

**ИЗМЕРИТЕЛЬ НЕСИММЕТРИИ И НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ СА230**

**ВИМІРЮВАЧ НЕСИМЕТРІЇ І НЕСИНУСОІДАЛЬНОСТІ СА230**

Руководство по эксплуатации  
Часть 1. Техническая эксплуатация  
АМАК.411728.013 РЭ

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	2
1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
1.1 Назначение.....	3
1.2 Область и условия применения.....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	4
2.1 Диапазоны и погрешности измерений .....	4
2.2 Конструктивные характеристики и питание .....	4
3 КОМПЛЕКТНОСТЬ.....	5
4 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИНН.....	6
5.1 Конструкция ИНН.....	6
5.2 Принцип работы ИНН.....	7
6 РАБОТА С ИНН.....	9
6.1 Использование ИНН при проверке трехфазных трансформаторов .....	9
6.2 Использование ИНН при проверке однофазных трансформаторов.....	10
7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	12
8 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	12

## ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$K_{2U}$  – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %  
 $K_U$  – коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, %  
 $U_{2x}$  – действующее значение напряжения, В  
 $\Delta_{K2U}$  – абсолютная погрешность измерения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, %  
 $\Delta_{KU}$  – абсолютная погрешность измерения коэффициента искажения синусоидальности напряжения, %

**ВНИМАНИЕ!**

Зажимы на задней панели Измерителя несимметрии и несинусоидальности CA230 и подключенные к ним элементы измерительной цепи при проведении измерений могут находиться под опасным для жизни напряжением, поэтому прикасаться к ним при использовании измерителя категорически запрещается.

По вопросам технического обслуживания обращаться по следующим адресам:

Почтовый адрес: Украина, 04080, г.Киев, а/я 104, ООО “ОЛТЕСТ”

Адрес предприятия: Украина, 04080, г.Киев, ул. Фрунзе, 86

E-mail: [info@oltest.com.ua](mailto:info@oltest.com.ua)

Web-адрес: [www.oltest.com.ua](http://www.oltest.com.ua)

Тел./факс: 380-44-537-08-01

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-227-66-65, 380-44-331-46-21

Руководство по эксплуатации (далее – РЭ) измерителя несимметрии и несинусоидальности CA230 (далее – ИНН) состоит из двух частей.

Первая часть РЭ содержит сведения, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации ИНН. Эти сведения включают информацию о назначении и области применения ИНН, его технических характеристиках, устройстве и принципе действия, подготовке ИНН к работе, порядке работы и техническому обслуживанию.

Вторая часть РЭ содержит сведения по методам и средствам поверки ИНН.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

### 1.1 Назначение

ИНН предназначен для измерения величин, которые характеризуют условия проведения поверки (калибровки) трансформаторов напряжения (далее – ТН) в соответствии с ГОСТ 8.216:

– действующего значения напряжения и коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения (далее – коэффициент несинусоидальности);

– действующего значения междуфазных напряжений, коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности (далее – коэффициент несимметрии).

ИНН предназначен также для проверки порядка чередования фаз.

ИНН может быть использован для измерения указанных величин и проверки порядка чередования фаз и в других цепях, питаемых от промышленной сети частотой 50 Гц.

### 1.2 Область и условия применения

1.2.1 Область применения ИНН – метрологические организации, метрологические и электротехнические службы энергетических компаний, промышленные предприятия, выполняющие поверку ТН при их производстве, ремонте и эксплуатации.

1.2.2 Рабочими условиями применения ИНН являются:

- температура окружающего воздуха – от 0 до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1 Диапазоны и погрешности измерений

2.1.1 ИНН обеспечивает измерение на частоте сети питания с номинальным значением 50 Гц.

2.1.2 Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей при измерениях приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование измеряемой величины	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности, %		Диапазон действующих значений напряжения
		абсолютной	относительной	
Коэффициент несинусоидальности $K_U$ , %	0-10	± 0,2	–	от 45 до 250 В
Коэффициент несимметрии $K_{2U}$ , %	0-10	± 0,3	–	от 70 до 250 В
Действующее значение напряжения, В	10-250	–	±0,5	–
Порядок чередования фаз	–	–	–	от 70 до 250 В

2.1.3 Полное входное сопротивление для любой пары измерительных входов ИНН составляет не менее 2 МОм.

### 2.2 Конструктивные характеристики и питание

2.2.1 ИНН выпускается в щитовом и настольном исполнении.

2.2.1 По степени защиты от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов и проникновения воды корпус измерителя в настольном исполнении должен соответствовать IP20 по ГОСТ 14254, а в щитовом исполнении со стороны лицевой панели – IP20 по ГОСТ 14254.

2.2.2 Экран ИНН выполнен на базе жидкокристаллического индикатора.

2.2.3 Масса ИНН не более 0,5 кг.

2.2.4 Габаритные размеры ИНН не более (200×85×120) мм.

2.2.5 Электропитание ИНН осуществляется от сети питания ~50 Гц 220 В.

2.2.6 Мощность, потребляемая ИНН от сети питания, составляет не более 10 В·А

### 3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект ИНН соответствует перечню, приведенному в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование	Обозначение	Кол.
Измеритель несимметрии и несинусоидальности CA230	АМАК.411728.013	1 шт.
Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация	АМАК.411728.013 РЭ	1 экз.
Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки	АМАК.411728.013 РЭ1	1 экз.
Паспорт	АМАК.411728.013 ПС	1 экз.

### 4 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 По общим требованиям безопасности ИНН соответствует требованиям ДСТУ ІЕС 61010-1.

4.2 ИНН должен использоваться как щитовой прибор, встраиваемый в щит или корпус другого прибора. При этом доступ к открытым контактам на задней панели ИНН при эксплуатации должен быть исключен.

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

4.4 Подсоединение проводов к зажимам задней панели следует выполнять при отсутствии каких-либо напряжений, подаваемых на ИНН.

4.5 При эксплуатации ИНН должны выполняться требования Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и эксплуатационной документации на средства измерительной техники, которые используются совместно с ИНН.

## 5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИНН

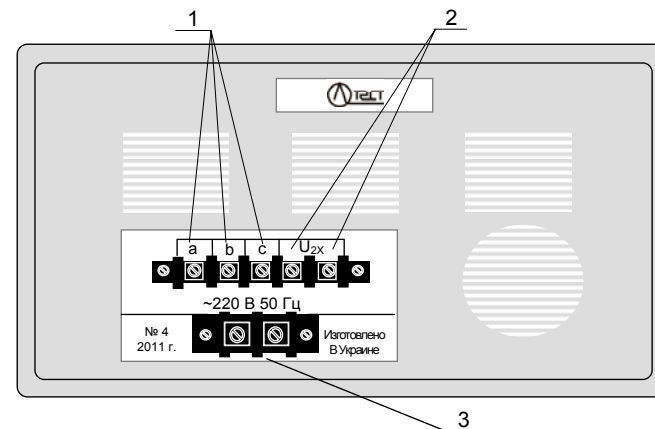
### 5.1 Конструкция ИНН

На рисунках 5.1 и 5.2 показаны передняя и задняя панели ИНН.



1 – экран

Рисунок 5.1

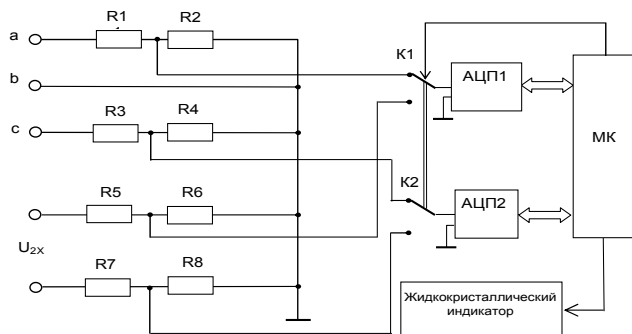


- 1 – зажимы для подключения выводов вторичных обмоток трехфазного ТН;
- 2 – зажимы для подключения к входу прибора сравнения, который подключен к вторичной обмотке поверяемого ТН (см. приложение А);
- 3 – зажимы для подключения кабеля питания

Рисунок 5.2

## 5.2 Принцип работы ИНН

Функциональная схема ИНН показана на рисунке 5.3.



a, b, c – зажимы для подключения выводов вторичных обмоток трехфазного ТН;  
 $U_{2x}$  – зажимы для подключения к входу прибора сравнения, который подключен к вторичной обмотке поверяемого ТН (см. приложение А);  
 R1 - R8 – резисторы, попарно образующие входные делители напряжения;  
 K1, K2 – коммутаторы входных цепей, управляемые микроконтроллером МК;  
 АЦП1, АЦП2 – аналого-цифровые преобразователи;  
 МК – микроконтроллер

Рисунок 5.3

При измерении действующих значений междуфазных напряжений на зажимах вторичных обмоток трехфазных ТН к зажимам "a", "b", "c" ИНН подключаются соответствующие зажимы ТН. Напряжения  $U_{ab}$  и  $U_{bc}$  после масштабирования входными делителями (соответственно R1-R2 и R3-R4) через коммутаторы K1 и K2 поступают на входы АЦП1 и АЦП2, на выходах которых формируются цифровые коды, поступающие для дальнейшей обработки в МК. Значение напряжения  $U_{ca}$  рассчитывается математически, используя полученные результаты измерения  $U_{ab}$  и  $U_{bc}$ .

Коэффициент несимметрии  $K_{2U}$  рассчитывается в процентах по формуле

$$K_{2U} = \frac{\sqrt{\frac{1}{12} \left[ \sqrt{3}U_{ab(1)} - \sqrt{4U_{bc(1)}^2 - \left( \frac{U_{bc(1)}^2 - U_{ca(1)}^2}{U_{ab(1)}} + U_{ab(1)} \right)^2} \right]^2 + \left( \frac{U_{bc(1)}^2 - U_{ca(1)}^2}{U_{ab(1)}} \right)^2}}{\sqrt{\frac{1}{12} \left[ \sqrt{3}U_{ab(1)} + \sqrt{4U_{bc(1)}^2 - \left( \frac{U_{bc(1)}^2 - U_{ca(1)}^2}{U_{ab(1)}} + U_{ab(1)} \right)^2} \right]^2 + \left( \frac{U_{bc(1)}^2 - U_{ca(1)}^2}{U_{ab(1)}} \right)^2}} \cdot 100,$$

где  $U_{ab(1)}$ ,  $U_{bc(1)}$  и  $U_{ca(1)}$  – действующие значения первых гармоник междуфазных напряжений.

Проверка порядка чередования фаз выполняется посредством измерения разности фаз междуфазных напряжений  $\Delta\varphi = \arg(\dot{U}_{ba}) - \arg(\dot{U}_{bc})$ . Если  $\Delta\varphi < 0$ , это означает, что подключение к объекту измерений было выполнено при прямом порядке чередования фаз и на экран будет выведено сообщение "Чередование фаз: abc". Если  $\Delta\varphi > 0$ , то на экран будет выведено сообщение "Чередование фаз: acb".

Измерение действующего значения напряжения, подаваемого на вход " $U_{2x}$ ", происходит поочередно с измерением напряжений  $U_{ab}$  и  $U_{bc}$ . Напряжения, снимаемые с входных делителей R5-R6 и R7-R8 ИНН, через коммутаторы K1 и K2 поступают на входы АЦП1 и АЦП2, после чего их цифровые коды обрабатываются в МК, где рассчитывается действующее значение напряжения  $U_{2x}$  и выполняется анализ гармонических составляющих (до 40-й включительно) с последующим расчетом коэффициента несинусоидальности  $K_U$ , в процентах, по формуле

$$K_U = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)}^2}{U_{(1)}}} \cdot 100,$$

где n – номер гармоники;

$U_{(n)}$  – действующее значение n-й гармоники.

## 6 РАБОТА С ИНН

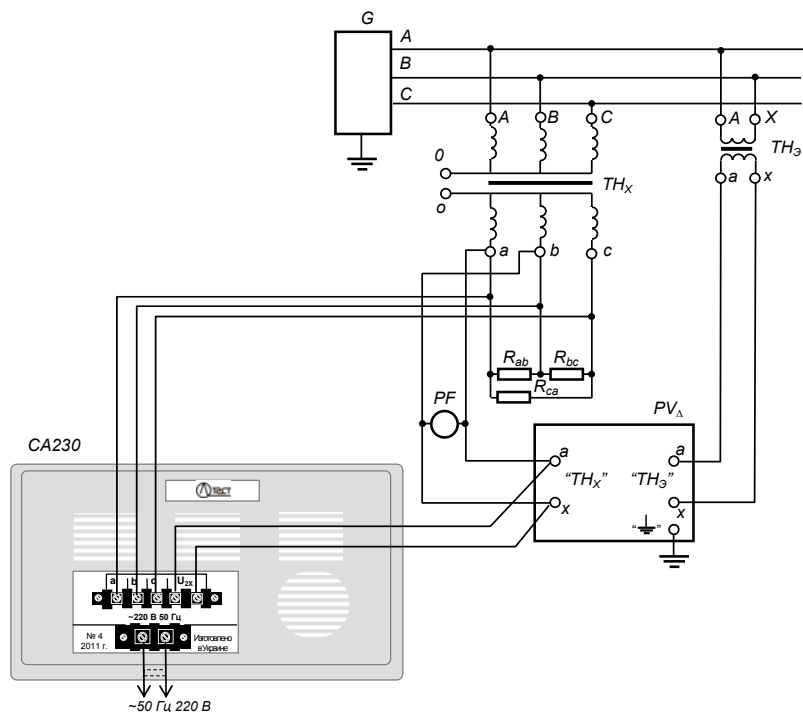
### 6.1 Использование ИНН при проверке трехфазных трансформаторов

1) Подключить ИНН к поверяемому трехфазному трансформатору, как показано на рисунке 6.1:

– подключить к зажимам “а”, “b”, “с” выводы вторичных обмоток ТН в соответствии с маркировкой выводов;

– подключить к зажиму “U<sub>2x</sub>” две фазы ТН, для которых предполагается измерять действующее значение напряжения и коэффициент несинусоидальности.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!



G – трехфазный источник высокого напряжения;  
 TH<sub>3</sub> – эталонный ТН;  
 TH<sub>x</sub> – поверяемый ТН;  
 PV<sub>Δ</sub> – прибор сравнения;  
 R<sub>ab</sub>, R<sub>bc</sub>, R<sub>ca</sub> – нагрузка поверяемого ТН;  
 PF – частотомер (при использовании в качестве прибора сравнения компаратора CA507 частотомер не требуется)

Рисунок 6.1

2) Подключить ИНН к сети питания ~50 Гц 220 В. На экране появится следующая информация (рисунок 6.2).

<b>Чередование фаз: ---</b>	
<b>U<sub>ab</sub>=0,0В</b>	
<b>U<sub>bc</sub>=0,0В</b>	<b>U<sub>2x</sub>=0,0В</b>
<b>U<sub>ca</sub>=0,0В</b>	

Рисунок 6.2

3) Включить питание измерительной цепи. На экране появится информация о результатах измерения и результате проверки порядка чередования фаз на выводах вторичных обмоток поверяемого трехфазного ТН (рисунок 6.3). Если подключение к объекту измерений выполнено при прямом порядке чередования фаз, то появится сообщение "abc", во всех других случаях – "acb".

<b>Чередование фаз: abc</b>	
<b>U<sub>ab</sub>=99,5В</b>	<b>K<sub>2u</sub>=1,45%</b>
<b>U<sub>bc</sub>=98,8В</b>	<b>U<sub>2x</sub>=99,5В</b>
<b>U<sub>ca</sub>=99,4В</b>	<b>K<sub>u</sub>=0,4%</b>

Рисунок 6.3

U<sub>ab</sub>, U<sub>bc</sub>, U<sub>ca</sub> – результаты измерения действующих значений междуфазных напряжений, на зажимах a, b, c;

U<sub>2x</sub> – результат измерения действующего значения напряжения, на зажимах “U<sub>2x</sub>”;

K<sub>2u</sub> – результат измерения коэффициента несимметрии K<sub>2u</sub>;

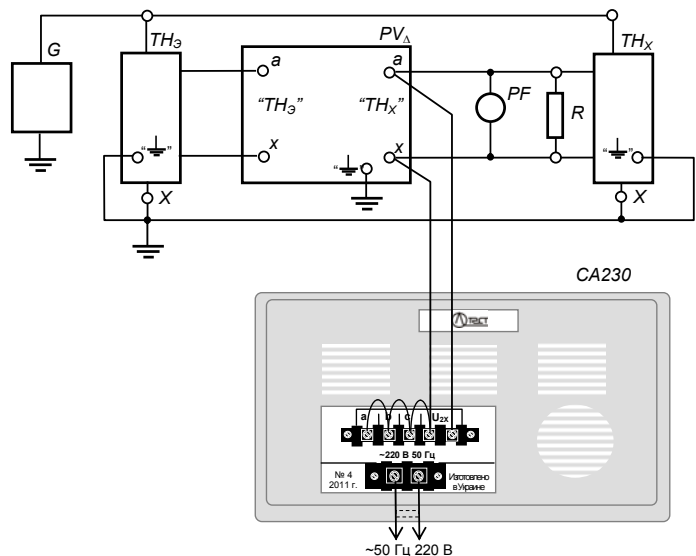
K<sub>u</sub> – результат измерения коэффициента несинусоидальности K<sub>u</sub>, на зажимах “U<sub>2x</sub>”

### 6.2 Использование ИНН при проверке однофазных трансформаторов

1) Подключить ИНН к поверяемому однофазному трансформатору, как показано на рисунке 6.4. Зажимы для подключения выводов вторичных обмоток трехфазного ТН соединить между собой.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

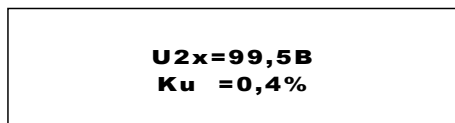
2) Подключить ИНН к сети питания ~50 Гц 220 В. На экране появится информация, показанная на рисунке 6.2.



G – источник высокого напряжения;  
 TH<sub>3</sub> – эталонный ТН;  
 TH<sub>X</sub> – поверяемый ТН;  
 PV<sub>Δ</sub> – прибор сравнения;  
 R – нагрузка поверяемого ТН;  
 PF – частотомер (при использовании в качестве прибора сравнения компаратора CA507, частотомер не требуется)

Рисунок 6.4

3) Включить питание измерительной цепи. На экране появится информация о результатах измерения (рисунок 6.5)



U<sub>2x</sub> – результат измерения действующего значения напряжения на зажимах “U<sub>2x</sub>”;  
 K<sub>U</sub> – результат измерения коэффициента несинусоидальности K<sub>U</sub> на зажимах “U<sub>2x</sub>”

Рисунок 6.5

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1 К эксплуатации и обслуживанию ИНН должны допускаться лица, изучившие "Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация. АМАК.411728.013 РЭ"; "Правила устройства электроустановок".

7.2 Вид контроля метрологических характеристик после ремонта и в процессе эксплуатации определяют, исходя из области применения ИНН. Методика поверки – "Руководство по эксплуатации. Часть 2. АМАК.411728.013 РЭ1". Межповерочный интервал – не более одного года.

7.3 Необходимо строго соблюдать график периодических проверок.

8 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

8.1 ИНН в транспортной таре изготовителя должны транспортироваться в крытых транспортных средствах любым видом транспорта, самолетом – в отапливаемых герметизированных отсеках.

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

8.3 Во время погрузочно-разгрузочных работ при транспортировании ИНН не должен подвергаться воздействию атмосферных осадков.

8.4 При транспортировании ИНН уровни воздействия климатических факторов внешней среды не должны превышать предельные значения:

- температура окружающего воздуха – от минус 25 до 55 °С;
- относительная влажность – не более 95 % при температуре 25 °С.

8.5 При транспортировании ИНН уровни механических воздействий не должны превышать предельных значений:

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

8.6 При хранении ИНН уровни воздействия климатических факторов внешней среды не должны превышать предельные значения:

- температура окружающего воздуха – от минус 25 до 55 °С;
- относительная влажность – не более 95 % при температуре 25 °С.

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