

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин



«28» 02 2024 г.

М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики ОПНД

Методика поверки

ВЦ.411122.004 МП

г. Москва  
2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	5
4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	6
5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	7
7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
9. ПОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ	8
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	15
11. ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	16
12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	17

## 1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на датчики ОПНД (далее по тексту – датчики), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Димрус» (ООО «Димрус»), г. Пермь, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок. Датчики предназначены для измерений действующих значений силы переменного тока частотой от 50 до 250 Гц при проведении непрерывной диагностики и комплексного контроля состояния ограничителей перенапряжения, находящихся под рабочим напряжением.

Датчики используются в качестве рабочих средств измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон измерений силы переменного тока частотой от 50 до 250 Гц, мА	от 0,1 до 10,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока частотой от 50 до 250 Гц, %, при силе тока (I): от 0,1 мА до 0,999 мА включ. св. 0,999 мА до 10,0 мА включ.	±10 ±5

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость датчиков к государственному первичному эталону единиц величин по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 668 от 17.03.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц», ГЭТ 88-2014.

Поверка датчиков должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений.

Датчики, поступающие в поверку, должны быть полностью укомплектованы в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Датчики ОПНД	ОПНД-1	1 шт.	Поставляется модификация датчика на выбор заказчика
	ОПНД-2		
	ОПНД-3 <sup>3</sup>		
	ОПНД-4		
Комплект крепежа датчика к стойке ОПН	-	1 комплект	гайка M12 – 3 шт., шайба M12 – 4 шт., шайба-гровер M12 – 2 шт.
Паспорт	ОПНД-1	1 экз.	Поставляется паспорт соответствующей модификации датчика
	ОПНД-2		
	ОПНД-3 <sup>3</sup>		
	ОПНД-4		
Руководство по эксплуатации	ВЦ.411122.004 РЭ	1 экз.	-
Базовый модуль-приемник <sup>1</sup>	WDM-T	1 шт.	Поставляется модификация базового модуль-приемника на выбор заказчика
	WDM-TI		
Комплект монтажных частей для базового модуль-приемника <sup>1</sup>	-	1 комплект	комплект крепежа M4 (винт M4x20, гайка, шайба, шайба пружинная) – 4 комплекта; кабельные наконечники – 1 комплект

Паспорт базового модуль-приемника <sup>1</sup>	WDM-T	ВЦ.405299.007 ПС, ВЦ.405299.010 ПС	1 экз.	Поставляется паспорт соответствующей модификации базового модуль-приемника
	WDM-TI	ВЦ.405299.009 ПС, ВЦ.405299.011 ПС		
Руководство по эксплуатации базового модуль-приемника <sup>1</sup>	WDM-T	ВЦ.405299.007 РЭ, ВЦ.405299.010 РЭ	1 экз.	Поставляется руководство по эксплуатации соответствующей модификации базового модуль-приемника
	WDM-TI	ВЦ.405299.009 РЭ, ВЦ.405299.011 РЭ		
Коммутационное устройство ОПН-Монитор <sup>2</sup>		ВЦ.411122.019	1 шт.	-
Комплект монтажных частей для коммутационного устройства ОПН-Монитор <sup>2</sup>		-	1 комплект	ключ от замка монтажного шкафа – 1 шт.; крепеж M10 (болт M10x30, шайба пружинная, шайба кузовная) – 4 комплекта; кабельные наконечники – 1 комплект; зажим для крепления металлического кабельного ввода (по кол-ву кабельных вводов) – 1 комплект
Паспорт коммутационного устройства ОПН-Монитор <sup>2</sup>		ВЦ.411122.019 ПС	1 экз.	-
Руководство по эксплуатации коммутационного устройства ОПН-Монитор <sup>2</sup>		ВЦ.411122.019 РЭ	1 экз.	-
<p>Примечание:</p> <p>1 – данная позиция определяется договором и ведомостью поставки по согласованию с заказчиком и может поставляться совместно с датчиками ОПНД-1 или ОПНД-2.</p> <p>2 – данная позиция определяется договором и ведомостью поставки по согласованию с заказчиком и может поставляться совместно с датчиком ОПНД-4.</p> <p>3 – датчик ОПНД-3 может эксплуатироваться совместно с базовой станцией «Вега» (версии не ниже БС-1.2).</p>				

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Проверка датчиков должна проводиться в объеме и последовательности, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки средства измерений

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9

Определение метрологических характеристик.	да	да	10
Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц	да	да	10
Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы частотой 150 Гц	да	да	10
Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы частотой 250 Гц	да	да	10
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12

Примечания:

1) при получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, и датчик бракуется.

При проведении поверки по согласованию с заказчиком допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов, при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

### 3. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки рекомендуется применять средства измерений, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Применяемые средства измерений при поверке

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон воспроизведений силы переменного тока частотой 50, 150 и 250 Гц: от 0,1 мА до 1 мА, ПГ(δ) ±3,0 % от 1,0 до 10,0 мА, ПГ(δ) ±1,0 % Рабочий эталон не ниже 2-го разряда по приказу № 668 от 17.03.2022 г.	Калибратор универсальный Fluke 9100, рег. № 25985-03.
Вспомогательные средства	Передача данных о величинах измеренного переменного тока для датчиков ОПНД: - ОПНД-1, ОПНД-2;	Базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI), подключенный к компьютеру (ноутбуку), с предварительно запущенной программой «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»

	<p>- ОПНД-3;</p> <p>- ОПНД-4</p>	<p>Базовая станция «Вега» (версия не ниже БС-1.2), подключенная к компьютеру (ноутбуку) с операционной системой Windows и предустановленным: ПО «IOT Vega Server», ПО Internet-браузер и в нём веб-страницы «IoT Vega AdminTool» и «Utilities OPNS(SOLAR)».</p> <p>Коммутационное устройство ОПН-Монитор.</p>
Контроль условий проведения поверки средства измерений	<p>Диапазон измерений температуры окружающего воздуха от плюс 15 до 25 °C, (<math>\Delta = \pm 0,5</math> °C)</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % (<math>\Delta = \pm 3</math> %)</p> <p>Диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа, (<math>\Delta = \pm 5</math> гПа)</p>	<p>Термогигрометр электронный Center мод. 315</p> <p>Барометр-анероид БАММ-1</p>

Примечание – Допускается использовать при поверке другие средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

#### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка датчиков должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с датчиками, прошедшими проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок с напряжением свыше 1000 В и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

#### 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации датчиков;
- средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4  $\text{мм}^2$ ;
- подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений;
- помещения, предназначенные для поверки, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004;
- должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

Помещение для поверки должно иметь:

- шину заземления;
- аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием;

- средства пожаротушения;
- средства для оказания первой помощи пострадавшим.

## 6. Требования к условиям проведения поверки

- |   |                  |
|---|------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С   | от 15 до 25;     |
| – относительная влажность, %  | от 30 до 80;     |
| – атмосферное давление, кПа   | от 84 до 106;    |
| – частота питающей сети, Гц   | от 49,5 до 50,5; |
| – напряжение питающей сети, В   | от 198 до 242;   |
| – коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения питающей сети, не более, % | 5                |

## 7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемых датчиков следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать паспорту;
- все органы коммутации должны обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- не должно быть механических повреждений корпуса датчика, органов управления, измерительных проводов, комплектующих изделий;
- наличие и различимость маркировки (все надписи должны быть четкими и ясными);
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений;
- заземляющий зажим должен иметь соответствующее обозначение;
- площадки под заземляющие зажимы должны быть без повреждений, чистыми, гладкими, без следов окисления и признаков коррозии;
- соединения должны быть надежно закреплены и не иметь повреждений;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если внешний осмотр не выявил дефектов, комплектность соответствует указанной в РЭ, маркировка соответствует ГОСТ 12.2.091-2012 и технической документации на датчик.

## 8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Подготовка к поверке

Выдержать датчики перед проведением поверки в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °С не менее 2 часов.

### 8.2 Опробование

Опробование датчиков производить в следующей последовательности:

- разместить измерительные приборы на безопасном расстоянии и удобном для проведения работ месте;
- соединить датчик и калибратор измерительным кабелем;
- включить питание базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) и подключить его к компьютеру (ноутбуку), на котором запустить программу «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»;
- включить компьютер (ноутбук), базовую станцию «Вега» БС-1.2 и запустить на компьютере (ноутбуке) последовательно программы: «IOT Vega Server», Internet-браузер и в нём веб-страницы «IoT Vega AdminTool» и «Utilities OPNS(SOLAR)»;
- включить питание коммутационного устройства ОПН-Монитор;
- для испытания датчиков ОПНД-1, ОПНД-2 использовать включенный базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI), подключенный к компьютеру (ноутбуку), с предварительно запущенной программой «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»;
- для испытания датчика ОПНД-3 использовать включенные компьютер (ноутбук), базовая станция «Вега» БС-1.2 и предварительно запущенные на компьютере (ноутбуке) последовательно программы: «IOT Vega Server», Internet-браузер и в нём веб-страницы «IoT Vega

AdminTool» и «Utilities OPNS(SOLAR)»;

– для испытания датчика ОПНД-4 подключить его к коммутационному устройству ОПН-Монитор;

– включить питание калибратора, установить на нем произвольное значение переменного тока и частоты, выбранное из диапазона измерений датчика.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если информация на компьютере (ноутбуке), к которому подключены базовая станция «Вега» БС-1.2 или базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI), или на коммутационном устройстве ОПН-Монитор отображается корректно и выполняются все вышеперечисленные требования.

## 9. Проверка программного обеспечения средства измерения

9.1 Для проверки идентификации ПО, используемого для датчиков ОПНД-1, ОПНД-2 необходимо выполнить следующие операции:

– подключить базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) к компьютеру (ноутбуку) кабелем, предназначенным для передачи информации по протоколу Modbus/RTU (инструкция по базовому модулю-приемнику WDM-T (WDM-TI) доступна для скачивания по адресу: <https://dimrus.ru/manuals.html>);

– подключить компьютер (ноутбук) и базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) к источнику питания;

– на компьютере (ноутбуке) запустить программу «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus», на экране компьютера (ноутбука) отобразится окно этой программы (рисунок 1) (программа «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus» и инструкция по ней доступны для скачивания по адресам: <https://dimrus.ru/software.html> и <https://dimrus.ru/manuals.html>);

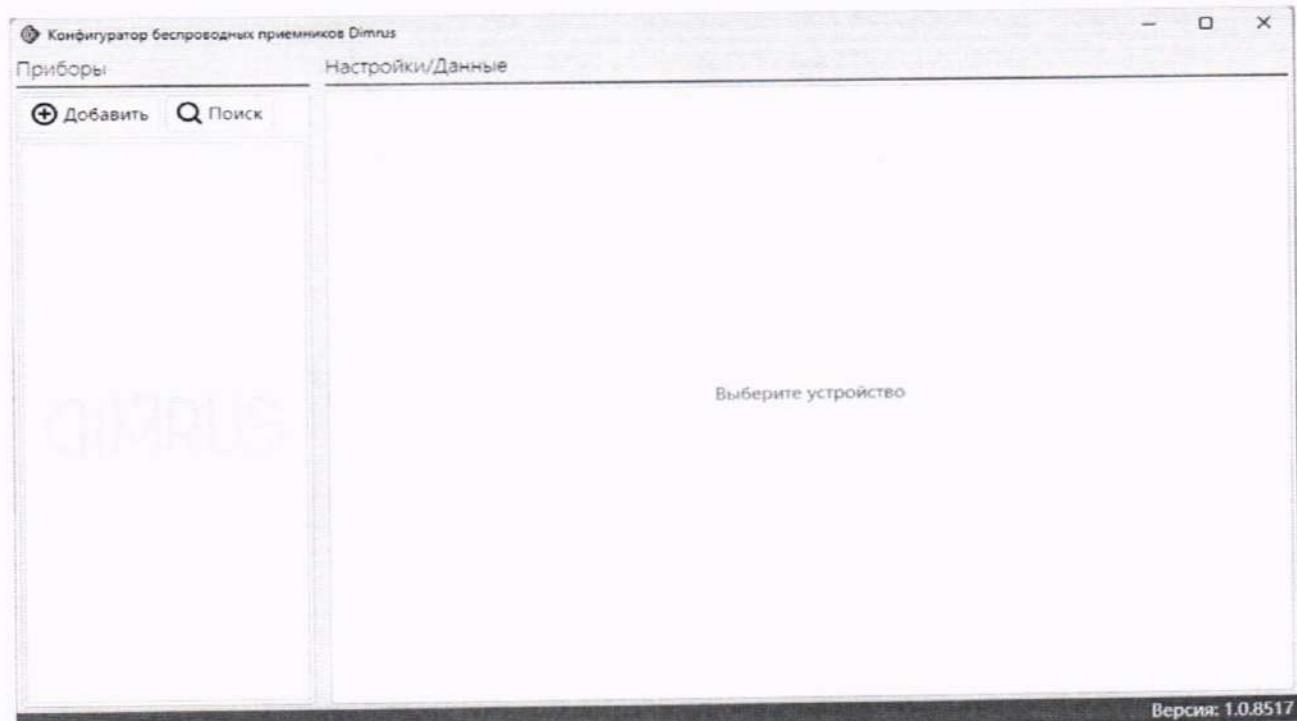


Рисунок 1 – Первичное окно программы «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»

- используя поиск (автоматический или ручной), добавить базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) (рисунок 2);
- из списка устройств, найденных и подключенных к добавленному базовому модулю-приемнику WDM-T (WDM-TI), выбрать поверяемый датчик (на рисунке 3 датчик ОПНД-1 обозначен как «Датчик ОПН», датчик ОПНД-2 обозначен как «Датчик ОПН (v2)»);
- вызвать контекстное меню поверяемого датчика и выбрать в нем пункт «Регистры Modbus устройства» (рисунок 4);



Рисунок 2 – Заголовок окна программы «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus» с добавленным базовым модулем-приемником WDM-T (WDM-TI)

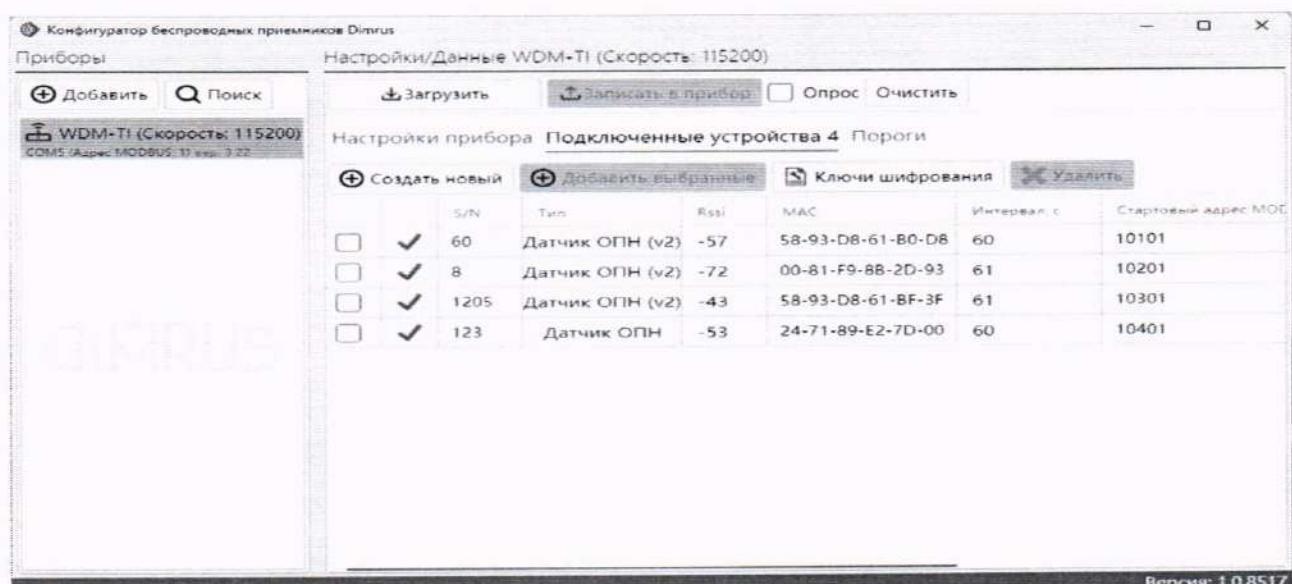


Рисунок 3 – Заголовок окна программы «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus» со списком устройств, подключенных к базовому модулю-приемнику WDM-T (WDM-TI)

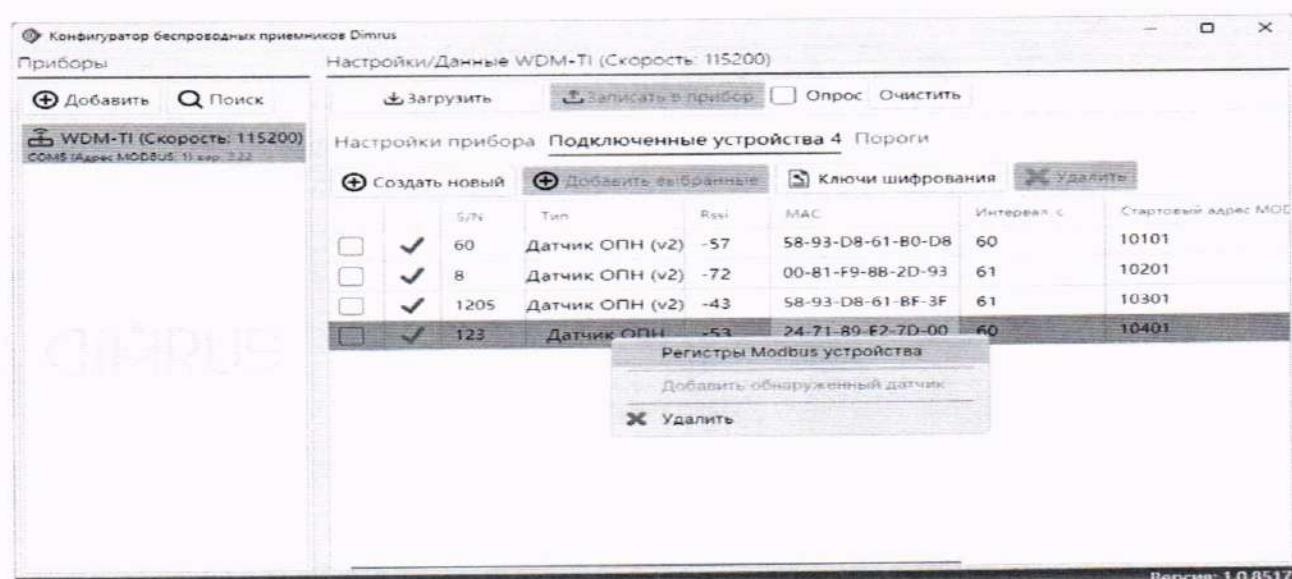


Рисунок 4 – Окно программы «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus» с вызванным контекстным меню поверяемого датчика

- при поверке датчика ОПНД-1 отобразится окно «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН, S/N=...)» (рисунок 5); при поверке датчика ОПНД-2 отобразится окно «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН (v2), S/N=...)» (рисунок 6), где S/N – серийный номер, совпадающий с номером, который указан на паспортной табличке датчика;

Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН, S/N=123)					
Обновить		Опрос			
Адрес регистра	Наименование	Значение	Множитель	Слагаемое	Тип
10401	Версия Платы	61	! 1	0	UINT16
10402	Версия Программы	11	! 1	0	UINT16
10403	Напряжение батареи	3,363 В	! 0,001	0	UINT16
10404	Температура	25 °C	! 0,01	-70	INT16
10405	Полный ток	0,001 мА	! 0,001	0	UINT16
10406	1-я гармоника тока	0,001 мА	! 0,001	0	UINT16
10407	3-я гармоника тока	0 мА	0,001	0	UINT16
10408	5-я гармоника тока	0,001 мА	! 0,001	0	UINT16
10409	Активный ток	0 мА	0,001	0	UINT16
10500	Данные актуальны	1	! 1	0	UINT16

Нумерация адресов регистров MODBUS начинается с 1

Рисунок 5 – Окно «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН, S/N=...)»

Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН (v2), S/N=1205)					
Обновить		Опрос			
Адрес регистра	Наименование	Значение	Множитель	Слагаемое	Тип
10301	S/N	1205	! 1	0	UINT16
10302	Напряжение батареи	3,542 В	! 0,001	0	UINT16
10303	1-я гармоника тока	0 мА	0,001	0	UINT16
10304	3-я гармоника тока	0 мА	0,001	0	UINT16
10305	5-я гармоника тока	0,001 мА	! 0,001	0	UINT16
10306	Кол-во имп. (диапазон 1)	42	! 1	0	UINT16
10307	Кол-во имп. (диапазон 2)	0	1	0	UINT16
10308	Кол-во имп. (диапазон 3)	1	! 1	0	UINT16
10309	Кол-во имп. (диапазон 4)	13	! 1	0	UINT16
10310	Версия Программы	12	! 1	0	UINT16
10311	Полный ток	0,001 мА	! 1	0	UINT16

Нумерация адресов регистров MODBUS начинается с 1

Рисунок 6 – Окно «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН (v2), S/N=...)»

- в поле «Версия программы» окна «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН, S/N=...)» для датчика ОПНД-1 или окна «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН (v2), S/N=...)» для датчика ОПНД-2 отображается номер версии ПО, установленного в микроконтроллер датчика (рисунки 5 и 6).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если версия ПО для ОПНД-1 не ниже 11 (рисунок 5); версия ПО для ОПНД-2 не ниже 12 (рисунок 6);

9.2 Для поверки программного обеспечения, используемого для датчика ОПНД-3 необходимо выполнить следующие операции:

- собрать схему в соответствии с инструкцией на базовую станцию «Вега» БС-1.2

(рисунок 7); разветвитель Switch может присутствовать (сплошная линия от PoE-адаптера до ПК) или отсутствовать (пунктирная линия), для этого необходимо подключить компьютер (ноутбук) и базовую станцию «Вега» БС-1.2 к источнику питания; подключить базовую станцию «Вега» БС-1.2 к компьютеру (ноутбуку) (инструкция на базовую станцию «Вега» БС-1.2 доступна для скачивания по адресу [«https://iotvega.com/manual»](https://iotvega.com/manual));

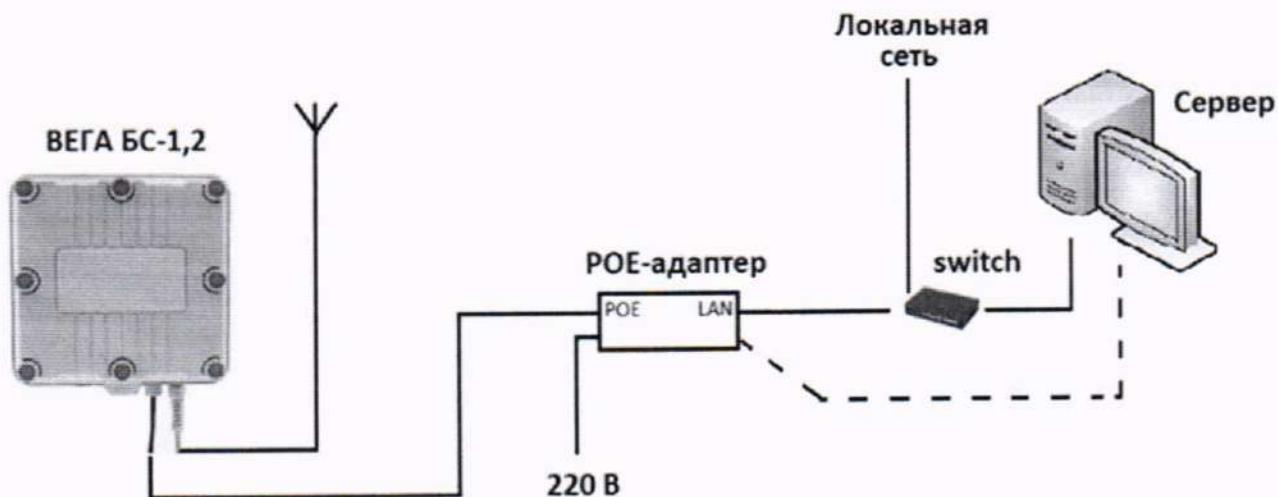


Рисунок 7 – Схема подключения базовой станции «Вега» БС-1.2

- запустить на компьютере (ноутбуке) программу «IOT Vega Server» (данная программа доступна для скачивания по адресу [«https://iotvega.com/soft»](https://iotvega.com/soft), устанавливается заранее);
  - на экране компьютера (ноутбука) отобразится окно программы «IOT Vega Server» (рисунок 8), данную программу закрывать нельзя, допускается свернуть ее;

Рисунок 8 – Окно программы «IOT Vega Server»

- запустить Internet-браузер (тип не регламентируется) и открыть в нем web-страницу клиентского приложения «IoT Vega AdminTool» (рисунок 9) (доступна для скачивания по адресу [«https://iotvega.com/soft»](https://iotvega.com/soft) заблаговременно, установка не требуется);
  - выбрать пункт меню «Devices», отобразится окно, в котором появляется список устройств, находящихся в зоне досягаемости базовой станции «Вега» БС-1.2 (рисунок 10);

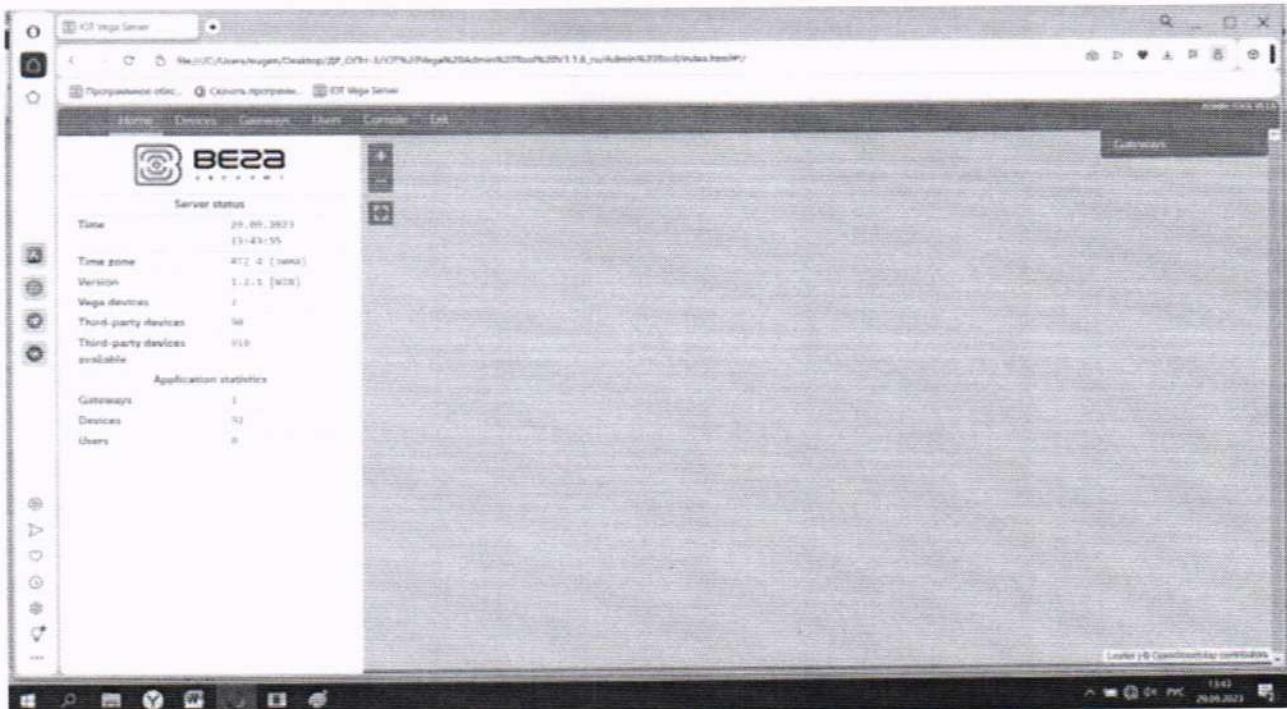


Рисунок 9 – Окно Internet-браузера с открытой web-страницей клиентского приложения «IoT Vega AdminTool»

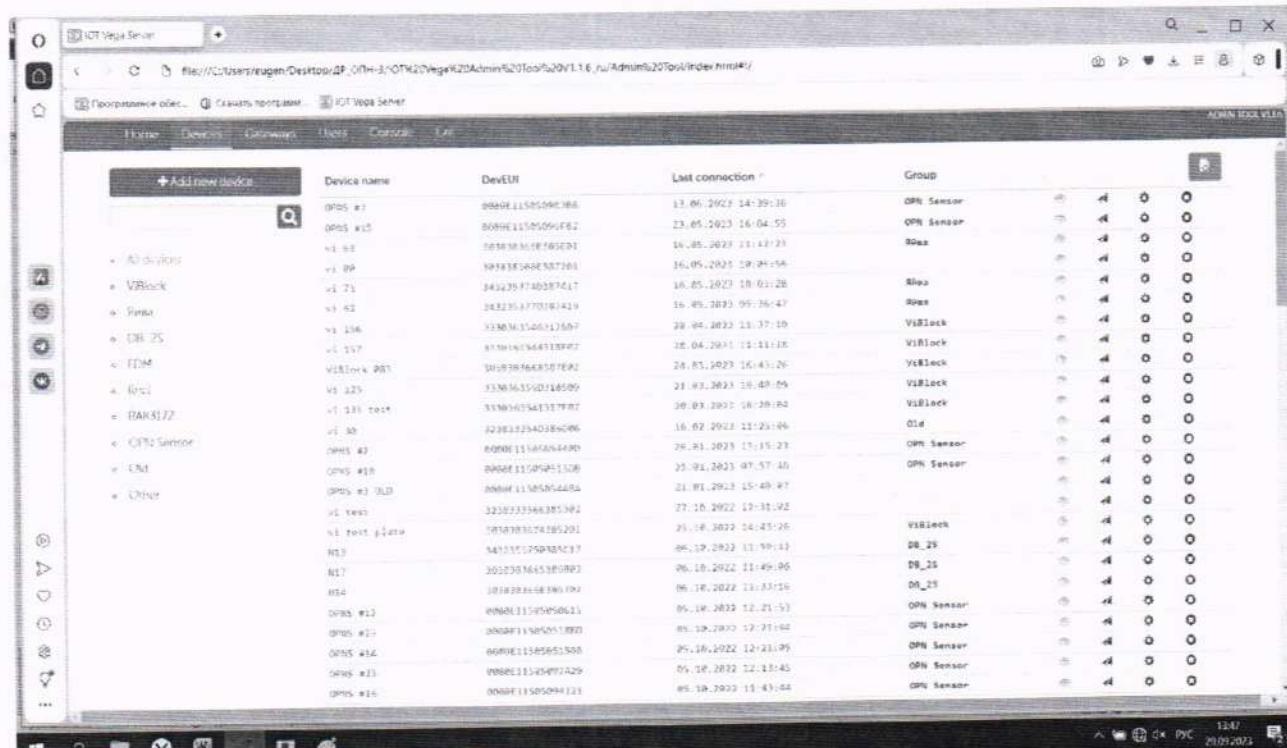


Рисунок 10 – Открытая web-страница клиентского приложения «IoT Vega AdminTool» со списком подключенных устройств

– выбрать поверяемый датчик по его модификации и серийному номеру (номер должен совпадать с указанным на паспортной табличке датчика), нажать на выбранный датчик, появится окно с его параметрами (рисунок 11);

– датчик ОПНД-3 передает через сеть LoRaWAN зашифрованную информацию (рисунок 11, столбец «Data»), декодирование выполняется в соответствии с инструкцией на базовую станцию «Вега» БС-1.2;

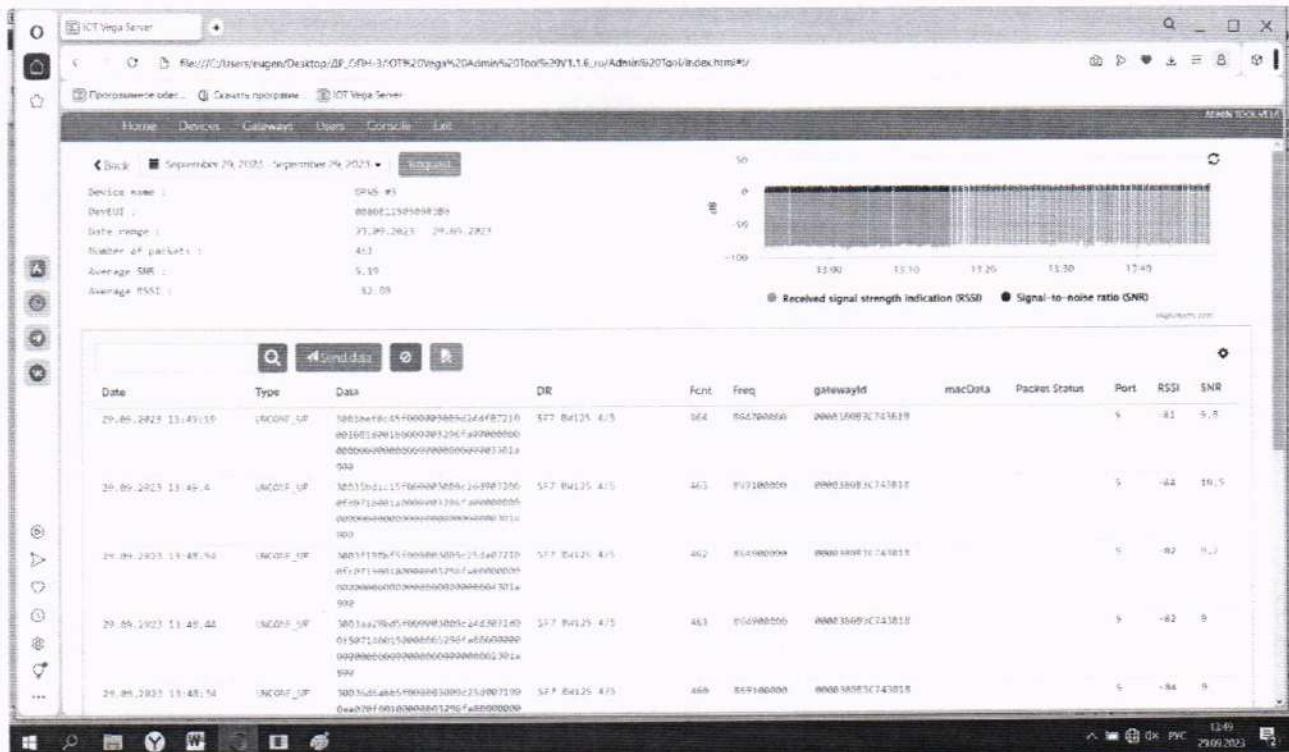


Рисунок 11 – Окно с параметрами выбранного датчика

- при необходимости можно использовать специальную программу-десифратор «Utilities OPNS(SOLAR)» (доступна для скачивания по адресу: <https://dimrus.ru/software.html>, установка не требуется);
  - запустить программу (web-страницу) «Utilities OPNS(SOLAR)» и выбрать закладку «Конвертер данных», появившееся окно программы представлено на рисунке 12;

Данные измерений			
Параметр	Величина	Ед. изм.	Примечание
<b>Об устройстве</b>			
длина данных		байт	
версия мПО		б/р	
серийный номер		б/р	
напряжение ионистора		В	
температура MCU		°С	
<b>Измерение</b>			
ток СКЗ(общий)		мА	
ток СКЗ(активный(ОПН))		мА	
число импульсов в зонах		б/р	
величины гармоник (СКЗ)		мкА	
состояние ОПН			
<b>Служебные</b>			
контрольная сумма		б/р	
флаги событий		б/р	
сквозной номер измерения		б/р	
число пробуждающих импульсов		б/р	

Рисунок 12 – Окно программы (web-страницы) «Utilities OPNS(SOLAR)»

- скопировать данные из приложения «IoT Vega AdminTool» (рисунок 11, столбец «Data») в программу «Utilities OPNS(SOLAR)» (рисунок 12, столбец «Данные LoRa»), нажать кнопку «Преобразовать» и в столбце «Величина» отобразится преобразованная информация (рисунок 13);
  - в строке «версия мПО» в столбце «Величина» окна программы (web-страницы) «Utilities OPNS(SOLAR)» отобразится номер версии ПО, установленного в микроконтроллер датчика (рисунок 13).

Данные LoRa		Данные измерений			
		Параметр	Величина	Ед. изм.	Примечание
Об устройстве					
		длина данных	48	байт	
		версия ПО	3	б/р	
		серийный номер	24	б/р	
		напряжение ионистора	2.496	В	
		температура MCU	35	°C	
Измерение					
		ток СКЗ(общий)	10.491	мА	предел
		ток СКЗ(активный(ОПН))	8.422	мА	
		число импульсов в зонах	0,0,0	б/р	
		величины гармоник (СКЗ)	102,10252,113,0 50,150,250,0	мкА	
		состояние ОПН	Авария		
Служебные					
		контрольная сумма	28340	б/р	
		флаги событий	17	б/р	
		сквозной номер измерения	1156	б/р	
		число пробуждающих импульсов	7	б/р	

Рисунок 13 – Окно программы (web-страницы) «Utilities OPNS(SOLAR)» с дешифрованной информацией, полученной от испытуемого датчика

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если версия ПО для ОПНД-3 не ниже 3 (рисунок 13).

9.3 Для поверки программного обеспечения, используемого для датчика ОПНД-4 необходимо выполнить следующие операции:

- подключить датчик к коммутационному устройству ОПН-Монитор;
- подключить коммутационное устройство ОПН-Монитор к источнику питания;
- просмотр версии ПО микроконтроллера датчика возможен с помощью либо специального ПО, либо с помощью встроенного или внешнего пульта. Манипуляции с самим коммутационным устройством ОПН-Монитор осуществлять в соответствии с его РЭ (инструкция по коммутационным устройством ОПН-Монитор доступна для скачивания по адресу: <https://dimrus.ru/manuals.html>);
- после загрузки коммутационного устройства ОПН-Монитор на его ЖК-мониторе отобразится пункт меню «Настройки»;
- используя клавиши управления, последовательно выбрать пункты меню:
  - 1) «Измерения»;
  - 2) «Выбор датчика»;
  - 3) клавиши «↑» и «↓» (стрелки), чтобы выбрать подключенный датчик (возможные варианты выбора: «Датчик А», «Датчик В», «Датчик С», «Датчик N»);
  - 4) «Измерение»; после нажатия начнется процесс измерения, в течение которого на ЖК-экране датчика отображается сообщение «Подождите...»; после завершения процесса измерения на ЖК-экране датчика отображается версия ПО микроконтроллера датчика в виде сообщения «Датчик вер. ...» (рисунок 14).



Рисунок 14 – Передняя панель коммутационного устройства OPN-Monitor

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если версия ПО для ОПНД-3 не ниже 12 (рисунок 14).

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается, и датчик бракуется.

## 10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Средства поверки подготовить к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

10.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией на датчик и оборудование, используемое при поверке.

10.3 Датчик подключить к калибратору многофункциональному Fluke 9100 (далее по тексту - калибратор)

10.4 Для поверки ОПНД-1 или ОПНД-2 требуется:

1) подключить базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) к компьютеру (ноутбуку) кабелем, предназначенным для передачи информации по протоколу Modbus/RTU;

2) подключить компьютер (ноутбук) и базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) к источнику питания;

2) на компьютере (ноутбуке) запустить программу «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus», на экране компьютера (ноутбука) отобразится окно этой программы (рисунок 1);

3) используя поиск (автоматический или ручной), добавить базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) (рисунок 2);

4) из списка устройств, найденных и подключенных к добавленному базовому модуль-приемнику WDM-T (WDM-TI), выбрать поверяемый датчик (на рисунке 3 датчик ОПНД-1 обозначен как «Датчик ОПН», датчик ОПНД-2 обозначен как «Датчик ОПН (v2)»);

5) вызвать контекстное меню поверяемого датчика и выбрать в нем пункт «Регистры Modbus устройства» (рисунок 4);

6) при поверке датчика ОПНД-1 отобразится окно «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН, S/N=...)» (рисунок 5); при поверке датчика ОПНД-2 отобразится окно «Регистры Modbus устройства (Датчик ОПН (v2), S/N=...)» (рисунок 6), где S/N – серийный номер, совпадающий с номером, который указан на паспортной табличке датчика;

7) в появившемся окне в столбце «Значения» отображаются текущие данные, полученные с датчика; восклицательным знаком обозначаются изменившиеся значения (рисунки 5 и 6).

10.5 Для поверки ОПНД-3 требуется:

1) собрать схему в соответствии с инструкцией на базовую станцию «Вега» БС-1.2 (рисунок 7); разветвитель Switch может присутствовать (сплошная линия от PoE-адаптера до ПК) или

отсутствовать (пунктирная линия), для этого необходимо подключить компьютер (ноутбук) и базовую станцию «Вега» БС-1.2 к источнику питания; подключить базовую станцию «Вега» БС-1.2 к компьютеру (ноутбуку);

2) запустить на компьютере (ноутбуке) программу «IOT Vega Server»;

3) на экране компьютера (ноутбука) отобразится окно программы «IOT Vega Server» (рисунок 8), данную программу закрывать нельзя, допускается свернуть ее;

4) запустить Internet-браузер (тип не регламентируется) и открыть в нем web-страницу клиентского приложения «IoT Vega AdminTool» (рисунок 9);

4) выбрать пункт меню «Devices», отобразится окно, в котором появляется список устройств, находящихся в зоне досягаемости базовой станции «Вега» БС-1.2 (рисунок 10);

5) выбрать поверяемый датчик по его модификации и серийному номеру (номер должен совпадать с указанным на паспортной табличке датчика), нажать на выбранный датчик, появится окно с его параметрами (рисунок 11);

6) датчик ОПНД-3 передает через сеть LoRaWAN зашифрованную информацию (рисунок 11, столбец «Data»), декодирование выполняется в соответствии с инструкцией на базовую станцию «Вега» БС-1.2;

7) при необходимости можно использовать специальную программу-десифратор «Utilities OPNS(SOLAR)»;

8) запустить программу (web-страницу) «Utilities OPNS(SOLAR)» и выбрать закладку «Конвертер данных», появившееся окно программы представлено на рисунке 12;

9) скопировать данные из приложения «IoT Vega AdminTool» (рисунок 11, столбец «Data») в программу «Utilities OPNS(SOLAR)» (рисунок 12, столбец «Данные LoRa»), нажать кнопку «Преобразовать» и в столбце «Величина» отобразится преобразованная информация (рисунок 13);

10) в строках, объединенных в группу с названием «Измерения» в столбце «Величина» окна программы (web-страницы) «Utilities OPNS(SOLAR)» отображаются величины, измеренные датчиком (рисунок 13).

10.6 Для поверки ОПНД-4 требуется:

1) подключить датчик к коммутационному устройству ОПН-Монитор;

2) подключить коммутационное устройство ОПН-Монитор к источнику питания;

3) просмотр величин, измеренных датчиком, возможен с помощью либо специального ПО, либо с помощью встроенного или внешнего пульта. Манипуляции с самим коммутационным устройством ОПН-Монитор осуществлять в соответствии с его РЭ;

4) после загрузки коммутационного устройства ОПН-Монитор на его ЖК-экране отобразится пункт меню «Настройки»;

5) используя клавиши управления, последовательно выбрать пункты меню:

- «Измерения»;
- «Выбор датчика»;
- клавиши «↑» и «↓» (стрелки), чтобы выбрать подключенный датчик (возможные варианты выбора: «Датчик А», «Датчик В», «Датчик С», «Датчик N»);
- «Измерение»; после нажатия начнется процесс измерения, в течение которого на ЖК-экране датчика отображается сообщение «Подождите...»; после завершения процесса измерения на ЖК-экране датчика отображается версия ПО микроконтроллера датчика в виде сообщения «Датчик вер. ...» (рисунок 14);

6) используя клавиши управления «↑» и «↓» (стрелки), можно отобразить на ЖК-экране все величины, измеренные датчиком.

10.7 Установить на калибраторе величину силы переменного тока из диапазона от 0,1 мА до 10,0 мА.

10.9 Установить на калибраторе частоту силы переменного тока 50 Гц, 150 Гц или 250 Гц.

10.10 Зафиксировать значение силы переменного тока, заданное на калибраторе, и показание, полученное с датчика.

## 11. Подтверждения соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы

переменного тока частотой 50 Гц, 150 Гц и 250 Гц выполняется путем последовательного задания на калибраторе силы переменного тока определенного значения и частоты, а также обработки полученных результатов в следующей последовательности:

- подключить эталонный калибратор измерительным кабелем к шпильке на датчике. Заземлить приборы согласно их РЭ;
- включить калибратор и датчик;
- последовательно устанавливать на выходе калибратора следующие значения силы переменного тока частотой 50 Гц:

0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 мА

и фиксировать соответствующие измеренные значения силы тока датчиком ОПНД;

- повторить последовательно вышеуказанные измерения на частотах 150 Гц, 250 Гц;
- рассчитать относительную погрешность измерений среднеквадратических значений силы переменного тока для каждого значения силы тока и частоты по формуле (1):

$$\delta_I = \frac{I_x - I_0}{I_0} \cdot 100 \%, \quad (1),$$

где  $I_x$  – измеренное датчиком значение силы переменного тока, мА;

$I_0$  – показание эталонного калибратора, мА

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока во всех проверяемых точках на каждой частоте, рассчитанные по формуле (1), не превышают:

±10 %, если 0,1 мА до 0,999 мА включ.;

±5 %, если св. 0,999 мА до 10,0 мА включ.

## 12. Оформление результатов поверки

Результаты поверки согласно Приказу Минпромторга России № 2510 от 31 июля 2020 г. "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке", передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Положительные результаты поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) оформляют в соответствии с приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 г. На средство измерений наносят знак поверки и (или) вносят в паспорт запись о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки. По письменному заявлению владельца средства измерений оформляется свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

При отрицательных результатах поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) оформляют извещение о непригодности установленной формы в соответствии с действующим законодательством с указанием причин. Знак поверки и свидетельство о поверке аннулируют. В паспорт вносят запись о непригодности с указанием причин.

При проведении поверки в сокращенном объеме информация об объеме проведенной поверки согласно Приказу Минпромторга России № 2906 от 28 августа 2020 г. «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений» передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Начальник центра 201 ФГБУ «ВНИИМС»

*Макаров*

И.М.Каширкина

Зам. нач. ИЛСИ центра 201 ФГБУ «ВНИИМС»

*Селиванова*

Е.Б. Селиванова