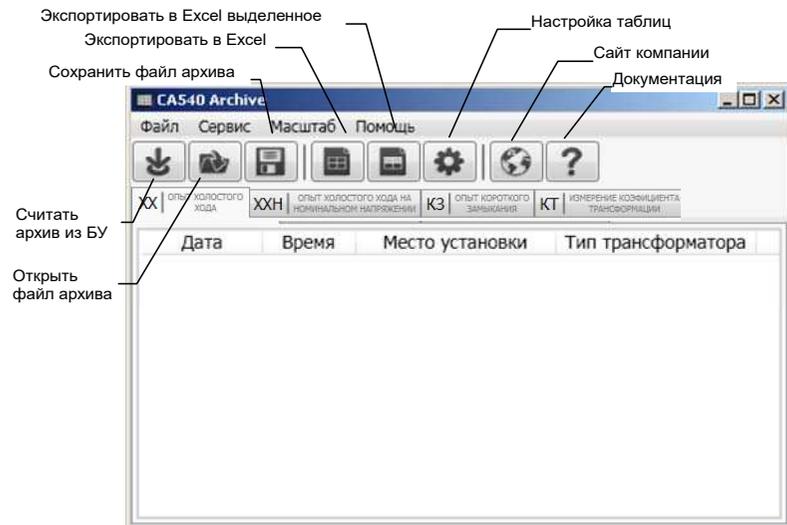


Рисунок 6.90

5) Сохранить файл с результатами измерений, для чего выбрать в меню "Файл"⇒"Сохранить" или щелкнуть по кнопке , определить место хранения и щелкнуть по кнопке **Сохранить**. Этот файл с расширением .xlm можно просматривать в программе "CA540 Archive", для чего следует воспользоваться меню "Файл"⇒"Открыть" или щелкнуть по кнопке .



Рисунок 6.91

6) Для экспорта записей с результатами измерений в Excel открыть вкладку, данные которой будут экспортироваться, (рисунок 6.92) и щелкнуть по кнопке "Экспортировать в Excel" . Для экспорта части записей, их предварительно следует выделить с помощью одновременно нажатых мыши и клавиши **Shift** (поряд) или **Ctrl** (вразнобой), а затем щелкнуть по кнопке "Экспортировать в Excel выделенное" . На экране в программе Excel откроется файл с расширением .xls. Его содержимое можно скопировать с помощью стандартных опций копирования ( **Ctrl** + **C** , **Ctrl** + **V** ) в программу Word или Excel для создания "Протокола измерений", его редактирования и печати.

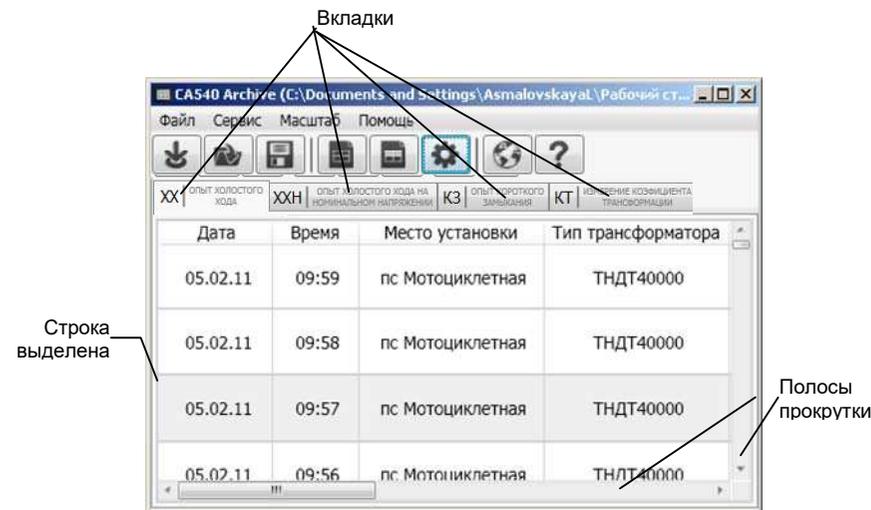


Рисунок 6.92

## 7 РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

### 7.1 Измерения при проведении опыта холостого хода при пониженном напряжении

Питание измерительной цепи при проведении опыта XX может осуществляться от встроенного однофазного источника питания или от внешнего источника.

Встроенный источник обеспечивает питание измерительной цепи током, значение которого не превышает 3 А. Если заводское значение силы тока XX проверяемого трансформатора выше 3 А или если при измерении Измерителем характеристик проверяемого трансформатора было получено сообщение "Превышен ток встроенного источника", то измерение следует выполнять при использовании внешнего источника.

#### 7.1.1 Проведение опыта XX для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: $\Delta$ , $Y_n$ , $Z_n$

##### 7.1.1.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован  
Измерения выполняются последовательно.

При проверке трансформаторов со схемой соединения обмоток НН  $\Delta$ : на первом этапе выполняются измерения при возбуждении фаз "а" и "b" и при закороченных фазах "b" и "с"; на втором этапе – при возбуждении фаз "b" и "с" и при закороченных фазах "с" и "а"; на третьем этапе – при возбуждении фаз "с" и "а" и при закороченных фазах "а" и "b". Все переключения выполняются автоматически.

При проверке трансформаторов со схемами соединения обмоток НН  $Y_n$  или  $Z_n$ : на первом этапе выполняются измерения при возбуждении фаз "а" и "b" и фазе "с", закороченной на нейтраль "n", на втором этапе – при возбуждении фаз "b" и "с" и фазе "а", закороченной на "n", на третьем этапе – при возбуждении фаз "с" и "а" и фазе "b", закороченной на "n". Все переключения выполняются автоматически.

1) Собрать измерительную цепь согласно одному из вариантов, представленных рисунком 7.1. На рисунке 7.1а показана схема при использовании встроенного источника питания для трансформатора с обмоткой НН  $\Delta$ , а на рисунке 7.1б – для трансформатора с обмоткой НН  $Y_n$  (для обмотки  $Z_n$  – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

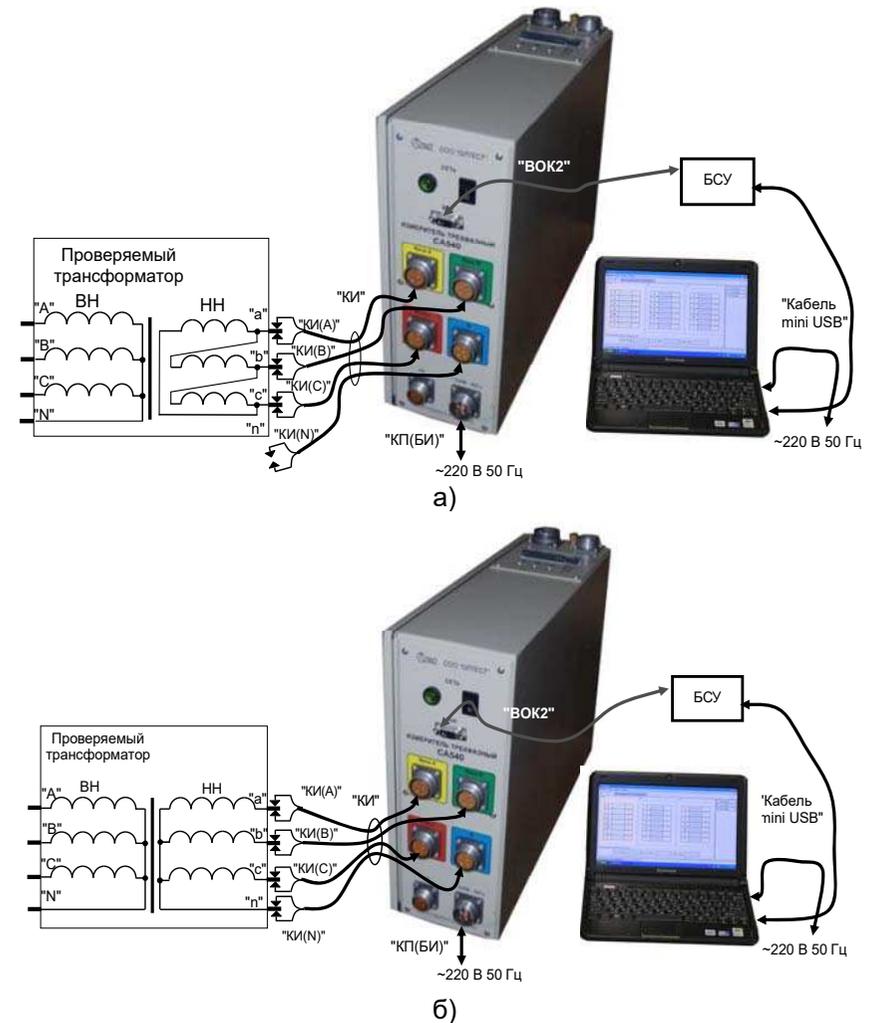


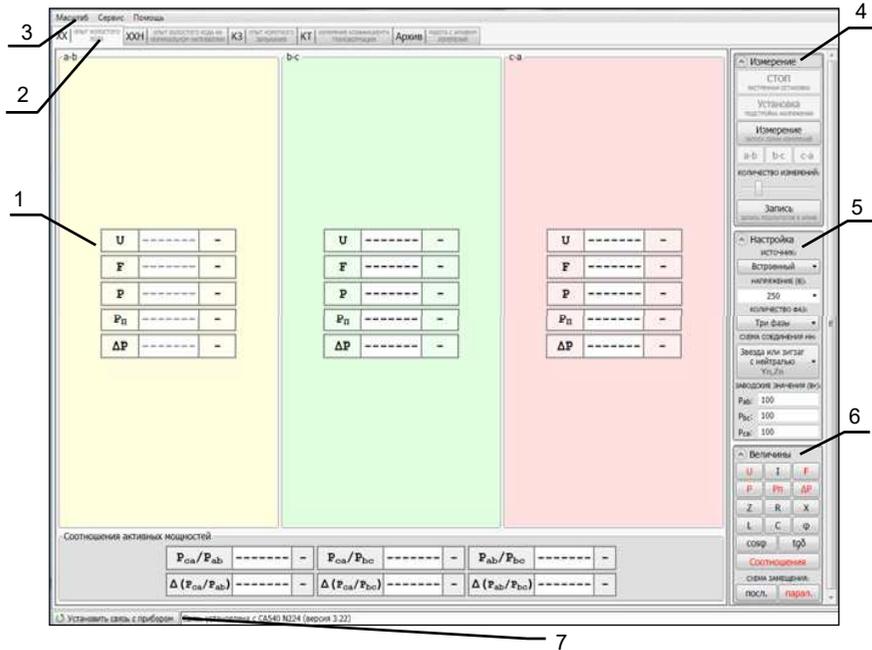
Рисунок 7.1

2) Включить компьютер<sup>4</sup> и запустить программу "CA540 ЭТЛ", сделав двойной щелчок на ярлыке , который размещен на Рабочем столе ПК. На экране ПК появится один из вариантов окна про-

<sup>4</sup> Если предполагается использование персонального компьютера, не входящего в комплект поставки Измерителя, то на него необходимо установить специальное программное обеспечение, размещенное на инсталляционном диске, входящем в комплект (раздел 8).

граммы (рисунок 7.2, 7.3 или 7.4). Окно будет открыто на той вкладке, которая использовалась в предыдущем сеансе.

Установить связь ПК с Измерителем, щелкнув по кнопке **Установить связь с прибором** в нижней части экрана (рисунок 7.2, поз.7).



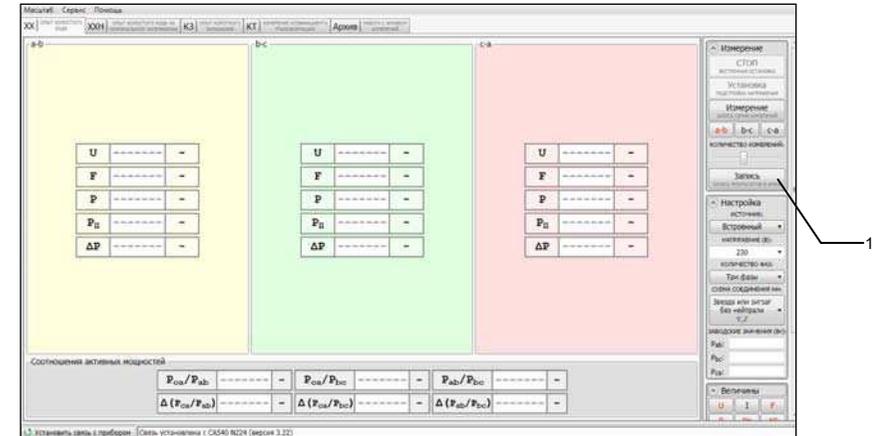
Окно программы и поля "Измерение", "Настройка", "Величины" развернуты.

- 1 – таблицы результатов измерений;
- 2 – вкладки;
- 3 – строка меню;
- 4 – поле кнопок для управления процессом измерения;
- 5 – поле кнопок для ввода исходных данных;
- 6 – поле кнопок для формирования таблиц результатов измерений;
- 7 – кнопка установки связи блока измерительного с ПК и поле, информирующее о наличии связи

Рисунок 7.2

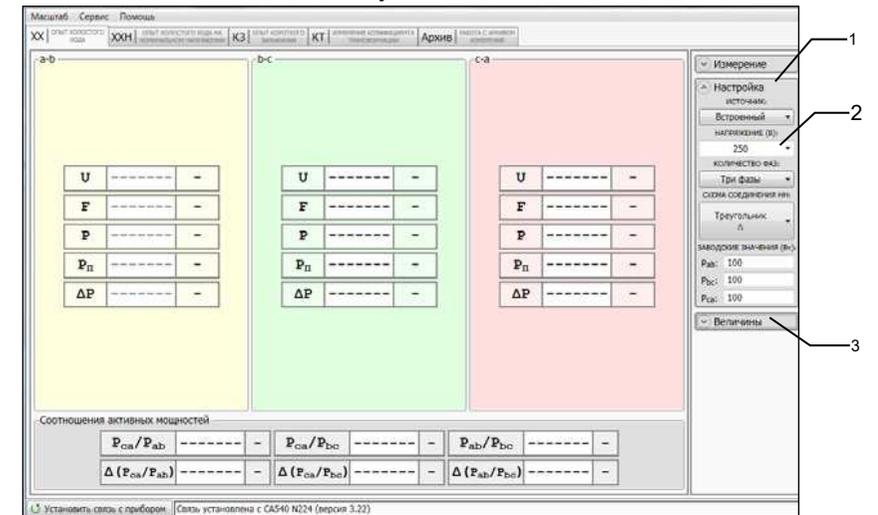
3) Перейти на вкладку **Опыт холостого хода**, для чего щелкнуть по ней (рисунок 7.2).

4) Развернуть поле "Настройка", для чего щелкнуть по кнопке **Настройка** (рисунок 7.4, поз.1).



Окно программы частично свернуто, поля "Измерение", "Настройка", "Величины" развернуты 1

1 – кнопка "Запись"  
Рисунок 7.3



Поле "Настройка" развернуто, поля "Измерение", "Величины" свернуты.

- 1 – кнопка сворачивания поля "Настройка";
- 2 – поле ввода значения напряжения;
- 3 – кнопка разворачивания поля "Величины"

Рисунок 7.4

5) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" поля "Настройка" (рисунок 7.4) раскрыть выпадающий список и выбрать из него "Встроенный".

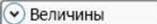
6) Установить значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение, которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего в подразделе "Напряжение (В):" поля "Настройка" (рисунок 7.4) раскрыть выпадающий список и выбрать необходимое значение, например, 220 В, или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода (рисунок 7.4, поз.2).

7) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Количество фаз" поля "Настройка" (рисунок 7.4) и из выпадающего списка выбрать "Три фазы".

8) Выбрать вариант соединения обмоток НН проверяемого трансформатора, для чего в подразделе "Схема соединения НН:" поля "Настройка" (рисунок 7.4) щелкнуть по кнопке и из выпадающего списка выбрать один из вариантов "Треугольник Δ" или "Звезда" или зигзаг с нейтралью  $Y_n, Z_n$ ".

9) Ввести заводские значения потерь  $P$  или значения, которые были получены при проведении предыдущего опыта XX, для чего, предварительно щелкнув в соответствующей строке поля "Заводские значения (Вт):" (рисунок 7.4), ввести значения  $P$ , в ваттах, с помощью клавиатуры.

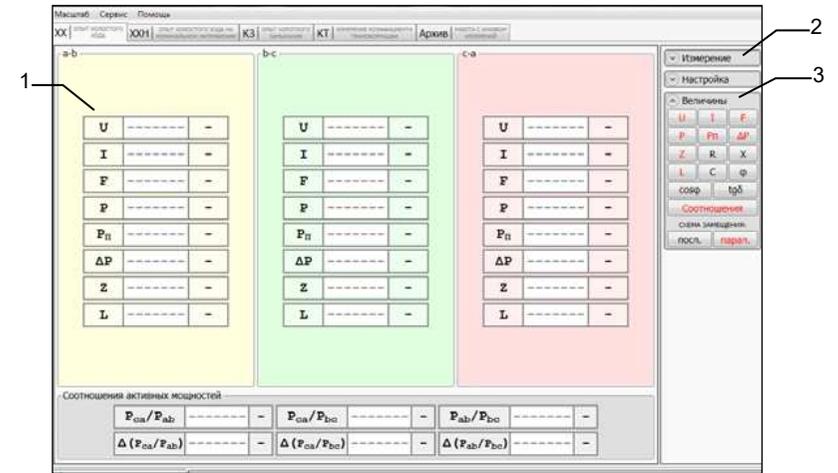
10) Свернуть поле "Настройка", для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.4, поз.1).

11) Развернуть поле "Величины", для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.4, поз.3).

12) Просмотрите перечень измеряемых величин, включенных в таблицы результатов измерений (рисунок 7.5, поз.1). В поле "Величины" обозначения величин, выбранных для представления в таблице результатов, выделены красным цветом. Если требуется дополнить этот перечень и сформировать в таблице результатов измерений дополнительные строки, щелкнуть по кнопкам с наименованием соответствующих величин в поле "Величины" (рисунок 7.5, поз.3).

При желании убрать какую-либо из строк из таблицы результатов щелкнуть по кнопке с наименованием соответствующей величины в поле "Величины".

13) Если в перечень измеряемых величин входят: активная составляющая полного сопротивления  $R$ ; реактивная составляющая полного сопротивления  $X$ , индуктивность, то необходимо выбрать схему замещения (последовательную или параллельную), для чего щелкнуть по кнопке  или  в подразделе "Схема замещения" поля "Величины".

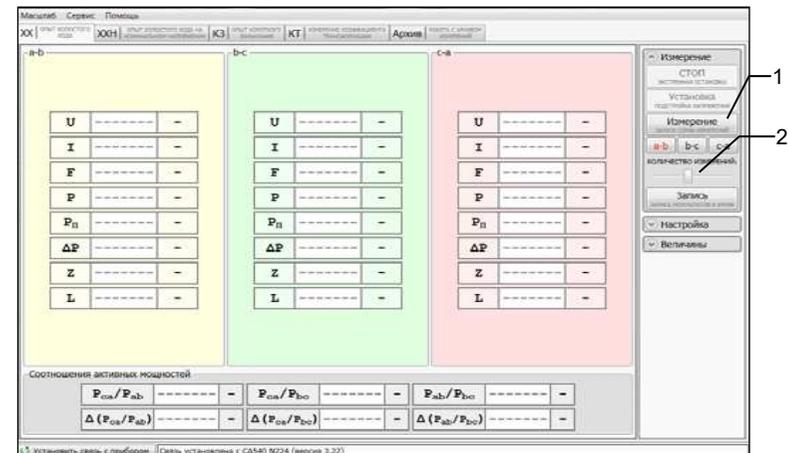


Поле "Величины" развернуто, поля "Измерение", "Настройка" свернуты. В таблице появились три дополнительные строки "I", "Z" и "L".

- 1 – таблица результатов измерений;
- 2 – кнопка разворачивания поля "Измерение";
- 3 – кнопка сворачивания поля "Величины"

Рисунок 7.5

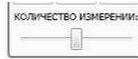
14) Свернуть поле "Величины", для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.5, поз.3) и развернуть поле "Измерение", щелкнув по кнопке  (рисунок 7.5, поз.2).



Поле "Измерение" развернуто, поля "Величины", "Настройка" свернуты  
1 – кнопка запуска процесса измерения;  
2 – регулятор количества накапливаемых результатов измерения

Рисунок 7.6

15) Установить количество накапливаемых результатов измерения N (от 10 до 50), для чего с помощью регулятора выбрать нужное значение (рисунок 7.6, поз.2).



16) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке . На экране в таблицах "a-b", "b-c", "a-c" появятся поочередно результаты измерений, полученные при возбуждении фаз "a" и "b", "b" и "c", "c" и "a" (рисунок 7.7).



1 – кнопка записи результатов в архив

Рисунок 7.7

17) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве для чего следует щелкнуть в поле "Измерение" по кнопке  (рисунок 7.7, поз.1). На экране появится "Окно ввода данных для записи в архив" в котором можно внести или откорректировать данные об объекте измерения (см. раздел 7.5) после чего нажать кнопку .

### 7.1.1.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

Измерения выполняются в три этапа, сначала при возбуждении фаз "a" и "b", затем "b" и "c", "c" и "a". Переключения выполняются вручную.

1) Собрать измерительную цепь при управлении Измерителя от ПК (рисунок 7.8). На рисунке 7.8а показана схема при использовании внешнего источника питания для трансформатора со схемой соединения обмоток НН Δ, а на рисунке 7.8б – для трансформатора со схемой Y<sub>н</sub> (для Z<sub>н</sub> – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Выполнить п.п. 2, 3 раздела 7.1.1.1 (страница 78).

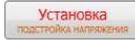
3) Подсоединить к внешнему источнику питания выводы "a" и "b" кабеля КС(ВИ), а выводы "b" и "c" этого кабеля закоротить в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 7.8, а, или закоротить выводы "c" и "n" этого кабеля в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 7.8, б в зависимости от схемы соединения обмоток НН проверяемого трансформатора.

4) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать из выпадающего списка "Внешний", если предполагается использовать нерегулируемый внешний источник, или "Регулятор" для регулируемого источника.

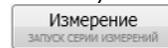
5) Выполнить п.п. 6 – 15 раздела 7.1.1.1 (страницы 80 - 82).

6) В поле "Измерение" выбрать фазы "a" и "b", на которые будет подаваться напряжение возбуждения, для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.9, поз.3).

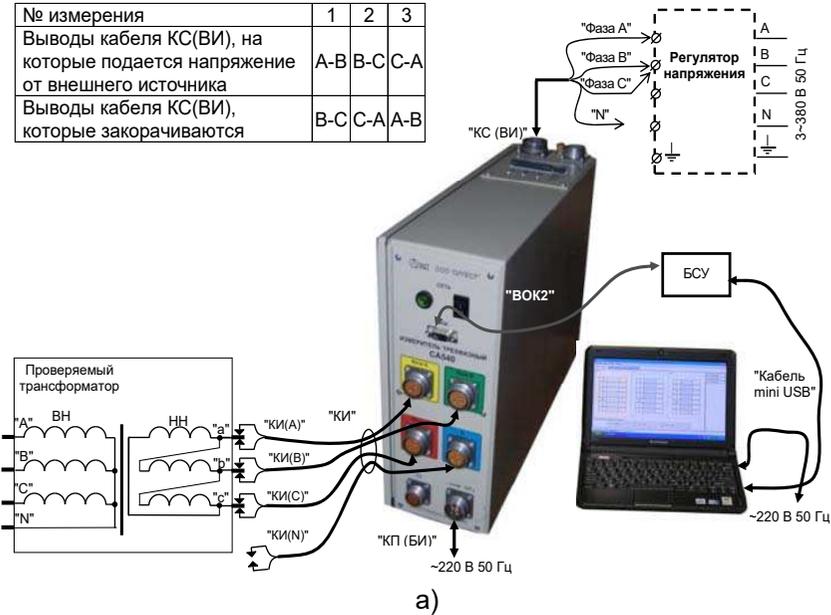
7) Включить внешний источник питания.

8) Включить режим установки напряжения внешнего источника питания, для чего щелкнуть по кнопке  в поле "Измерение" (рисунок 7.9, поз.1).

9) Установить значение выходного напряжения внешнего источника питания равным введенному в поле "Настройка" значению междофазного напряжения, при котором на заводе-изготовителе проводился опыт XX, или значению, которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, регулируя внешний источник питания и наблюдая значение устанавливаемого напряжения на экране компьютера.

10) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.9, поз.2).

№ измерения	1	2	3
Выводы кабеля КС(ВИ), на которые подается напряжение от внешнего источника	A-B	B-C	C-A
Выводы кабеля КС(ВИ), которые закорачиваются	B-C	C-A	A-B



№ измерения	1	2	3
Выводы кабеля КС(ВИ), на которые подается напряжение от внешнего источника	A-B	B-C	B-A
Выводы кабеля КС(ВИ), которые закорачиваются	C-N	A-N	B-N

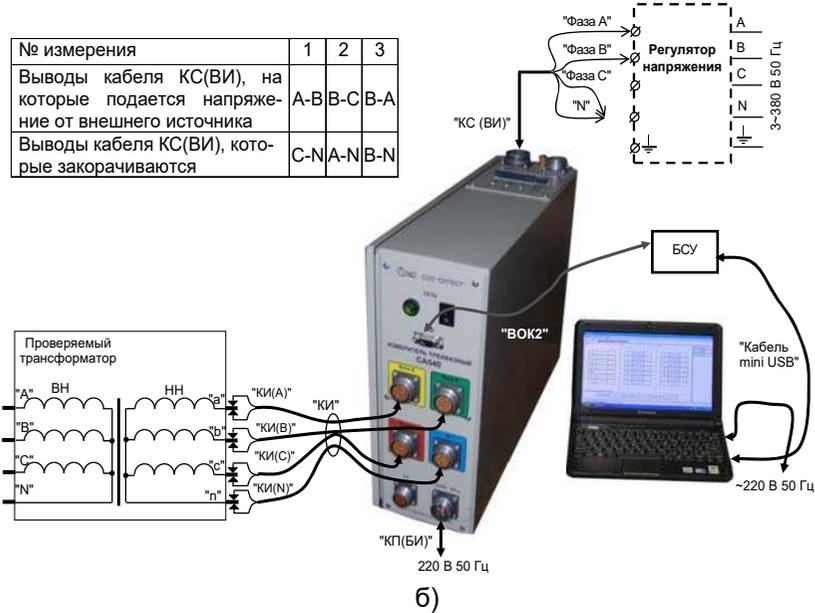
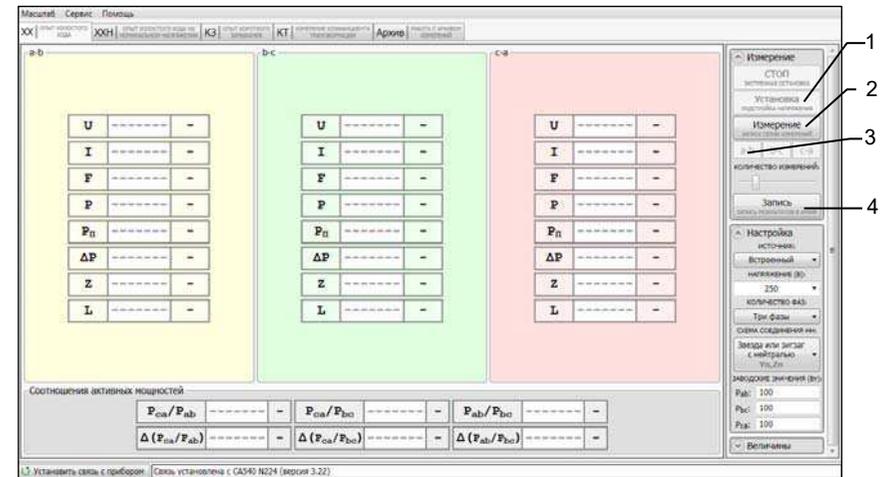


Рисунок 7.8



- 1 – кнопка включения режима установки величины напряжения внешнего источника питания;
- 2 – кнопка запуска процесса измерения;
- 3 – кнопки выбора фаз для возбуждения;
- 4 – кнопка записи результатов в архив

Рисунок 7.9

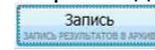
11) Если в п. 4 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений, полученные при возбуждении фаз "a" и "b".

12) Если в п. 4 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно "Сброс напряжения" с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений, полученные при возбуждении фаз "a" и "b".

13) Выключить внешний источник питания.

14) Повторить п.п. 3, 6 -13 для фаз "b" и "c", "c" и "a" в соответствии со вторым и третьим измерениями согласно таблице, приведенной на рисунке 7.8а или на рисунке 7.8б в зависимости от конфигурации проверяемого трансформатора.

15) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве для чего следует щелкнуть в поле "Измерение" по кнопке



(рисунок 7.9, поз.4). На экране появится "Окно ввода данных для записи в архив" в котором можно внести или откорректировать данные об объекте измерения (см. раздел 7.5) после чего



### 7.1.2 Проведение опыта XX для трехфазных трансформаторов со схемой соединения обмоток НН: Y, Z

#### 7.1.2.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Измерения выполняются в три этапа, сначала при закорачивании выводов "В" и "С" обмотки ВН проверяемого трансформатора, затем выводов "С" и "А", "А" и "В"; закорачивание выполняется вручную. Для закорачивания использовать кабель силовой для закорачивания обмоток КСЗ (далее – кабель силовой КСЗ).

1) Собрать измерительную цепь согласно рисунку 7.10.

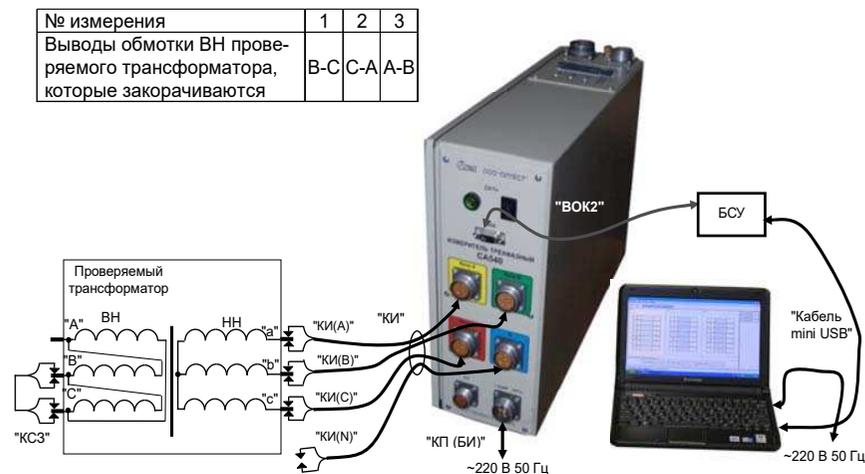


Рисунок 7.10

На рисунке показана измерительная схема при использовании встроенного источника питания для трансформатора со схемой соединения обмоток НН Y (для схемы Z – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Выполнить п.п. 2, 3 раздела 7.1.1.1 (страница 78).

3) Закоротить выводы обмотки ВН "В" и "С" в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 7.10.

4) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать из выпадающего списка "Встроенный".

5) Установить значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение ко-

торое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего в подразделе "Напряжение (В):" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать необходимое значение из выпадающего списка, например, 220 В или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода (рисунок 7.4, поз.2).

6) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Количество фаз" поля "Настройка" (рисунок 7.4) и из выпадающего списка выбрать "Три фазы".

7) Выбрать вариант соединения обмоток НН проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Схема соединения НН:" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) и из выпадающего списка выбрать "Звезда или зигзаг без нейтрали Y, Z".

8) Выполнить п.п. 9 – 15 п. 7.1.1.1 (стр. 80 – 82).

9) Раскрыть поле "Измерение". Выбрать фазы "а" и "b", на которые будет подаваться напряжение возбуждения, для чего щелкнуть по кнопке **a-b** (рисунок 7.9, поз.3).

10) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке **Измерение** (рисунок 7.9, поз.1). На экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений, полученные при возбуждении фаз "а" и "b" при использовании встроенного источника питания.

11) Повторить п.п. 3, 9 и 10 данного пункта для фаз "b" и "с", "с" и "а" в соответствии со вторым и третьим измерениями таблицы, приведенной на рисунке 7.10.

12) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

#### 7.1.2.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

Измерения выполняются в три этапа, в соответствии с таблицей, приведенной на рисунке 7.11, при этом подключения и закорачивания выполняются вручную. Для закорачивания использовать кабель силовой КСЗ.

1) Собрать измерительную схему согласно рисунку 7.11.

На рисунке показана схема при использовании внешнего источника питания для трансформатора со схемой соединения обмоток НН Y (для схемы Z – аналогично).

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

№ измерения	1	2	3
Выводы кабеля КС(ВИ), на которые подается напряжение от внешнего источника	A-B	B-C	C-A
Выводы обмотки ВН проверяемого трансформатора, которые закорачиваются	B-C	C-A	A-B

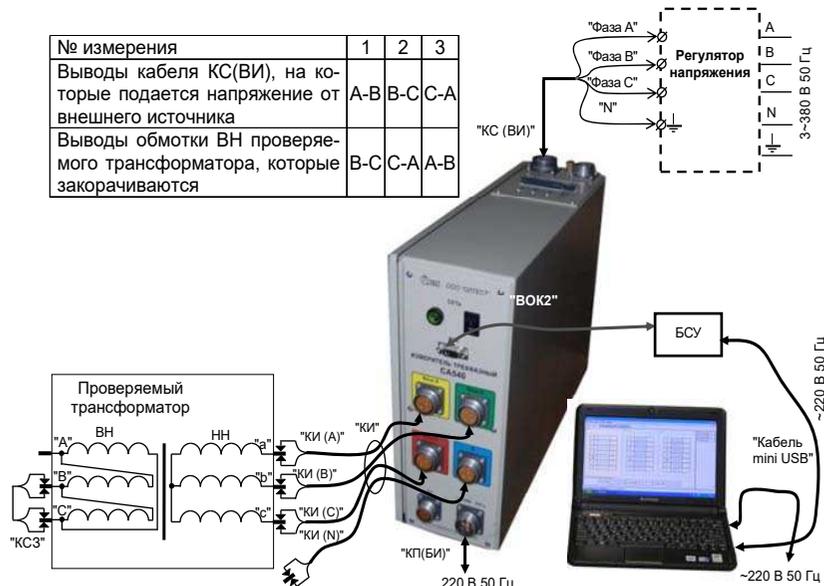


Рисунок 7.11

- 2) Выполнить п.п. 2, 3 раздела 7.1.1.1 (страница 78).
- 3) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенный на передней панели Блока измерительного, в положение "I".
- 4) Подсоединить к внешнему источнику питания выводы "Фаза А" и "Фаза В" кабеля КС(ВИ) в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 7.11.
- 5) Закоротить выводы обмотки ВН "В" и "С" в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы, приведенной на рисунке 7.11.
- 6) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать из выпадающего списка "Внешний" (при использовании нерегулируемого источника) или "Регулятор" (при использовании источника с плавной регулировкой напряжения).
- 7) Установить значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего в подразделе "Напряжение (В):" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать необходимое значение из выпадающего списка, например, 220 В или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода (рисунок 7.4, поз.2).

- 8) Выбрать вариант соединения обмоток низшего напряжения (далее – НН) проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Схема соединения НН:" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) и из выпадающего списка выбрать "Звезда или зигзаг без нейтрали Y, Z".
- 9) Выполнить п.п. 9 – 15 раздела 7.1.1.1 (страницы 80 – 82).
- 10) Включить внешний источник питания.
- 11) В поле "Измерение" выбрать фазы "a" и "b", на которые будет подаваться напряжение возбуждения, для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.9, поз.3).
- 12) Включить внешний источник.
- 13) Включить режим установки напряжения внешнего источника, для чего щелкнуть по кнопке  в поле "Измерение" (рисунок 7.9, поз.1).
- 14) Установить значение выходного напряжения внешнего источника питания равным значению, введенному в поле "Настройка" (значение междуфазного напряжения при котором на заводе-изготовителе проводился опыт XX, или значению которое было получено при проведении предыдущего опыта XX), регулируя внешний источник питания и наблюдая значение устанавливаемого напряжения на экране компьютера.
- 15) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.9, поз. 2).
- 16) Если в п. 6 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений, полученные при возбуждении фаз "a" и "b" (первое измерение).
- 17) Если в п. 6 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений, полученные при возбуждении фаз "a" и "b".
- 18) Выключить внешний источник питания.
- 19) Повторить п.п. 4, 5, 10 -18 для фаз "b" и "с", "с" и "а" в соответствии со вторым и третьим измерениями таблицы, приведенной на рисунке 7.11.
- 20) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

### 7.1.3 Проведение опыта XX для однофазных трансформаторов

#### 7.1.3.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован.

- 1) Собрать измерительную схему согласно рисунку 7.12.

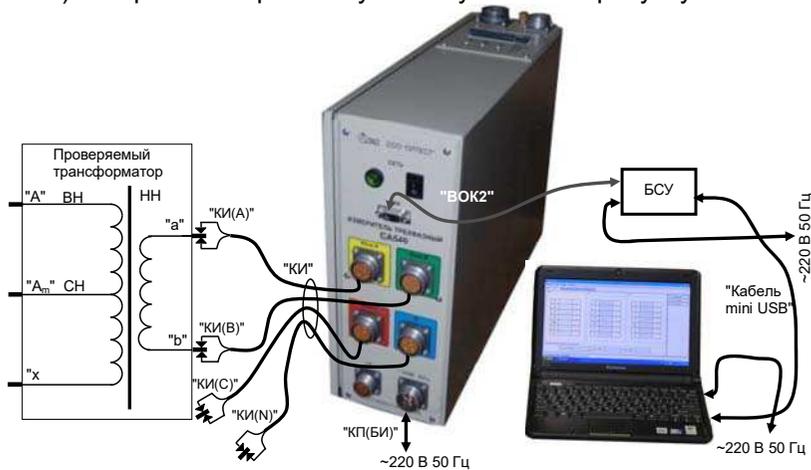


Рисунок 7.12

- 2) Выполнить п.п. 2 – 5 раздела 7.1.1.1 (страница 78).

3) Установить значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего в подразделе "Напряжение (В):" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать необходимое значение из выпадающего списка или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода (рисунок 7.4, поз.2).

4) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Количество фаз" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) и из выпадающего списка выбрать "Одна фаза".

- 5) Выполнить п.п. 9-15 раздела 7.1.1.1 (страницы 80 – 82).

- 6) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке

Измерение  
ЗАПУСК СЕРИИ ИЗМЕРЕНИЙ

(рисунок 7.9, поз.1). На экране в таблице "a-b" появятся результаты измерения.

- 7) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

### 7.1.3.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован.

- 1) Собрать измерительную схему согласно рисунку 7.13.

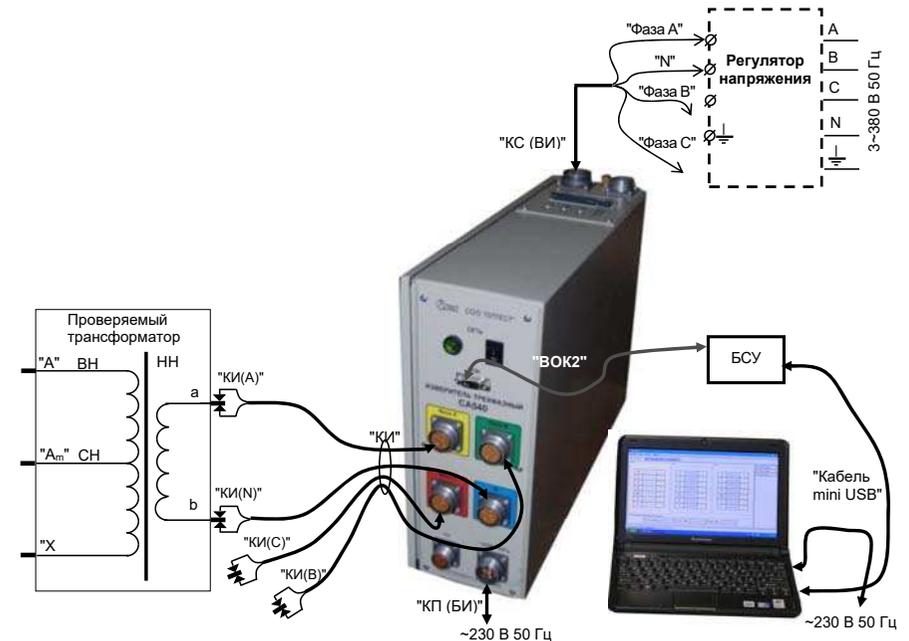


Рисунок 7.13

- 2) Выполнить п.п. 2, 3 раздела 7.1.1.1 (страница 78).

3) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I"

4) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) и выбрать из выпадающего списка "Внешний" (при использовании нерегулируемого источника) или "Регулятор" (при использовании источника с плавной регулировкой напряжения).

5) Установить значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение, которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего в подразделе "Напряжение (В):" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать необходимое значение из выпадающего списка или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода (рисунок 7.4, поз.2).

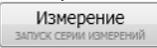
6) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Количество фаз" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) и из выпадающего списка выбрать "Одна фаза".

7) Выполнить п.п. 9 -15 раздела 7.1.1.1 (страницы 80 – 82).

8) Включить внешний источник.

9) Включить режим установки напряжения внешнего источника, для чего щелкнуть по кнопке  в поле "Измерение" (рисунок 7.9, поз.1).

10) Установить значение выходного напряжения внешнего источника питания равным заданному в п. 5 (значению междуфазного напряжения, при котором на заводе-изготовителе проводился опыт XX, или значению, которое было получено при проведении предыдущего опыта XX), регулируя внешний источник питания и наблюдая значение устанавливаемого напряжения на экране компьютера.

11) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.9, поз.1).

12) Если в п. 4 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений.

13) Если в п. 4 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране в таблице "a-b" появятся результаты измерений.

14) Выключить внешний источник питания.

15) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

## 7.2 Измерения при проведении опыта холостого хода на номинальном напряжении

В качестве внешнего источника может быть использован источник с нерегулируемым выходным напряжением или источник с возможностью регулировки выходного напряжения питания.

Измерения не требуют дополнительных переключений.

1) Собрать измерительную цепь согласно одному из рисунков 7.14, 7.15 или 7.16 в зависимости конфигурации проверяемого трансформатора.

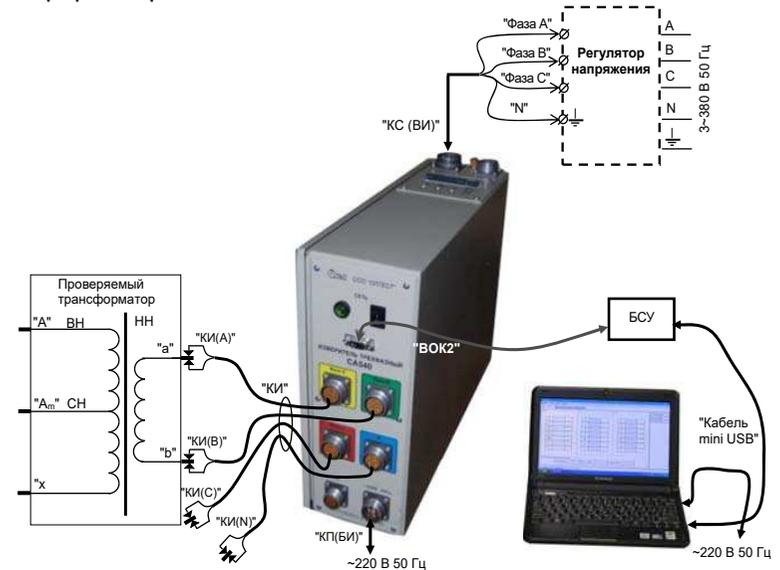


Рисунок 7.14

На рисунке 7.14 показана схема для однофазного трансформатора, на рисунке 7.15 – для трехфазного трансформатора со схемой обмоток НН Ун (для схемы обмоток Zn – аналогично), на рисунке 7.16 – для трехфазного трансформатора со схемой обмоток НН - Δ,

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на БСУ, в положение "I".

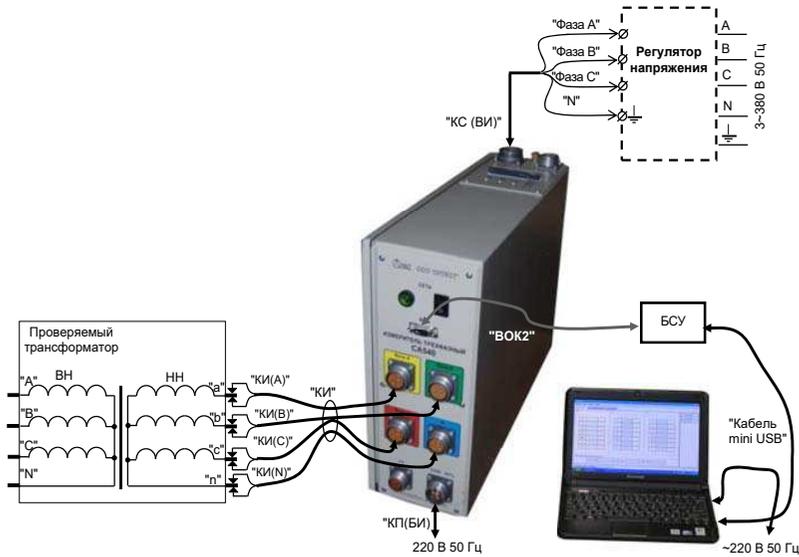


Рисунок 7.15

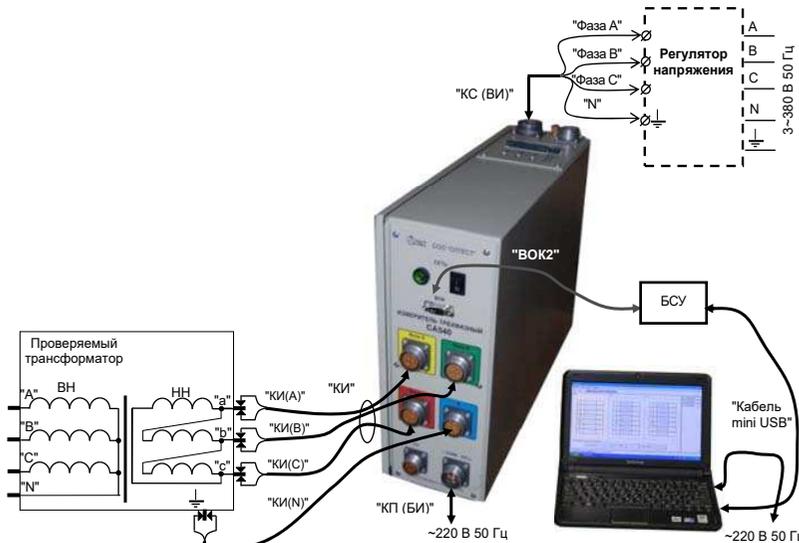
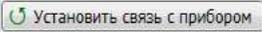
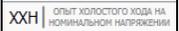


Рисунок 7.16

3) Включить компьютер<sup>5</sup> и запустить программу "CA540 ЭТЛ", сделав двойной щелчок на ярлыке , который размещен на Рабочем столе ПК. На экране ПК появится один из вариантов окна программы (рисунок 7.2, 7.3 или 7.4). Окно будет открыто на той вкладке, которая использовалась в предыдущем сеансе.

Установить связь ПК с Измерителем, щелкнув по кнопке  в нижней части экрана (рисунок 7.2, поз.7).

4) Перейти на вкладку , для чего щелкнуть по ней (рисунок 7.17)

5) Установить связь ПК с Измерителем, щелкнув по кнопке  в нижней части экрана.



Рисунок 7.17

6) Развернуть поле "Настройка", для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.17).

7) Выбрать вариант источника питания, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Источник:" поля "Настройка" (рисунок 7.18) и выбрать из выпадающего списка "Внешний" (при использовании нерегулируемого источника) или "Регулятор" (при использовании источника с плавной регулировкой напряжения).

<sup>5</sup> Если предполагается использование персонального компьютера, не входящего в комплект поставки Измерителя, то на него необходимо установить специальное программное обеспечение, размещенное на инсталляционном диске, входящем в комплект (раздел 8).

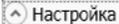


Рисунок 7.18

8) Установить значение междуфазного напряжения, при котором опыт XX проводился на заводе-изготовителе, или значение которое было получено при проведении предыдущего опыта XX, для чего в подразделе "НОМИН. НАПРЯЖЕНИЕ (В):" в поле "Настройка" (рисунок 7.18) выбрать необходимое значение из выпадающего списка (400 или 230 В) или ввести иное значение в поле ввода.

9) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "КОЛИЧЕСТВО ФАЗ" в поле "Настройка" (рисунок 7.18) и из выпадающего списка выбрать "Одна фаза" или "Три фазы".

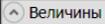
10) При проверке трехфазного трансформатора выбрать порядок проведения измерений, для чего в подразделе "ОЧЕРЕДНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ:" из выпадающего списка выбрать "Последовательно" или "Параллельно".

11) Свернуть поле "Настройка", для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.18).

12) Развернуть поле "Величины", для чего щелкнуть по кнопке  (рисунок 7.18).

13) Откорректировать при необходимости список выводимых при измерении величин согласно п.п. 12 п. 7.1.1.1 (стр. 80)..

14) Если в перечень измеряемых величин входят: активная составляющая полного сопротивления R; реактивная составляющая полного сопротивления X, индуктивность, то необходимо выбрать схему замещения (последовательную или параллельную), для чего щелкнуть по кнопке  или  в подразделе "Схема замещения" поля "Величины".

15) Свернуть поле "Величины", для чего щелкнуть по кнопке .

16) Развернуть поле "Измерение", щелкнув по кнопке  (рисунок 7.18).



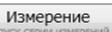
Рисунок 7.19

17) Установить количество накапливаемых результатов измерения N (от 10 до 50), для чего с помощью регулятора  выбрать нужное значение.

18) Включить внешний источник.

19) Включить режим установки напряжения внешнего источника, для чего щелкнуть по кнопке  в поле "Измерение".

20) Установить значение выходного напряжения внешнего источника питания равным заданному в п. 8, наблюдая значение устанавливаемого напряжения на экране компьютера.

21) Выполнить измерение, щелкнув по кнопке .

22) Если в п. 7 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране появятся результаты измерений.

23) Если в п. 7 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появятся результаты измерений.

24) Выключить внешний источник питания.

25) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

### 7.3 Измерения при проведении опыта короткого замыкания

Питание измерительной цепи при проведении опыта короткого замыкания осуществляется от внешнего источника переменного тока номинальной частоты, величина тока которого не превышает 50 А. Закорачивание обмотки НН выполняется кабелем силовым КСЗ.

Процесс измерения полностью автоматизирован.

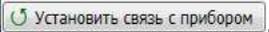
При проверке трехфазного трансформатора напряжение одновременно подается на все три фазы. Измерение выполняется пофазно, переключение между фазами осуществляется автоматически.

1) Собрать схему согласно рисунку 7.20. На рисунке 7.20 а для примера показана измерительные схемы для однофазного, на рисунке 7.20 б – для трехфазного двухобмоточного трансформатора.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатель "СЕТЬ", размещенный на передней панели Блока измерительного, в положение "I".

3) Включить компьютер и запустить программу "CA540 ЭТЛ",

сделав двойной щелчок на ярлыке , который размещен на Рабочем столе ПК. На экране ПК появится один из вариантов окна программы (рисунок 7.2, 7.3 или 7.4). Установить связь ПК с Измерителем, нажав на кнопку .

4) Перейти на вкладку , для чего щелкнуть по ней. Развернуть поле "Настройка" (рисунок 7.21), щелкнув по кнопке  Настройка

5) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" в поле "Настройка" (рисунок 7.21) раскрыть выпадающий список и выбрать из него "Внешний" (при использовании нерегулируемого источника) или "Регулятор" (при использовании источника с плавной регулировкой напряжения).

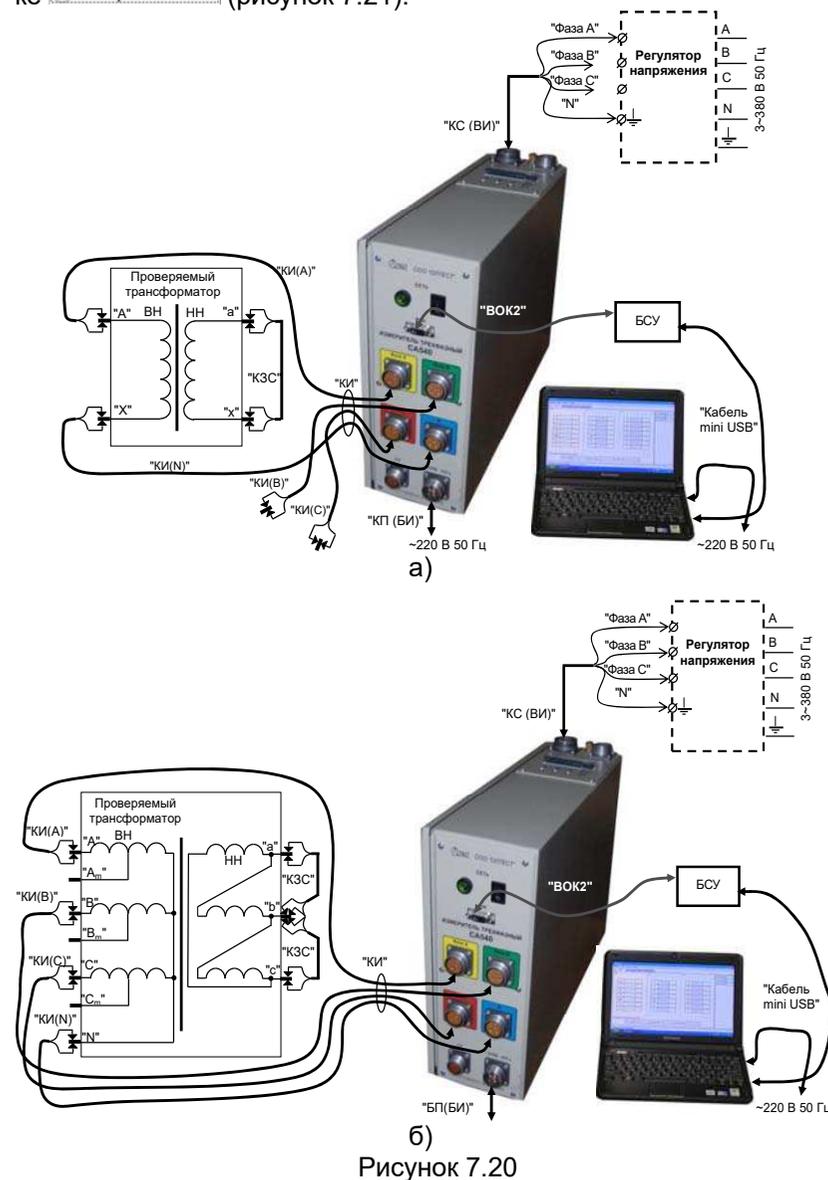
6) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Количество фаз" в поле "Настройка" и из выпадающего списка выбрать, например, "Три фазы".

7) Ввести базовые значения сопротивления короткого замыкания  $Z_A, Z_B, Z_C$  (для однофазного трансформатора –  $Z_A$ ) или значения, полученные при проведении предыдущего опыта короткого замыкания (далее – КЗ), для чего, предварительно щелкнув в соответствующей строке поля "Базовые значения, Ом" (рисунок 7.21), ввести значения с помощью клавиатуры.

8) Выбрать один из вариантов порядка проведения измерений: "Последовательно" (при этом сначала будут выполнены все N-измерений для фазы А, затем N-измерений для фазы В и потом фазы С, причем N – количество накапливаемых измерений) или "Параллельно" (при этом все N-измерений будут выполняться од-

новременно для всех фаз), для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Очередность измерений" в поле "Настройка" и из выпадающего списка выбрать нужный вариант (рисунок 7.21).

9) Свернуть поле "Настройка", для чего щелкнуть по кнопке  Настройка (рисунок 7.21).



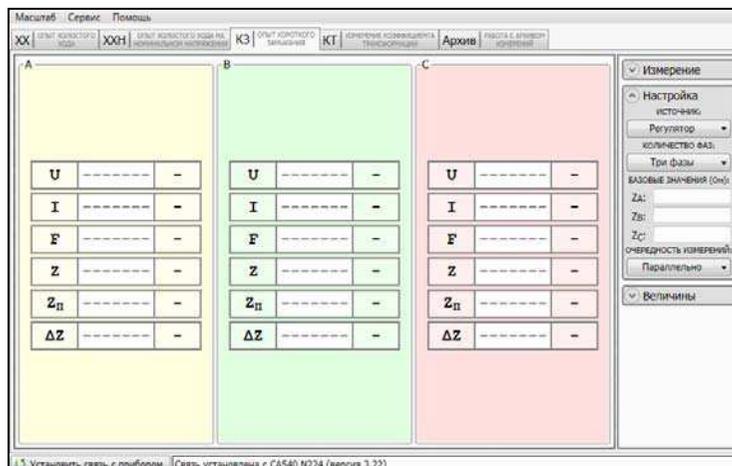


Рисунок 7.21

10) Развернуть поле "Величины" (рисунок 7.22), для чего щелкнуть по кнопке  Величины.

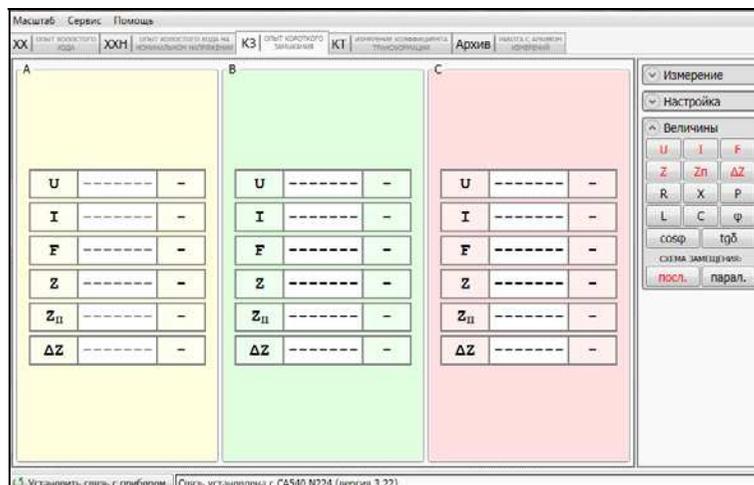


Рисунок 7.22

11) Если необходимо откорректировать список измеряемых величин, выполнить указания п.п. 12 п. 7.1.1.1 (стр. 81).

12) Если в перечень измеряемых величин входят: активная составляющая полного сопротивления R; реактивная составляющая

полного сопротивления X, индуктивность, то необходимо выбрать схему замещения (последовательную или параллельную), для чего щелкнуть по кнопке  или  в подразделе "Величины" в поле "Схема замещения".

13) Свернуть поле "Величины", для чего щелкнуть по кнопке  Величины и развернуть поле "Измерение" (рисунок 7.23), для чего щелкнуть по кнопке  Измерение.

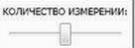


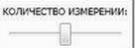
Рисунок 7.23

14) Включить внешний источник питания.

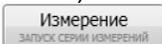
15) Включить режим установки напряжения внешнего источника питания, для чего щелкнуть по кнопке  в поле "Измерение" (рисунок 7.23).

16) Установить значение выходного напряжения внешнего источника питания равным заводскому значению напряжения при проведении опыта К3 или значению, полученному при проведении предыдущего опыта К3, регулируя выходное напряжение внешнего источника питания и наблюдая значение напряжения на экране ПК.

17) Установить количество накапливаемых результатов измерения N, для чего с помощью регулятора  выбрать нужное значение (рисунок 7.23).

КОЛИЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ: 

18) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке



19) Если в п. 5 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране в таблицах "А", "В", "С" при проверке трехфазного трансформатора (рисунок 7.24) или в таблице "А" при проверке однофазного трансформатора появятся результаты измерений.

20) Если в п. 5 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появятся результаты измерений.

21) Выключить внешний источник питания.

22) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

Таблица А			Таблица В			Таблица С		
U	220,0	В	U	220,0	В	U	220,0	В
I	1,664	А	I	1,662	А	I	11,00	А
F	50,00	Гц	F	50,00	Гц	F	50,00	Гц
Z	132,20	Ом	Z	132,41	Ом	Z	19,997	Ом
Z <sub>ц</sub>	132,20	Ом	Z <sub>ц</sub>	132,42	Ом	Z <sub>ц</sub>	19,997	Ом
ΔZ	540,9	%	ΔZ	542,0	%	ΔZ	-0,008	%
R	124,23	Ом	R	124,43	Ом	R	18,792	Ом
X	45,211	Ом	X	45,288	Ом	X	6,8387	Ом

Рисунок 7.24

#### 7.4 Измерения при определении отношения напряжений (коэффициента трансформации)

Питание измерительной цепи при определении отношения напряжений (коэффициента трансформации) может осуществляться от встроенного трехфазного источника питания или от внешнего источника.

Встроенный трехфазный источник обеспечивает питание измерительной цепи током, значение которого не превышает 0,15 А. Если при измерении Измерителем характеристик проверяемого трансформатора было получено сообщение "Превышен ток встроенного источника.", то измерение следует выполнять при использовании внешнего источника.

##### 7.4.1 Измерения при использовании встроенного источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован.

При проверке трехфазного трансформатора напряжение одновременно подается на все три фазы, а измерение выполняется пофазно, переключение между фазами осуществляется автоматически.

1) Собрать схему согласно рисунку 7.25. На рисунке 7.25а для примера показана измерительная схема для однофазного, на рисунке 7.25 б – для трехфазного двухобмоточного трансформатора.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Установить выключатель "СЕТЬ", размещенный на передней панели Блока измерительного, положение "I".

3) Включить компьютер и запустить программу "CA540 ЭТЛ", сделав двойной щелчок на ярлыке , который размещен на Рабочем столе ПК. На экране ПК появится один из вариантов окна программы (рисунок 7.2, 7.3 или 7.5).

Установить связь ПК с Измерителем, нажав на кнопку

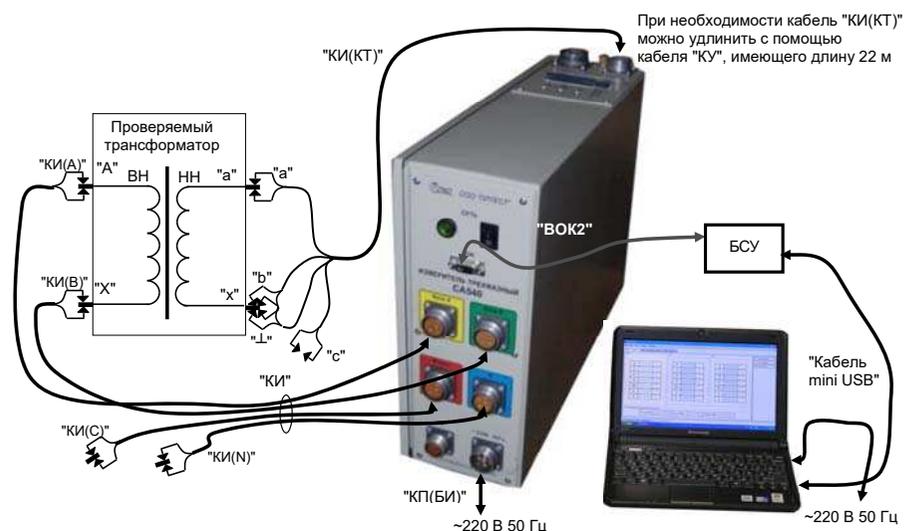


4) Перейти на вкладку , для чего щелкнуть по ней. Развернуть поля "Настройка", "Величины", "Измерение", для чего щелкнуть по кнопкам , ,  (рисунок 7.26).

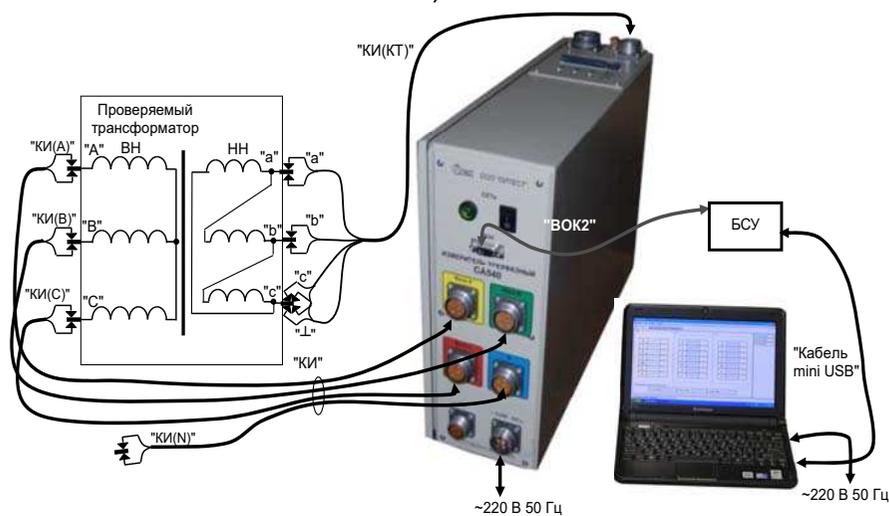
5) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" в поле "Настройка" (рисунок 7.26) выбрать из выпадающего списка "Встроенный".

6) Установить значение междуфазного напряжения, при котором требуется провести измерение коэффициента трансформации, или значение, которое было получено при предыдущем измерении

КТ, для чего в подразделе "Напряжение (В):" в поле "Настройка" (рисунок 7.4) выбрать необходимое значение из выпадающего списка, например, 380 В или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода.



а)



б)

Рисунок 7.25

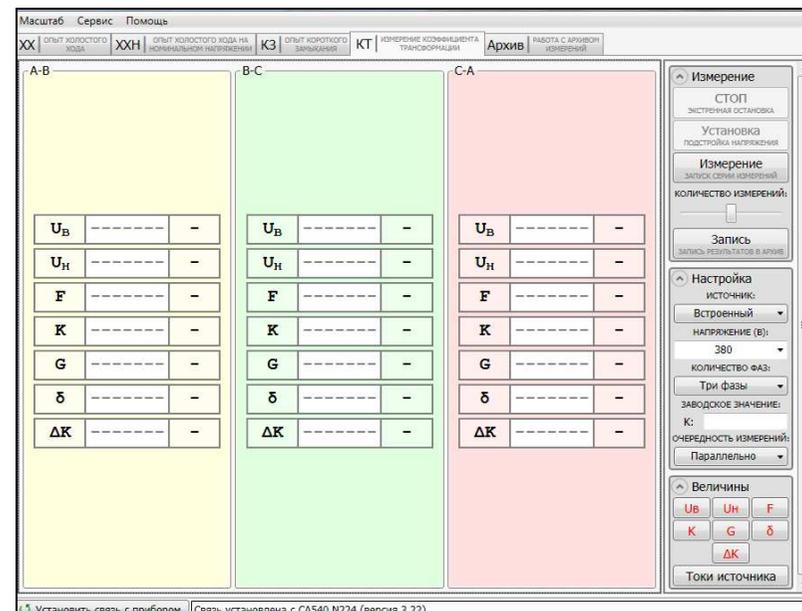


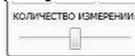
Рисунок 7.26

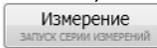
7) Установить количество фаз проверяемого трансформатора, для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Количество фаз" в поле "Настройка" (рисунок 7.19) и из выпадающего списка выбрать, например, "Три фазы".

8) Для трехфазного трансформатора выбрать порядок проведения измерений: "Последовательно" или "Параллельно" (подробности в 7.2, п.7), для чего щелкнуть по кнопке в подразделе "Очередность измерений" в поле "Настройка" и из выпадающего списка выбрать нужный вариант (рисунок 7.26).

9) Ввести заводское значение коэффициента трансформации проверяемого трансформатора, для чего, предварительно щелкнув в строке "Заводские значения", ввести значение К (рисунок 7.26).

10) Если необходимо откорректировать список измеряемых величин, выполнить указания п.п. 12 п. 7.1.1.1 (стр. 81).

11) В поле "Измерение" установить количество накапливаемых результатов измерения N, для чего с помощью регулятора  выбрать нужное значение (рисунок 7.26).

12) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке . На экране в таблицах "А-В", "В-С", "С-А" (при проверке однофазного трансформатора – в таблице "А-В") появятся результаты измерений (рисунок 7.27).

13) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

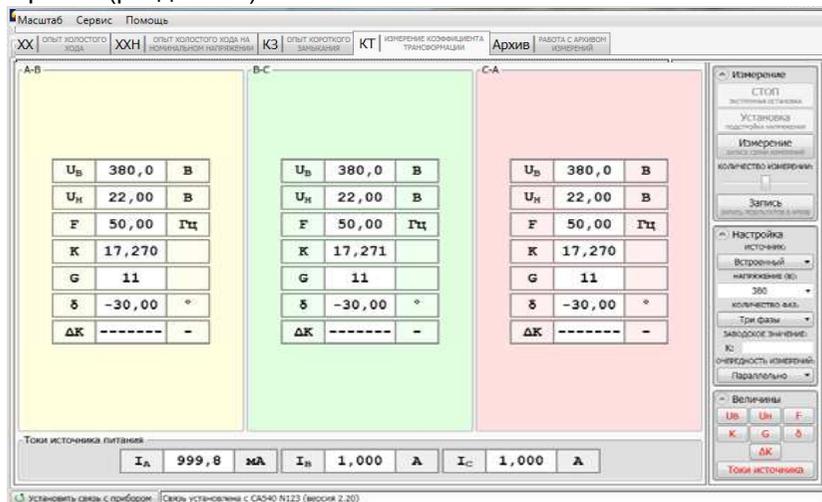


Рисунок 7.27

#### 7.4.2 Измерения при использовании внешнего источника питания

Процесс измерения полностью автоматизирован. При проверке трехфазного трансформатора напряжение одно- временно подается на все три фазы. Измерение выполняется пофазно, переключение между фазами осуществляется автоматически.

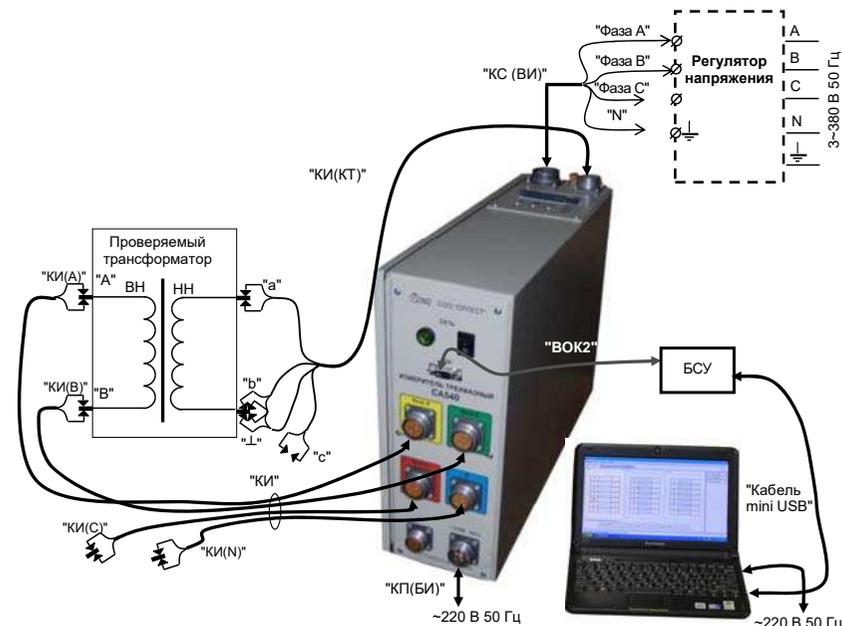
1) Собрать схему согласно рисунку 7.28. б) при управлении Измерителя от ПК. На рисунке 7.28а для примера показана измерительная схема для однофазного двухобмоточного трансформатора, на рисунке 7.28б – для трехфазного.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

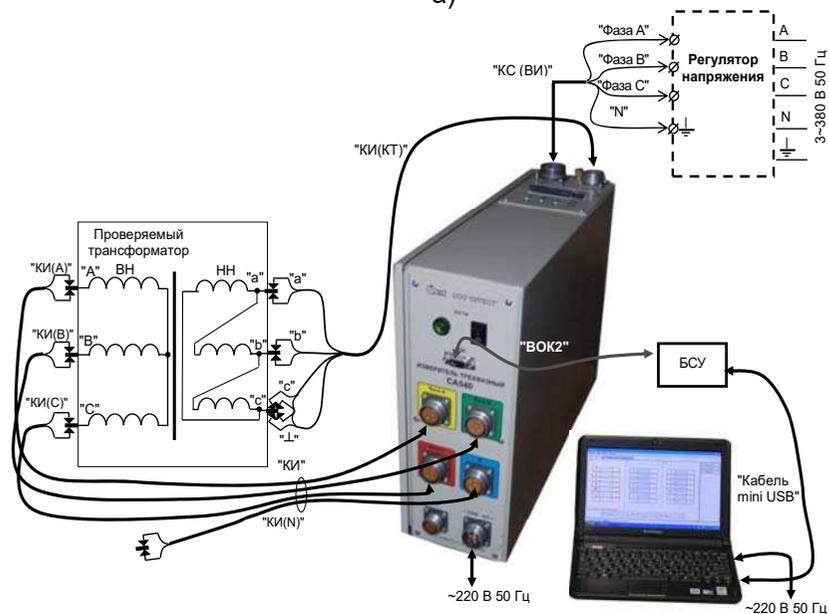
2) Выполнить п.п. 2 - 4 раздела 7.4.1 (страница 104).

3) Выбрать вариант источника питания, для чего в подразделе "Источник:" поля "Настройка" (рисунок 7.26) раскрыть выпадающий список и выбрать из него "Внешний" (при использовании нерегулируемого источника) или "Регулятор" (при использовании источника с плавной регулировкой напряжения).

4) Установить значение междуфазного напряжения, при котором требуется провести измерение коэффициента трансформации, или значение, которое было получено при выполнении предыдущего измерения КТ, для чего в подразделе "Напряжение КТ:" поля "Настройка" (рисунок 7.26) выбрать необходимое значение из выпадающего списка, или ввести его, предварительно щелкнув в поле ввода.



а)



б)

Рисунок 7.28

- 5) Выполнить п.п. 7-11 раздела 7.4.1 (страница 106).
- 6) Включить внешний источник.
- 7) Включить режим установки напряжения внешнего источника, для

чего щелкнуть по кнопке  в поле "Измерение".

8) Установить значение выходного напряжения внешнего источника питания, введенное в п. 4, регулируя внешний источник питания и наблюдая значение устанавливаемого напряжения на экране компьютера.

- 9) Выполнить измерение, для чего щелкнуть по кнопке



10) Если в п. 3 данного раздела выбран "Внешний" (нерегулируемый) источник, после завершения измерения на экране в таблицах "А-В", "В-С", "С-А" при проверке трехфазного трансформатора (рисунок 7.27) или в таблице "А-В" при проверке однофазного трансформатора появятся результаты измерений.

11) Если в п. 3 выбран "Регулятор", то после завершения измерения на экране появится окно «Сброс напряжения» с требованием снять напряжение на выходе внешнего источника. Ручкой регулятора плавно снизить напряжение источника до нуля, после чего на экране появятся результаты измерений.

- 12) Выключить внешний источник питания.

18) При желании результаты измерения могут быть сохранены в архиве (раздел 7.5).

### 7.5 Сохранение результатов измерений в архиве

Все результаты измерений Измерителя при управлении от ПК могут быть сохранены в архиве. Записи результатов измерений могут идентифицироваться по названию объекта, а также по дате и времени измерения.

При желании сохраненные записи могут быть экспортированы в программу Excel, где будет создан файл, на основе которого можно подготовить Протокол измерений.

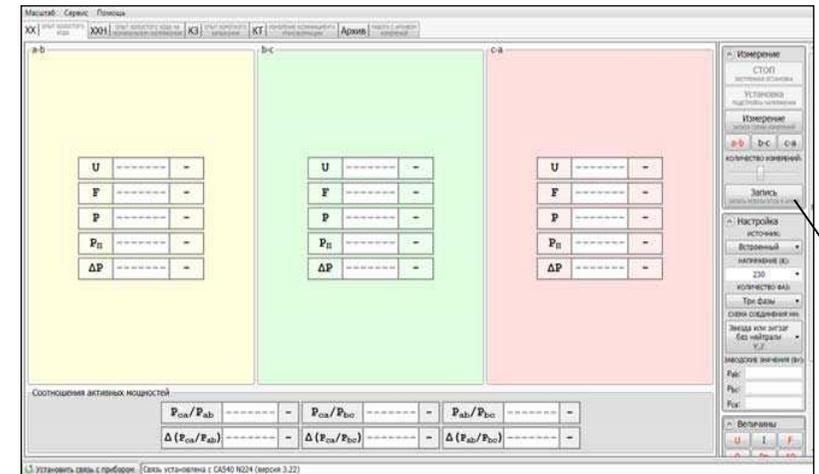
#### 7.5.1 Запись результатов измерений в архив

- 1) Выполнить измерения в соответствии с указаниями одного из разделов 7.1 - 7.4.

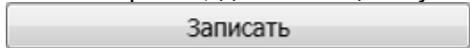
2) Начать запись результатов измерения в архив, для чего щелкнуть в поле "Измерение" по кнопке  (рисунок 7.29, поз.1), на экране появится окно "Ввод данных для записи в архив" (рисунок 7.30).

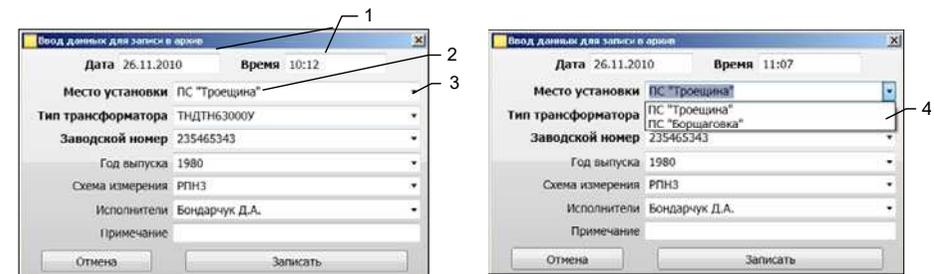
3) Ввести данные о проверяемом трансформаторе, для чего щелкнуть в поле ввода в какой-либо строке и ввести данные с помощью клавиатуры или щелкнуть по кнопке (рисунок 7.30, поз.3) и

выбрать необходимую запись из выпадающего списка. Таким образом заполнить остальные поля.



1 – кнопка "Запись"  
Рисунок 7.29

4) Сохранить результаты измерения, для чего щелкнуть в окне (рисунок 7.30) по кнопке 



а) б)

- 1 – поля даты и времени (данные в них устанавливаются автоматически);
- 2 – поле ввода данных с помощью клавиатуры;
- 3 – кнопка разворачивания выпадающего списка;
- 4 – список "Место установки" развернут.

Рисунок 7.30

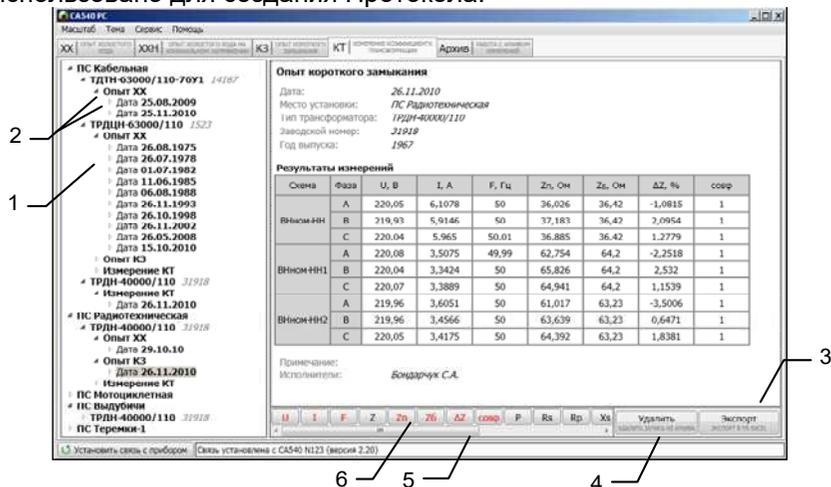
7.5.2 Просмотр результатов измерений, сохраненных в архиве

1) Для просмотра архива щелкнуть по вкладке **Архив** РАБОТА С АРХИВОМ ИЗМЕРЕНИЙ (рисунки 7.29), на экране появится окно (рисунок 7.31)

2) Выбрать нужную запись, для чего с помощью кнопок (рисунок 7.31, поз.2) развернуть дерево архива и щелкнуть по нужной записи. На экране появится таблица с результатами измерения. Если требуется отобразить другие результаты измерения, то следует щелкнуть по кнопкам с соответствующими наименованиями величин (рисунок 7.31, поз.6), при необходимости можно воспользоваться полосой прокрутки (рисунок 7.31, поз.5).

3) Если необходимо удалить запись из архива, то необходимо выделить на дереве архива ее заголовок, например, "Дата 15.10.2010", щелкнув по ней, а затем щелкнуть по кнопке **Удалить** УДАЛИТЬ ЗАПИСЬ ИЗ АРХИВА.

Для экспорта результатов измерения в программу Microsoft Excel щелкнуть по кнопке **Экспорт** ЭКСПОРТ В MS EXCEL, откроется программа Excel и в ней один из файлов Result\_XX\_1.xls или Result\_KZ\_1.xls или Result\_KT\_1.xls в зависимости от того результаты какого опыта экспортируются. Содержимое файла будет дублировать результаты измерения, отображаемые на экране Измерителя, и может быть использовано для создания Протокола.



- 1 – дерево архива;
- 2 – кнопки разворачивания-сворачивания дерева архива;
- 3 – кнопка для включения режима экспорта в Excel;
- 4 – кнопка для удаления записей из архива;
- 5 – полоса прокрутки кнопок (поз.6);
- 6 – кнопки включения дополнительных результатов измерений в таблицу

Рисунок 7.31

8 УСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ НА ПК

Перед первым подключением Измерителя к ПК, не входящего в комплект поставки Измерителя, на компьютер должны быть установлены следующие программы:

- "CA540 ЭТЛ", обеспечивающая управление Измерителем с помощью ПК, и драйвер Блока сопряжения универсального;
- "CA540 Archive", обеспечивающая работу с архивом блока управления Измерителя, если предполагается работа с Блоком управления.

Эти программы размещаются на инсталляционном диске в соответствующих папках.

8.1 Установка программы "CA540 ЭТЛ" для управления Измерителем трехфазным CA540

1) Включите ПК и начатъ установку программы "CA540 ЭТЛ", для чего из папки "CA540 ЭТЛ", размещенной на инсталляционном диске, входящем в комплект поставки, запустить исполняемый файл **setup\_CA540\_ETL\_xxx.exe** (xxx – версия программы). На экране появится окно мастера установки CA540 ЭТЛ (рисунок 8.1).

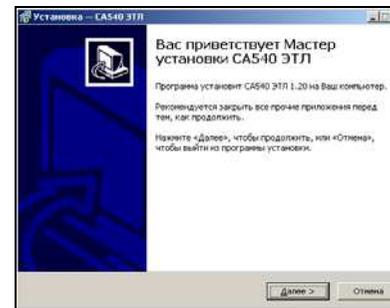


Рисунок 8.1

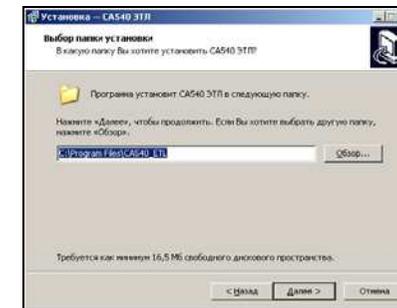


Рисунок 8.2

2) Определить место размещения ПО, для чего в окне (рисунок 8.2) следует либо согласиться с предлагаемой по умолчанию папкой C:\Program Files\CA540\_ETL, либо выбрать другой вариант, щелкнув по кнопке **Обзор**. Для продолжения выполнения установки программы щелкнуть по кнопке **Далее**.

3) Определить место размещения ярлыков программы в меню "Пуск", для чего в окне (рисунок 8.3) следует либо согласиться с предлагаемой по умолчанию папкой, либо выбрать другой вариант, щелкнув по кнопке **Обзор**. Для продолжения выполнения установки программы щелкнуть по кнопке **Далее**.

4) На экране появится окно (рисунок 8.4). Сделать установку, как показано на рисунке, либо отказаться от создания значка на Рабочем столе, затем щелкнуть по кнопке **Далее**.

5) На экране появится окно (рисунок 8.5). Для продолжения нажмите **Установить**. На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса установки программы (рисунок 8.6).

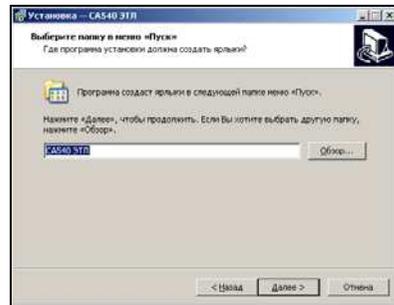


Рисунок 8.3

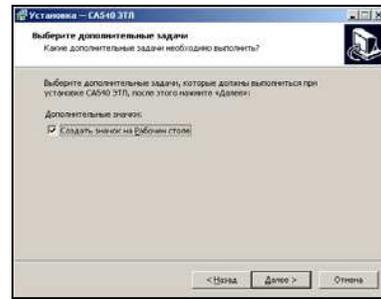


Рисунок 8.4

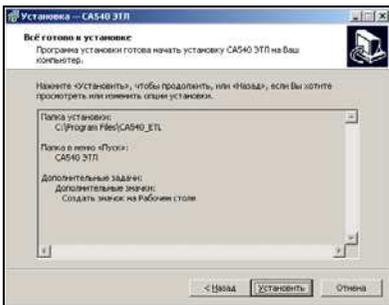


Рисунок 8.5

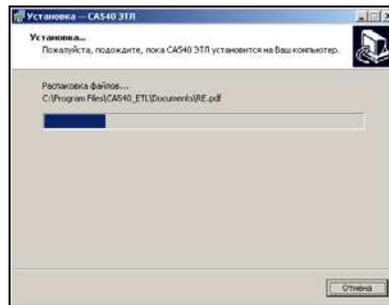


Рисунок 8.6

6) На экране появится окно (рисунок 8.7). Для завершения установки программы щелкнуть по кнопке **Завершить**, на Рабочем столе появится ярлык "CA540 ЭТЛ".

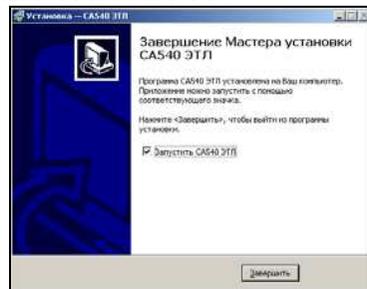


Рисунок 8.7

## 8.2 Установка драйвера Блока сопряжения универсального

1) Собрать схему (рисунок 8.8). Установить на БСУ выключатель в положение "I".



Рисунок 8.8

2) После включения ПК на экране появится сообщение, а затем окно программы установки нового оборудования (рисунок 8.9).

3) Установить драйвер Блока сопряжения универсального, для чего в окне (рисунок 8.9) щелкнуть в поле "Установка из указанного места", а затем по кнопке **Далее >**. На экране появится окно (рисунок 8.10). Щелкнуть по кнопке **Обзор** и выбрать папку C:\Program Files\CA540 ETL\Driver.

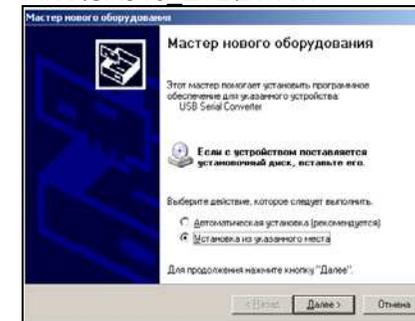


Рисунок 8.9

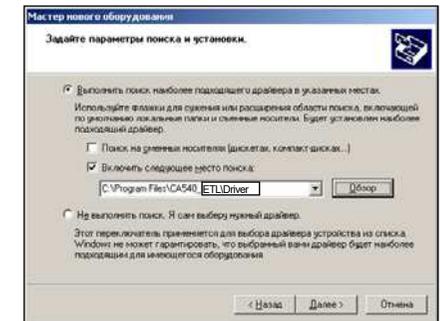


Рисунок 8.10

4) Щелкнуть по кнопке **Далее >**, через несколько секунд на экране появится окно (рисунок 8.11), свидетельствующее, что загрузка драйвера выполнена. Для завершения щелкнуть по кнопке **Готово**.

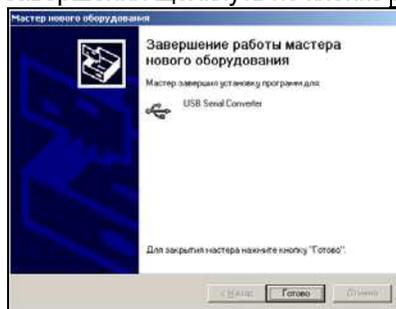


Рисунок 8.11

### 8.3 Установка программы "CA540 Archive" для работы с архивом блока управления Измерителя трехфазного CA540

1) Включить ПК и начать установку программы "CA540 Archive", для чего из папки "CA540\_PC", размещенной на инсталляционном диске, входящем в комплект поставки, запустить исполняемый файл setup\_CA540\_ARCH\_xxx.exe (xxx – версия программы). На экране появится окно мастера установки CA540 PC (рисунок 8.12).

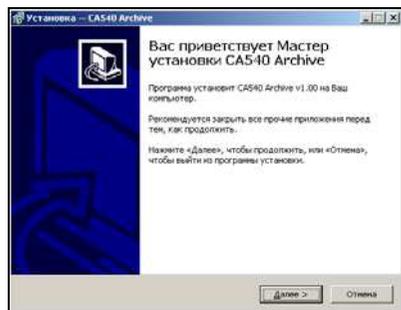


Рисунок 8.12

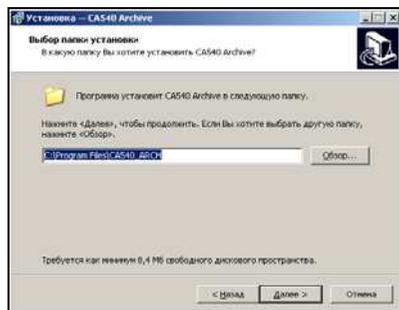


Рисунок 8.13

2) Определить место размещения ПО, для чего в окне (рисунок 8.13) следует либо согласиться с предлагаемой по умолчанию папкой C:\Program Files\Компаратор CA540\_PC, либо выбрать другой вариант, щелкнув по кнопке **Обзор**. Для продолжения выполнения установки программы щелкнуть по кнопке **Далее**.

3) Определить место размещения ярлыков программы в меню "Пуск", для чего в окне (рисунок 8.14) следует либо согласиться с предлагаемой по умолчанию папкой, либо выбрать другой вариант, щелкнув по кнопке **Обзор**. Для продолжения выполнения установки программы щелкнуть по кнопке **Далее**.

4) На экране появится окно (рисунок 8.15). Сделать установку, как показано на рисунке, либо отказаться от создания значка на Рабочем столе, затем щелкнуть по кнопке **Далее**.

5) На экране появится окно (рисунок 8.16). Для продолжения нажмите **Установить**. На экране появится окно, демонстрирующее динамику процесса установки программы (рисунок 8.17).

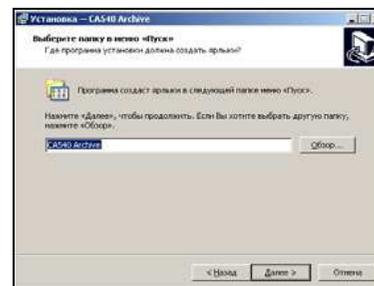


Рисунок 8.14

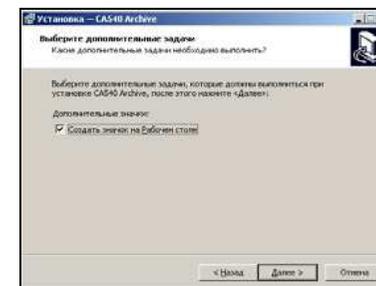


Рисунок 8.15



Рисунок 8.16

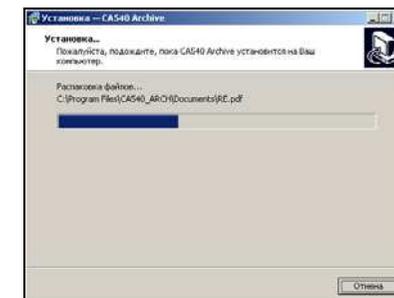


Рисунок 8.17

6) На экране появится окно (рисунок 8.18). Для завершения установки драйвера щелкнуть по кнопке **Завершить**, на Рабочем столе появится ярлык "CA540 PC".



Рисунок 8.18