



Датчики ОПНД

Руководство по эксплуатации

ВЦ.411122.004 РЭ

г. Пермь

Оглавление

1.	Введение	5
2.	Нормативные ссылки	6
3.	Сокращения и обозначения.....	7
4.	Условия безопасности и охраны окружающей среды	8
4.1	Условия безопасности	8
4.2	Условия охраны окружающей среды.....	8
4.3	Условия по пожарной безопасности.....	8
5.	Технические характеристики.....	10
5.1	Основные параметры и характеристики.....	10
5.2	Габаритные и установочные размеры	11
5.3	Электропитание датчиков.....	13
5.4	Надежность.....	13
5.5	Комплектность	14
5.6	Технические особенности датчиков	15
6.	Устройство и работа датчиков.....	16
6.1.	Принцип действия датчиков	16
6.2.	Структура данных, передаваемых датчиками ОПНД-1, ОПНД-2.....	16
6.3.	Структура данных, передаваемых датчиком ОПНД-3.....	17
6.4.	Структура данных, передаваемых датчиком ОПНД-4.....	17
7.	Установка датчиков на объекте.....	20
8.	Маркировка датчиков.....	21
9.	Упаковка датчиков.....	22
10.	Использование датчиков по назначению	23
10.1	Эксплуатационные ограничения.....	23
10.2	Подготовка к использованию	23
10.3	Объем и последовательность внешнего осмотра	23
10.4	Перечень возможных неисправностей.....	23
10.5	Перечень ремонтных работ, производимых в месте установки датчиков	24
10.6	Случаи обращения к предприятию-производителю датчиков	24
11.	Техническое обслуживание датчиков	25
11.1	Общие указания.....	25
11.2	Меры безопасности.....	25
12.	Хранение датчиков	26
13.	Транспортирование датчиков.....	27
14.	Утилизация датчиков	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Настройка базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) при работе с ОПНД-1, ОПНД-2	29
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. RAK3172 WisDuo LPWAN техническое описание модуля, установленного в ОПНД-3	34
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Настройка LoRa-сервера и базовой станции «Вега» БС-1.2.....	35
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Настройка коммутационного устройства ОПН-Монитор при работе с ОПНД-4	45

ВНИМАНИЕ!

Не приступайте к работе с датчиками ОПНД (интеллектуальными датчиками контроля технического состояния ограничителей перенапряжений нелинейных) всех модификаций, не изучив содержание данного руководства по эксплуатации. В связи с постоянной работой по совершенствованию датчиков ОПНД в конструкцию могут быть внесены изменения, не влияющие на их метрологические и технические характеристики и не отраженные в настоящем руководстве по эксплуатации.



Модификации интеллектуальных датчиков контроля технического состояния нелинейных ограничителей перенапряжений.

1. Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с работой, конструкцией и обслуживанием датчиков ОПНД (интеллектуальных датчиков контроля технического состояния ограничителей перенапряжений нелинейных всех модификаций (далее по тексту – датчики), отображенных в таблице 1.

Таблица 1 - Модификации датчиков

№ п/п	Модификации датчиков	ОПНД-1 ВЦ.411122.004.101	ОПНД-2 ВЦ.411122.004.102	ОПНД-3 ВЦ.411122.004.103	ОПНД-4 ВЦ.411122.004.104
	Особенности датчиков				
1.	Периодический контроль срабатываний ОПН	+			
2.	Постоянный контроль срабатываний ОПН		+	+	+
3.	Определения величины тока		+	+	+
4.	Регистрацию срабатываний ОПН по прошедшему току		+	+	+
5.	Подсчет и хранение данных о токах в памяти датчиков		+	+	+
6.	Оценка состояния ОПН по встроенному правилу для токов утечки		+	+	+
7.	Регистрация и суммирование полной энергии токов		+	+	+
8.	Дополнительное оборудование для передачи результатов измерений из датчиков в АСУ ТП	WDM-T (WDM-TI) + ПО	WDM-T (WDM-TI) + ПО	БС «Bera» + комплект ПО	ОПН- Монитор
9.	Электропитание ОПН-датчиков	встроенная батарея SB-A01, 3,6 В	встроенная батарея SB-A01, 3,6 В	встроенный ионистор ESHSR- 0025C0-002R7, 2,7 В + солн.панель	внешний источник 5 В

Руководство содержит технические данные, описание работы и другие сведения, необходимые для полного использования технических возможностей, правильной эксплуатации и обслуживания датчиков.

К эксплуатации датчиков допускаются лица, достигшие 18-ти лет, имеющие группу по электробезопасности не ниже III и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Данное руководство по эксплуатации распространяется на все модификации датчиков.

2. Нормативные ссылки

Нормативные ссылки на документы, используемые в настоящем РЭ датчиков, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Нормативные ссылки на документы, используемые в настоящем РЭ

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование
ГОСТ 12.2.091-2012	Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования
ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.004-91	Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 14254-2015	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ Р 27.403-2009	Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы
ГОСТ 1516.3-96	Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции
ГОСТ 23216-78	Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний
ГОСТ Р МЭК 60950-2002	Безопасность оборудования информационных технологий
ГОСТ Р 51908-2002	Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования
ГОСТ 17516.1-90	Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам
ГОСТ 27570.0-87	Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Общие требования и методы испытаний
ГОСТ 30630.5.4-2013	Воздействие природных внешних условий на технические изделия, общая характеристика. Землетрясения
ГОСТ Р МЭК 60695-1-1-2003	Испытания на пожарную опасность. Часть 1-1. Руководство по оценке пожарной опасности электротехнических изделий. Основные положения.
ГОСТ 27.301-95	Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения
ГОСТ Р 27.607-2013	Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов
ГОСТ Р 55838-2013	Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к безопасному хранению списанных изделий перед утилизацией
ГОСТ 30631-99	Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации
ГОСТ 30546.1-98	Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости
ГОСТ 23170-78	Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия
ГОСТ Р МЭК 62657-2-2016	Сети промышленной коммуникации. Беспроволочные коммуникационные сети. Часть 2. Обеспечение совместимости
ГОСТ Р МЭК 62620-2016	Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие неокислотные электролиты. Аккумуляторы и батареи литиевые для промышленных применений
ГОСТ Р 56127-2014	Возобновляемая энергетика. Солнечная энергетика. Элементы солнечные. Техническое описание и технологические данные солнечных элементов на основе кристаллического кремния
ГОСТ 12.2.003-91	Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов

3. Сокращения и обозначения

В настоящем РЭ применены следующие сокращения:

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

БС – базовая станция;

ОПН – ограничитель перенапряжений нелинейный;

Датчик – общее обозначение датчика ОПНД (интеллектуального датчика контроля технического состояния ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН));

ОПНД-1 – датчик ОПНД (интеллектуальный датчик контроля технического состояния ОПН), снабженный внутренним элементом питания (батарейкой), не обладающий расширенным функционалом, цвет - зеленый;

ОПНД-2 – датчик ОПНД (интеллектуальный датчик контроля технического состояния ОПН), снабженный внутренним элементом питания (батарейкой), обладающий расширенным функционалом, цвет - синий;

ОПНД-3 – датчик ОПНД (интеллектуальный датчик контроля технического состояния ОПН), снабженный внутренним элементом питания (ионистором) и солнечной батареей, обладающий расширенным функционалом, цвет - зеленый;

ОПНД-4 – датчик ОПНД (проводной интеллектуальный датчик контроля технического состояния ОПН с интерфейсом внешней связи RS-485), снабженный электронной платой для подключения к внешнему источнику питания и приемнику информации, обладающий расширенным функционалом, цвет - синий;

ТУ – технические условия;

4. Условия безопасности и охраны окружающей среды

4.1 Условия безопасности

1. Степень защиты датчиков от проникновения пыли и воды по ГОСТ 14254-2015 – IP65.
2. Технические средства датчиков обеспечивают защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током в соответствии с ГОСТ 12.2.003 и ГОСТ 12.2.007.0-75, по условиям пожаробезопасности – ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.2.007.0-75.
3. По способу защиты человека от поражения электрическим током технические средства датчиков соответствуют классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75 п.2.1., а именно, предназначенные для работы при безопасном сверхнизком напряжении, не имеющие ни внешних, ни внутренних электрических цепей, работающих при другом напряжении.
4. Датчики имеют шпильку с резьбой с обеих сторон для присоединения к проводу (шине), заземляющему ОПН, и заземляющий зажим в виде гайки (гаек) диаметром, обеспечивающим прохождение тока утечки с минимальными потерями, выполненный из металла, стойкого к коррозии или покрытого металлом, предохраняющим его от коррозии. На корпусах датчиков имеется изображение стрелки, указывающей направление протекания тока утечки на землю и регламентирующей тем самым способ подключения датчиков в разрыв провода (шины) заземляющего ОПН.
5. Значение сопротивления между заземляющим болтом и всеми доступными прикосновению токоведущими частями датчиков, которые могут оказаться под напряжением, по ГОСТ 12.2.007.0-75 не превышает 0,1 Ом.
6. Сопротивление электрической изоляции цепей в пределах одного датчика по ГОСТ Р 52931-2008, ГОСТ 1516.3-96 составляет не менее 100 МОм. Прочность электрической изоляции соответствует ГОСТ Р 52931-2008.
7. Зажимы вводного устройства (шпильки) имеют особенности:
 - Подключение проводов (шин) к корпусам осуществляется через прочное винтовое соединение. При этом исключается возможность повреждения изоляции корпусов в процессе монтажа и эксплуатации изделия при соблюдении соответствующих правил и инструкций.
 - Конструкция и материал вводного устройства (шпильки) исключают возможность случайного прикосновения к токоведущим частям электрических перекрытий, а также замыкания проводников на корпус и накоротко.
 - Винтовые контактные соединения датчиков осуществляются с использованием пружинных шайб и контргаек, что исключает возможность ослабления винтового соединения, а следовательно, эти соединения не являются источниками зажигания в режиме «плохого» контакта.
8. В датчиках ОПНД-3 применяется предупредительная сигнализация, выполненная в виде светодиода и применяемая при настройке его параметров.
9. В датчиках ОПНД-4 для подключения внешнего источника питания и интерфейса RS-485 используется специальный вывод.
10. Изоляция датчиков ОПНД-4 способна выдержать без повреждений одноминутное переменное напряжение частотой (50 ± 2) Гц: 1,5 кВ для линий электропитания относительно земли.
11. Безопасность оборудования информационных технологий соответствует ГОСТ Р МЭК 60950-2002.

4.2 Условия охраны окружающей среды

Датчики экологически безопасны, а при хранении и эксплуатации не выделяют опасных веществ и излучений, вредных для окружающей природной среды, для здоровья и генетического фонда человека (ГОСТ Р 55838-2013).

Утилизация датчиков выполняется без сжигания их конструктивных элементов во избежание выделения вредных веществ.

4.3 Условия по пожарной безопасности

Вероятность возникновения пожара в датчиках мала и была оценена в процессе их

испытаний по определению показателя пожарной опасности отдельных элементов датчиков (ГОСТ Р МЭК 60695-1-1-2003).

Значение критерия оценки показателя пожарной опасности по ГОСТ 27570.0-87 (п. 30.1) не превышает 2,0.

5. Технические характеристики

5.1 Основные параметры и характеристики

Датчики соответствуют ВЦ.411122.004 ТУ, комплекту ВЦ. 411122.004.101 КД, ВЦ. 411122.004.102 КД, ВЦ. 411122.004.103 КД, ВЦ. 411122.004.104 КД, ГОСТ12.2.003-91, ГОСТ12.2.007.0-75 и ГОСТ12.1.004-91.

Датчики обладают функционалом, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Функционал датчиков

№	Требование	ОПНД-1	ОПНД-2	ОПНД-3	ОПНД-4
1.	Сбор данных для дальнейшей диагностики и контроля технического состояния высоковольтных ОПН в режиме мониторинга на верхнем программном уровне	+	+	+	+
2.	Измерение токов утечки через ОПН	+	+	+	+
3.	Контроль количества срабатываний ОПН	+	+	+	+
4.	Регистрация тока утечки, по которому определяются: гармоники, полный и активный токи	+	+	+	+
5.	Контроль величины действующего значения тока утечки ОПН при помощи встроенного микропроцессора	+	+	+	+
6.	Разделение полного тока на активную и емкостную составляющие при помощи встроенного микропроцессора	+	+	+	+
7.	Периодический контроль срабатываний ОПН	+			
8.	Постоянный контроль срабатываний ОПН		+	+	+
9.	Определение величины тока, прошедшего по цепи заземления		+	+	+
10.	Оценка температуры окружающей среды по встроенному в MCU датчику	+	+	+	+
		(доп. опция)	(доп. опция)	(доп. опция)	(доп. опция)
11.	Комплексный анализ перечисленных параметров в системе мониторинга датчиков на верхнем программном уровне, в результате которого рассчитывается текущее техническое состояние ОПН	+	+	+	+
12.	Регистрация срабатываний ОПН по прошедшему току		+	+	+
13.	Подсчет и хранение данных о токах в памяти ОПНД-датчиков, вследствие чего увеличивается счетчик тока, к которому он принадлежит		+	+	+
14.	Оценка состояния ОПН по встроенному правилу для токов утечки: хороший, ухудшенный, плохой		+	+	+
15.	Регистрация и суммирование полной энергии токов, поглощенных контролируемым ОПН		+	+	+
16.	Передача результатов измерений в АСУ ТП для дальнейшей диагностики и контроля технического состояния высоковольтных ОПН при помощи встроенного в датчики модуля связи	+	+	+	+
17.	Интервал отправки данных из датчиков в АСУ ТП *	1 мин	1 мин	6 час	1 мин
18.	Интервал измерения *	1 мин	1 мин	6 час	1 мин
19.	Дополнительное оборудование для передачи результатов измерений из датчиков в АСУ ТП	WDM-T (WDM-TI) + ПО	WDM-T (WDM-TI) + ПО	БС «Вега» + комплект ПО	ОПН-Монитор
20.	Датчики сохраняет свою работоспособность в течение длительного промежутка времени без подключения к внешнему источнику электропитания	+	+	+	–
		(встроенная батарея SB-A01, 3,6 В)	(встроенная батарея SB-A01, 3,6 В)	(встроенный ионистор ESHSR-0025C0-002R7, 2,7 В + солн.панель)	(внешний источник 5 В)

Условия эксплуатации датчиков всех модификаций представлены в таблице 4 (ГОСТ 15150–69).

Таблица 4 - Условия эксплуатации датчиков

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1.	Допустимый диапазон температур эксплуатации	°С	от -45 до +60
2.	Относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, без конденсации влаги	%	до 95±2
3.	Атмосферное давление	кПа	от 84 до 106,7
4.	Эксплуатация в атмосфере без агрессивных сред		Да

Условия эксплуатации программно-технических комплексов, взаимодействующих с датчиками представлены в таблице 5 (ГОСТ 15150–69).

Таблица 5 - Условия эксплуатации программно-технических комплексов, взаимодействующих с датчиками

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1.	Допустимый диапазон температур эксплуатации	°С	от +15 до +30
2.	Относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, без конденсации влаги	%	до 90
3.	Атмосферное давление	кПа	от 84 до 106,7

Датчики по ГОСТ 17516.1-90, ГОСТ 30631–99 соответствуют группе механического исполнения – М6.

Покупные изделия и материалы, применяемые в датчиках, соответствуют нормативно-технической документации на них.

Датчики по сейсмостойкости (устойчивости к воздействию внешних факторов при землетрясениях) выдерживают воздействия не ниже уровня 6 в соответствии с модифицированной шкалой МЕРКАЛИ (MSK-64) (ГОСТ 30546.1–98; таблица 1, ГОСТ 30630.5.4-2013).

Климатическое исполнение датчиков выполняется по ГОСТ 15150-69 – У1.

Все модификации датчиков обеспечивают измерение параметров в интервалах и с пределами погрешностей (ГОСТ 12.2.091-2012), указанными в таблице 6, что соответствует ВЦ.411122.004 ТУ в части погрешности измерения тока утечки изоляции.

Таблица 6 – Метрологические характеристики датчиков

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1.	Диапазон измерений силы переменного тока (тока утечки) частотой 50, 150 и 250 Гц	мА	от 0,1 до 10
2.	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока частотой 50, 150 и 250 Гц, при силе тока (I): 0,1 < ток < 1,0 мА 1,0 ≤ ток ≤ 10 мА		
		%	±10
		%	±5
Примечание: Значения характеристик оборудования сторонних производителей указаны с учётом данных из эксплуатационных документов оборудования сторонних производителей.			

Датчики, в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62657-2-2016, осуществляют передачу информации дополнительным устройствам, тип которых зависит от модификации датчика (таблица 1).

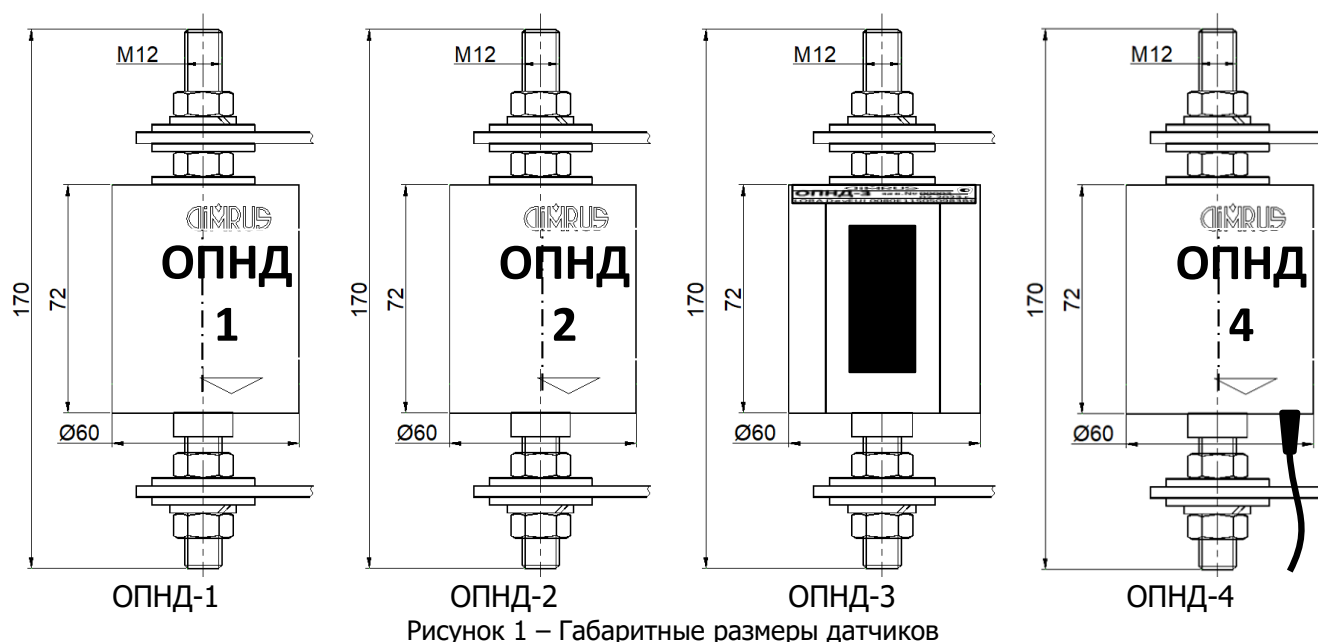
5.2 Габаритные и установочные размеры

Датчики имеют силиконовый герметичный корпус, обеспечивающий защиту электронных плат от механических повреждений, предохранения от воздействия электромагнитного излучения, пыли, водяных струй и для удобства монтажа на месте эксплуатации.

Габаритные и установочные размеры датчиков представлены на рисунке 1 и в таблице 7.

Таблица 7 – Габаритные размеры датчиков

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1.	Диаметр датчика в сборе	мм	не более 60
2.	Высота датчика в сборе	мм	не более 170
3.	Диаметр датчика без шпильки	мм	не более 60
4.	Высота датчика без шпильки	мм	не более 72
5.	Диаметр шпильки	мм	М12
6.	Длина шпильки	мм	не более 170



Масса датчиков составляет не более 0,55 кг.

Датчики монтируются на объекте на стойке ОПН с элементами защиты (изоляторами) от замыкания на корпус стойки (рисунок 2).

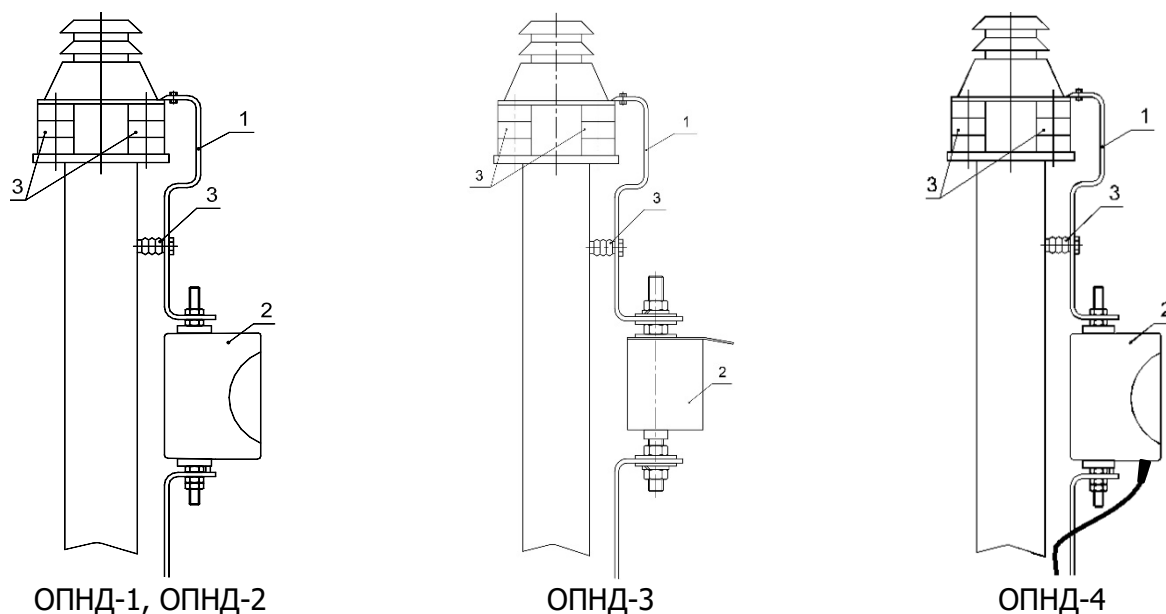


Рисунок 2 – Схема размещения и подключения датчиков:

1) заземляющий провод ОПН; 2) датчик; 3) изолятор

Датчики состоят из:

1. Датчик ОПНД;
2. Комплект присоединения датчика к стойке ОПН;
3. Программное обеспечение (к ОПНД-3 «внешнее» программное обеспечение не прилагается).

Маркировка датчиков соответствует ГОСТ 12.2.007.0-75 и ВЦ.411122.004 ТУ.

Датчики упаковываются в соответствии с ГОСТ 23170-78, ГОСТ Р 52931-2008 с учетом условий хранения, транспортирования и сроков хранения.

Транспортирование датчиков осуществляется при средних условиях (С) по ГОСТ 23216-78. Датчик полностью соответствуют ВЦ.411122.004 ТУ после транспортирования при соблюдении соответствующих правил.

Датчики устойчивы к вибрации по ГОСТ Р 52931-2008.

5.3 Электропитание датчиков

Питание датчиков, в зависимости от модификации, осуществляться от встроенного накопителя (соответствует ГОСТ Р МЭК 62620-2016) и солнечной панели (соответствует ГОСТ Р 56127-2014) (таблица 8).

Таблица 8 – Параметры и характеристики источников электроэнергии датчиков

№	Параметр	ОПНД-1	ОПНД-2	ОПНД-3	ОПНД-4
1.	Источник питания	встроенный (батарея SB-A01)	встроенный (батарея SB-A01)	встроенный (ионистор ESHSR-0025C0-002R7) + солнечная панель	внешний
2.	Напряжение на источнике питания, В	3,6	3,6	на солн. панели: от 3,35 до 4,15 на ионисторе: от 2,0 до 2,7	5
3.	Ток в режиме ожидания, мкА			не более 10	
4.	Ток при регистрации, мА			не более 7	
5.	Ток при отправке данных (максимальная мощность), мА			не более 90	
6.	Средний срок службы встроенного элемента питания не менее, лет	20	20	20	
7.	Емкость встроенного ионистора, Ф			25	
8.	Полная зарядка внутреннего накопителя энергии при освещенности 40000 Lux, час			0,5	
9.	Автономная работа от встроенного накопителя с полным зарядом, сутки			6	

Потребляемая мощность датчиков всех модификаций составляет не более 0,5 Вт.

5.4 Надежность

Вероятность безотказной работы датчиков $P(t)$ за время 75000 ч составляет не менее 0,95.

Средний срок службы датчиков составляет не менее 150000 часов.

Средняя наработка датчиков на отказ составляет не менее 75000 часов.

Оценка надежности датчиков осуществляется в соответствии с ГОСТ 27.301-95, ГОСТ Р 27.607-2013 и ГОСТ Р 27.403-2009.

Срок сохранности первичной информации:

- ОПНД-1: встроенной памяти нет; при включении датчика ячейки памяти фиксируют данные, которые передаются на базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI); ячейки памяти обнуляются; данные хранятся только на верхнем программном уровне;
- ОПНД-2: встроенная память функционирует при включенном внутреннем элементе питания (батареике); первичные данные в памяти сохраняются в течение всего срока службы батарейки – не менее 20 лет;
- ОПНД-3: встроенная память функционирует при включенном внутреннем элементе питания (ионисторе); первичные данные в памяти сохраняются в течение всего срока службы ионистора при его постоянной подзарядке от солнечной панели – не менее 20 лет;
- ОПНД-4: встроенная энергонезависимая память функционирует при включенном или выключенном внешнем источнике питания; первичные данные в памяти сохраняются в течение всего срока службы устройства.

В процессе эксплуатации все датчики обеспечивают полную техническую взаимозаменяемость, при этом требуется только программная переконфигурация в соответствии с техническим заданием заказчика (потребителя).

Датчики автоматически восстанавливают свою работоспособность в случае несанкционированных переключений.

5.5 Комплектность

Стандартная комплектность поставки датчиков указана в таблице 9.

Таблица 9 – Комплектность поставки датчиков

Наименование		Обозначение	Количество	Примечание
Датчики	ОПНД-1	ВЦ.411122.004.101	1 шт.	Поставляется модификация датчика на выбор заказчика
	ОПНД-2	ВЦ.411122.004.102		
	ОПНД-3 ³	ВЦ.411122.004.103		
	ОПНД-4	ВЦ.411122.004.104		
Комплект крепежа датчика к стойке ОПН		-	1 комплект	гайка М12 – 3 шт., шайба М12 – 4 шт., шайба-гровер М12 – 2 шт.
Паспорт	ОПНД-1	ВЦ.411122.004.101 ПС	1 экз.	Поставляется паспорт соответствующей модификации датчика
	ОПНД-2	ВЦ.411122.004.102 ПС		
	ОПНД-3 ³	ВЦ.411122.004.103 ПС		
	ОПНД-4	ВЦ.411122.004.104 ПС		
Руководство по эксплуатации		ВЦ.411122.004 РЭ	1 экз.	-
Базовый модуль-приемник ¹	WDM-T	ВЦ.405299.007, ВЦ.405299.010	1 шт.	Поставляется модификация базового модуль-приемника на выбор заказчика
	WDM-TI	ВЦ.405299.009, ВЦ.405299.011		
Комплект монтажных частей для базового модуль-приемника ¹		-	1 комплект	Комплект крепежа М4 (винт М4х20, гайка, шайба, шайба пружинная) – 4 комплекта; кабельные наконечники – 1 комплект
Паспорт базового модуль-приемника ¹	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 ¹	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 ²		ВЦ.411122.019	1 шт.	-
Комплект монтажных частей для коммутационного устройства ОПН-Монитор ²		-	1 комплект	Ключ от замка монтажного шкафа – 1 шт.; крепеж М10 (болт М10х30, шайба пружинная, шайба кузовная) – 4 комплекта; кабельные наконечники – 1 комплект; зажим для крепления металлорукава (по кол-ву кабельных вводов) – 1 комплект
Паспорт коммутационного устройства ОПН-Монитор ²		ВЦ.411122.019 ПС	1 экз.	-
Руководство по эксплуатации коммутационного устройства ОПН-Монитор ²		ВЦ.411122.019 РЭ	1 экз.	-

¹ – данная позиция определяется договором и ведомостью поставки по согласованию с заказчиком и может поставляться совместно с датчиками ОПНД-1 или ОПНД-2.

² – данная позиция определяется договором и ведомостью поставки по согласованию с заказчиком и может поставляться совместно с датчиком ОПНД-4.

³ – датчик ОПНД-3 может эксплуатироваться совместно с базовой станцией «Вега» (версии не ниже БС-1.2).

5.6 Технические особенности датчиков

Передача информации из датчиков в системы верхнего уровня осуществляется с применением следующего дополнительного оборудования:

- базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) для ОПНД-1 и ОПНД-2 (приложение А);
- базовую станцию «Вега» (версия не ниже БС-1.2) для ОПНД-3 (приложения Б, В);
- коммутационное устройство ОПН-Монитор для ОПНД-4 (приложение Г).

Применение дополнительных устройств позволяет организовать гибкую систему сбора информации с тех ОПН, которые задействованы на предприятии заказчика (потребителя).

ОПНД-3 обеспечивают: информирование о длительности процесса измерения, который отображается свечением встроенного светодиода; в прибор встроен геркон со стороны светодиода для изменения интервалов измерения и отправки данных; геркон используется для проверки работоспособности ОПНД-3; интервал измерения/отправки данных временно уменьшается с 6 часов до 15 секунд с шагом 15 секунд и действует только на время поднесения магнита к датчику (срабатывание геркона).

ОПНД-4 обеспечивают передачу информации в коммутационное устройство ОПН-Монитор и далее в АСУ ТП по проводному интерфейсу RS-485.

Полученную информацию датчики модификаций ОПНД-2, ОПНД-3, ОПНД-4 хранят в энергонезависимой памяти. ОПНД-1 отправляет информацию о срабатывании ОПН с интервалом 1 мин.

6. Устройство и работа датчиков

6.1. Принцип действия датчиков

Датчики ОПНД состоят из датчика тока утечки ОПН, установленного на проходной шпильке универсальной электронной платы. В датчиках ОПНД устанавливается также:

- ОПНД-1: встроенный элемент питания (батарея);
- ОПНД-2: встроенный элемент питания (батарея);
- ОПНД-3: встроенный элемент питания (ионистор) и солнечная батарея;
- ОПНД-4: плата подключения к внешнему источнику питания.

Датчики выполнены в защитном корпусе (цвет зависит от модификации).

При помощи встроенного микропроцессора в датчиках рассчитывается действующее значение тока утечки, разделяются его емкостная и активная составляющие. Для проведения диагностики и оценки технического состояния ОПН в датчиках рассчитываются гармоники в общем токе утечки.

На основании анализа этих параметров рассчитывается текущее техническое состояние ОПН, определяется соответствие его текущих характеристик приложенному рабочему напряжению.

Результаты измерений и оценки состояния передаются в систему АСУ ТП при помощи встроенного в датчики модуля связи в зависимости от модификации.

Удобство монтажа и автономность использования датчиков обеспечивается за счет особенностей его конструкции:

- Монтаж датчиков осуществляется путем его врезки в цепь заземления, контролируемого ОПН.

- Питание микропроцессорной платы датчиков производится от встроенного элемента питания или внешнего источника в зависимости от модификации (п. 5.3 настоящих РЭ); для передачи информации в АСУ ТП используется дополнительное оборудование в зависимости от модификации (п. 5.6 настоящих РЭ). Для контроля эксплуатационного ресурса встроенного элемента питания его напряжение регистрируется при каждом замере и передается в систему мониторинга вместе с параметрами ОПН.

- За счет использования прочного силиконового корпуса, внутреннее пространство которого заполняется двухкомпонентным компаундом, датчики не нуждаются в обслуживании в течение всего срока его эксплуатации.

6.2. Структура данных, передаваемых датчиками ОПНД-1, ОПНД-2

Формат Modbus-регистров для ОПНД-1 (корпус имеет зеленый цвет) представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Формат Modbus-регистров для ОПНД-1

Адрес	Параметр	Ед. изм.	Тип данных	Значение *А	Значение +В
Данные					
1	Версия ПО		UINT16	1	0
2	Версия аппарат.		UINT16	1	0
3	Батарея	В	UINT16	0,001	0
4	Температура	°С	INT16	0,01	-70
5	СКЗ тока	мА	UINT16	0,001	0
6	СКЗ гармоники 1	мА	UINT16	0,001	0
7	СКЗ гармоники 3	мА	UINT16	0,001	0
8	СКЗ гармоники 5	мА	UINT16	0,001	0
9	Активный ток	мА	UINT16	0,001	0
16001	Уровень сигнала	дБм	INT8	1	0
Статус					
16000	Таймаут		UINT8	1	0

Формат Modbus-регистров для ОПНД-2 (корпус имеет синий цвет) представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Формат Modbus-регистров для ОПНД-2

Адрес	Параметр	Единицы измерения	Тип данных	Значение *А	Значение +В
Данные					
1	Версия ПО		UINT16	1	0
2	Батарея	В	UINT16	0,001	0
3	СКЗ гармоники 1 (I1)	мА	UINT16	0,001	0
4	СКЗ гармоники 3 (I3)	мА	UINT16	0,001	0
5	СКЗ гармоники 5 (I5)	мА	UINT16	0,001	0
6	Имп. диапазон. 0	-	UINT16	1	0
7	Имп. диапазон. 1	-	UINT16	1	0
8	Имп. диапазон. 2	-	UINT16	1	0
9	Имп. диапазон. 3	-	UINT16	1	0
16001	Уровень сигнала	дБм	INT8	1	0
Статус					
16000	Таймаут		UINT8	1	0

6.3. Структура данных, передаваемых датчиком ОПНД-3

Структура данных в радиоканале представлена в таблице 12.

Таблица 12 - Структура данных в радиоканале ОПН-датчик

№	Тип	Описание	Название
0	u8	длина данных (при равенстве 48)	Length
1	u8	версия программного обеспечения	ver_FW
2-3	u16	контрольная сумма (занулить перед расчетом)	crc
3-6	u32	сквозной номер измерения	iMeas
7-8	u16	серийный номер устройства	Serial
9	u8	напряжение на ионисторе, [мВ/16]	Ionistor_mV_d16
10	s8	температура MCU, [°C]	Temperature_C
11-12	u16	суммарный ток, [мкА]	Yrms_mкA
13-14	u16	активный ток, [мкА]	Yact_mкA
15-22	u16[4]	величины гармоник	Hrms_mкA
23-26	u8 [4]	частоты определяемых гармоник	Harm_Hz
27-43	U32[4]	Количество импульсов в зонах: 0 – до 1кА 1 – 1-5 кА 2 – 5-10 кА 3 – свыше 10 кА	Pulses
44	u8	Битовые флаги состояний 0-IsExist_Factory // калибровки обнаружены 1-IsError_Load // аккумулятор был загружен с ошибкой 2-Meas_Or_nSend // индикатор цикла измерения 3-7-резерв	Flags
45	u8	состояние OPN 0-OPNSos_None 1-OPNSos_Good // хороший 2-OPNSos_Warning // ухудшенный 3-OPNSos_Alarm // плохой 4-OPNSos_Unknowwn	OPN_state
46-47	u16	число пришедших, пробуждающих импульсов тока	Pulses_WakeUp

6.4. Структура данных, передаваемых датчиком ОПНД-4

Нумерация адресов регистров MODBUS начинается с 1, функция 3.

Карта регистров датчика ОПНД-4 (RS-485) представлена в таблице 13

Таблица 13 - Список Modbus-регистров

Адрес регистра	Наименование	Доступ	Множитель	Тип	Диапазон	Единицы измерения
Сервисные данные						
1	Версия	R	1	UINT16	1-65535	-
Текущие данные						
2	Ток 1й гармоники	R	0,001	UINT16	0-10	мА
3	Ток 2й гармоники	R	0,001	UINT16	0-10	мА
4	Ток 3й гармоники	R	0,001	UINT16	0-10	мА
5	Активный ток	R	0,001	UINT16	0-10	мА
9	Полный ток	R	0,001	UINT16	0-10	мА
10	Температура	R	0.01	INT16	-40÷125	°C
202	Количество импульсов диапазон 1 (100A..999A)	R	1	UINT16	0-65535	-
204	Количество импульсов диапазон 2 (1000A..4999A)	R	1	UINT16	0-65535	-
206	Количество импульсов диапазон 3 (5000A...9999A)	R	1	UINT16	0-65535	-
208	Количество импульсов диапазон 4 (>10000A)	R	1	UINT16	0-65535	-
Настройки						
101	Текущее время прибора	R/W	1	UINT16	0-59	Сек.
102	Текущее время прибора	R/W	1	UINT16	0-59	Мин.
103	Текущее время прибора	R/W	1	UINT16	0-23	Час.
104	Текущее время прибора	R/W	1	UINT16	1-31	День
105	Текущее время прибора	R/W	1	UINT16	1-12	Месяц
106	Текущее время прибора ¹	R/W	1	UINT16	2000-...	Год
301	Адрес Modbus ²	R/W	1	UINT16	1-254	-
302	Скорость	R/W	1	UINT16	0 - 9600 1 - 19200 2 - 38400 3 - 57600 4 - 115200	-
303	Бит данных	R/W	1	UINT16	0 - 5 1 - 6 2 - 7 3 - 8	-
304	Четность	R/W	1	UINT16	0 - нет 1 - чет 2 - нечет 3 - ноль 4 - один	-
305	Стоповых бит	R/W	1	UINT16	0 - 1 1 - 2	-
306	Включение Bluetooth	R/W	1	UINT16	0-1	-

¹ – При записи года устанавливается время в часах прибора.

² – Прибор OPN-Monitor опрашивает датчики по адресам: 241 (фаза А), 242 (фаза В), 243 (фаза С), 244 (фаза N).

Кроме стандартных функций Modbus, в приборе доступна расширенная текстовая – 71. Ее формат приведен на рисунке 3.

Запрос:

0	1	2	3	4	5...	N-1	N
Адрес прибора	Номер функции (71)	Размер данных Lo	Размер данных Hi	Data	Data	CRC Lo	CRC Hi

Ответ:

0	1	2	3	4	5...	N-1	N
Адрес прибора	Номер функции (71)	Размер данных Lo	Размер данных Hi	Data	Data	CRC Lo	CRC Hi

Рисунок 3 – Формат запроса и ответа расширенной текстовой функции Modbus

Программу для работы со строковыми командами, а также просмотра данных (ARM9MODBUS) можно скачать с сайта <https://dimrus.ru> (таблица 14).

Таблица 14 - Список строковых команд

Команда	Описание
VER ?	Получить версию программного обеспечения
DEVICETYPE ?	Получить строку с типом прибора
SERIAL ?	Получить серийный номер прибора
MAC ?	Получить MAC адрес прибора
TIME ?	Получить время прибора в формате YYYYMMDD HHmmSS
TIME YYYYMMDD HHmmSS	Установить время прибора
SETADDR A	Установить Modbus-адрес A (241-244)

7. Установка датчиков на объекте

1. Монтаж датчиков производится лицами, ознакомленными с его устройством и приведенными ниже правилами.

2. Датчики включаются последовательно в цепь заземления ОПН в соответствии со схемой включения, приведенной на рисунке 2.

3. В процессе установки датчиков выполняется следующее:

- нижний фланец ОПН изолируется от заземленного основания, на котором он устанавливается с помощью специальных изолирующих приспособлений (втулок, прокладок), входящих в комплект поставки ОПН;

- отрезок шины заземления, которым датчики соединяются с нижним фланцем ОПН, не касается заземленных конструкций;

- стрелка на корпусе ОПНД-1, ОПНД-2 и ОПНД-4 направляется в сторону заземлителя;

- расположение ОПНД-1 и ОПНД-2 обеспечивает отсутствие между датчиком и базовым модуль-приемником WDM-T (WDM-TI) элементов конструкций, препятствующих прохождению сигнала;

- ОПНД-3 устанавливается вертикально на стойке ОПН защитным козырьком (идентификационной пластиной) вверх;

- солнечная панель ОПНД-3 следует ориентировать на юг для обеспечения длительного интервала времени ее освещения;

- расположение ОПНД-4 выполнить так, чтобы обеспечивалось удобство прокладки кабеля, подключенного к специальному выводу датчика с одной стороны и приемной аппаратуры – с другой (коммутационное устройство ОПН-Монитор или средства связи АСУ ТП) (приложение Г).

8. Маркировка датчиков

1. Маркировка датчиков проводится в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ВЦ.411122.004 ТУ.

2. Датчики имеют заводские номера в числовом формате, обеспечивающие идентификацию каждого экземпляра.

3. На паспортной табличке датчиков нанесено:

- наименование датчика;
- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- заводской номер по системе нумерации изготовителя;
- дата изготовления, состоящая из числового обозначения месяца и года;
- знак утверждения типа;
- идентификатор устройства для передачи данных.

4. На самоклеящиеся этикетки, выполненные в виде металлического или полимерного шильда, жестко закрепленные на корпусе для датчиков ОПНД-1, ОПНД-2, ОПНД-4 или козырьке для датчиков ОПНД-3 (рисунок 4) наносятся:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа,
- обозначение (название) изделия,
- заводской номер,
- дата изготовления (месяц, год),
- идентификатор устройства для передачи данных.



Рисунок 4 – Маркировка датчиков

5. Маркировка транспортной тары (основные, дополнительные и информационные надписи) выполняется по ГОСТ 14192-96 и содержать манипуляционные знаки: ХРУПКОЕ, ОСТОРОЖНО!, БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ, ВЕРХ.

9. Упаковка датчиков

1. Датчики упаковываются в соответствии с требованиями Технологической Инструкции № 73 (Инструкция по упаковке готовой продукции), соответствующей ГОСТ 23170-78, ГОСТ 23088-80, ГОСТ Р 52931-2008 с учетом условий хранения, транспортирования и сроков хранения, а также ВЦ.411122.004 ТУ на изделие.

2. Упаковка ОПН-датчиков обеспечивает соблюдение ГОСТ Р 52931-2008:

- упаковка производится в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей;

- упакованные изделия рассчитаны на транспортирование одним или несколькими видами транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта. Вид и категория транспортирования указаны в конструкторской и сопроводительной документации;

- упаковка не имеет острых выступающих частей (гвоздей, концов проволоки и т.д.), углов, кромок и поверхностей с неровностями, которые могут нанести повреждения транспортным средствам, их внутреннему оборудованию, упаковке других грузовых мест и обслуживающему персоналу;

- сопроводительная документация, прилагаемая к датчикам, герметично упакована в пакет, изготовленный из полиэтиленовой пленки.

10. Использование датчиков по назначению

10.1 Эксплуатационные ограничения

1. Датчики предназначены для эксплуатации в условиях, указанных в таблице 4.
2. Программно-технические комплексы, взаимодействующие с датчиками, предназначены для эксплуатации в условиях, указанных в таблице 5.
3. При эксплуатации датчиков недопустимо наличие в воздухе паров кислот, щелочей, примесей аммиака, сернистых и других агрессивных газов, вызывающих коррозию.

10.2 Подготовка к использованию

Меры безопасности при подготовке изделия.

1. Эксплуатация датчиков производится в соответствии с настоящим РЭ.

Запрещается работать с ОПН-датчиками лицам, не сдавшим зачет по технике безопасности.

2. Эксплуатацию датчиков следует осуществлять лицам, достигшим 18-ти лет, знающие правила эксплуатации электрооборудования, изучившим руководство по эксплуатации, аттестованным и допущенным приказом администрации к работе с указанным изделием и имеющим квалификационную группу не ниже III при работе с электроустановками и прошедшим инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

3. При работе с датчиками соблюдайте «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

4. Датчики эксплуатируются непрерывно на протяжении всего эксплуатационного периода, кроме времени, отведенного на их замену.

5. Подключать датчики следует только при выключенном электропитании оборудования, на котором они устанавливаются.

6. При работе со входными измерительными цепями дополнительно руководствоваться правилами электробезопасности на устройства – источниках измерительных сигналов.

7. При работе с датчиками опасным производственным фактором является напряжение, превышающее номинальное.

8. Техническое обслуживание датчиков не требуется в течение гарантийного срока службы устройства.

9. Возможно отключение датчиков на время, необходимое для замены нерабочего устройства, требующего технического обслуживания, на исправный аналог.

10. Запрещается эксплуатация датчиков с механическими повреждениями.

10.3 Объём и последовательность внешнего осмотра

Перед вводом в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации датчики подвергаются внешнему осмотру, при котором следует проверять:

- комплектность;
- отсутствие повреждений изоляции корпуса;
- отсутствие механических повреждений;
- состояние разъемных соединений;
- работу индикации (при ее наличии).

10.4 Перечень возможных неисправностей

Перечень возможных неисправностей в процессе использования датчиков и рекомендации по их устранению указаны в таблице 15.

Таблица 15 - Возможные неисправности и способы их устранения

№ п/п	Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
1.	Отсутствует мигание светодиода через интервал 15 сек при поднесенном магните	Прибор разряжен	Необходимо зарядить от солнца или лампой накаливания (полный заряд 5-15 мин... 75Вт на расстоянии 1 см от солнечной панели)	ОПНД-3
2.	Отсутствует подключение к базовой станции LoRaWan	Неверно указан id прибора	Сличить с надписью на лицевой панели прибора	ОПНД-3
3.	Отсутствует подключение к базовой станции LoRaWan, светодиод при этом мигает	Базовая станция слишком далеко или сигнал экранируется	Улучшить радиоприем – уменьшить расстояние или уменьшить количество перегородок между датчиком и станцией	ОПНД-3
4.	Базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) не обнаруживает датчик	Неверно указан id прибора	Сличить с надписью на лицевой панели прибора	ОПНД-1, ОПНД-2
		Разряжен внутренний элемент питания	Заменить прибор	
		Устройство сбора информации слишком далеко или сигнал экранируется	Улучшить радиоприем – уменьшить расстояние или уменьшить количество перегородок между датчиком и устройством	
5.	На экране коммутационного устройства ОПН-Монитор не отображается никакой информации, на запросы по интерфейсам RS-485 и USB модуль не отвечает	– отсутствует питание модуля;	Подать питание на модуль	ОПНД-4
		– перегорел плавкий предохранитель	Заменить предохранитель. В случае повторного перегорания предохранителя повторная замена запрещается. Модуль должен быть отправлен на ремонт в фирму - изготовитель	ОПНД-4
6.	Отсутствует связь коммутационного устройства ОПН-Монитор с одним из датчиков	– Неисправен датчик	Заменить датчик	ОПНД-4
		– Перебит один из проводов в кабеле связи	Проверить кабель, при необходимости заменить	ОПНД-4
7.	Отсутствует связь коммутационного устройства ОПН-Монитор с несколькими датчиками	– Несколько датчиков имеют одинаковые адреса	Проверить соответствие настроек датчиков по фазе, на которой он установлен	ОПНД-4
8.	Главный модуль не отвечает по интерфейсу RS-485, но USB модуль доступен, на экране коммутационного устройства ОПН-Монитор отображается информация	– Настройки интерфейса RS-485 в ПО не соответствуют настройкам прибора	Изменить настройки ПО или прибора (скорость, адрес прибора)	ОПНД-4

10.5 Перечень ремонтных работ, производимых в месте установки датчиков

Ремонт невозможен.

10.6 Случаи обращения к предприятию-производителю датчиков

Во всех случаях следует обратиться на предприятие-изготовитель.

Ремонт невозможен.

11. Техническое обслуживание датчиков

11.1 Общие указания

Эксплуатационный надзор за работой датчиков производится лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

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

Виды и периодичность технического обслуживания указаны в таблице 16.

Таблица 16 - Виды и периодичность технического обслуживания

Вид технического обслуживания	Периодичность проверки	Выполняемые работы	Кто обслуживает
Технический осмотр	При каждом использовании	Контроль за работой датчиков (для ОПНД-3 по индикаторам состояния), внешний осмотр	Ответственный за обслуживание персонал
Плановая ревизия	1 раз в год	Внешний осмотр Проверка факта передачи информации от датчиков в АСУ ТП	Ответственный за обслуживание персонал
Внеплановое обслуживание	При возникновении неисправностей		Ответственный за обслуживание персонал

11.2 Меры безопасности

При работе необходимо:

- соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- подключать внешние цепи только при выключенном напряжении электропитания оборудования, на котором устанавливаются датчики;
- датчик ОПНД-4 отключать от принимающей аппаратуры при его включении.

К выполнению технического обслуживания датчиков допускаются лица, достигшие восемнадцатилетнего возраста, имеющие группу по электробезопасности не ниже III и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Порядок технического обслуживания указан в таблице 16.

12. Хранение датчиков

Условия хранения датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе условий хранения Л ГОСТ 15150-69.

В местах хранения не допускается наличие паров ртути, щелочей и других химических веществ, вызывающих коррозию.

По истечении срока хранения датчики подлежат сдаче в металлолом в специализированные организации, полупроводниковые приборы утилизируются в соответствии с распространяющейся на них технической документацией.

13. Транспортирование датчиков

Транспортирование датчиков необходимо осуществлять в крытых транспортных средствах любого вида транспорта (воздушным – при условии размещения устройства в герметизированном отсеке) при температуре окружающего воздуха от минус 45 до плюс 60 °С.

При транспортировании следует соблюдать средние условия С по ГОСТ 23216-78.

Транспортирование производится в соответствии с правилами, действующими на соответствующем виде транспорта.

Датчики укладываются в транспортную тару, которая устойчива к воздействию транспортной тряски в течение одного часа с ускорением 30 м/с^2 при частоте от 80 до 120 ударов в минуту.

После транспортирования при отрицательных температурах необходимо выдержать датчики не менее 8 ч при температуре, при которой они будут эксплуатироваться.

14. Утилизация датчиков

По истечении срока службы датчики подлежат демонтажу и сдаче в металлолом в специализированные организации, полупроводниковые приборы утилизируются в соответствии с распространяющейся на них технической документацией.

При утилизации датчиков запрещается сжигать его конструктивные элементы во избежание выделения вредных веществ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Настройка базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) при работе с ОПНД-1, ОПНД-2

Выпускаемые два типа датчиков – ОПНД-1 и ОПНД-2, выполняются в одинаковых корпусах, но отличаются по цвету:

Датчик в корпусе зеленого цвета (ОПНД-1) предназначен для сбора данных для дальнейшей диагностики и контроля технического состояния высоковольтных ОПН в режиме мониторинга на верхнем программном уровне.

Датчик в корпусе синего цвета (ОПНД-2) обладает расширенными диагностическими возможностями. Наряду с контролем и анализом спектрального состава тока утечки, датчик позволяет регистрировать и суммировать энергию токов, прошедших через ОПН.

Данные с датчиков ОПНД-1 и ОПНД-2 получают с помощью базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI). Подробные принципы работы с базовым модуль-приемником WDM-T (WDM-TI) приведены в его руководстве по эксплуатации.

Базовый модуль-приемник «WDM» выпускается в двух модификациях: без экрана «WDM-T» и с экраном «WDM-TI». Прибор предназначен для приема информации от всех беспроводных интеллектуальных датчиков, разработанных и производимых фирмой «DIMRUS», в том числе от датчиков ОПНД-1 и ОПНД-2.

Подключение базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) осуществляется кабелем питания и медной «витой парой», предназначенной для передачи информации в систему АСУ-ТП по протоколу Modbus/RTU. Он монтируется на подстанции в зоне прямой видимости датчиков.

Модуль принимает радио-пакеты по протоколу Bluetooth с датчиков ОПНД-1 и ОПНД-2 и раскладывает их в определенные адреса регистров, доступные по Modbus/RTU протоколу через интерфейс RS-485. Данные самого модуля-приемника и датчиков шифруются.

Каждый датчик имеет свой сквозной номер от 1 до 65535, жестко прошиваемый при производстве. Настройка соответствия конкретного датчика и регистров Modbus осуществляется с помощью программы «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus» (рисунок А.1) через интерфейс RS-485.

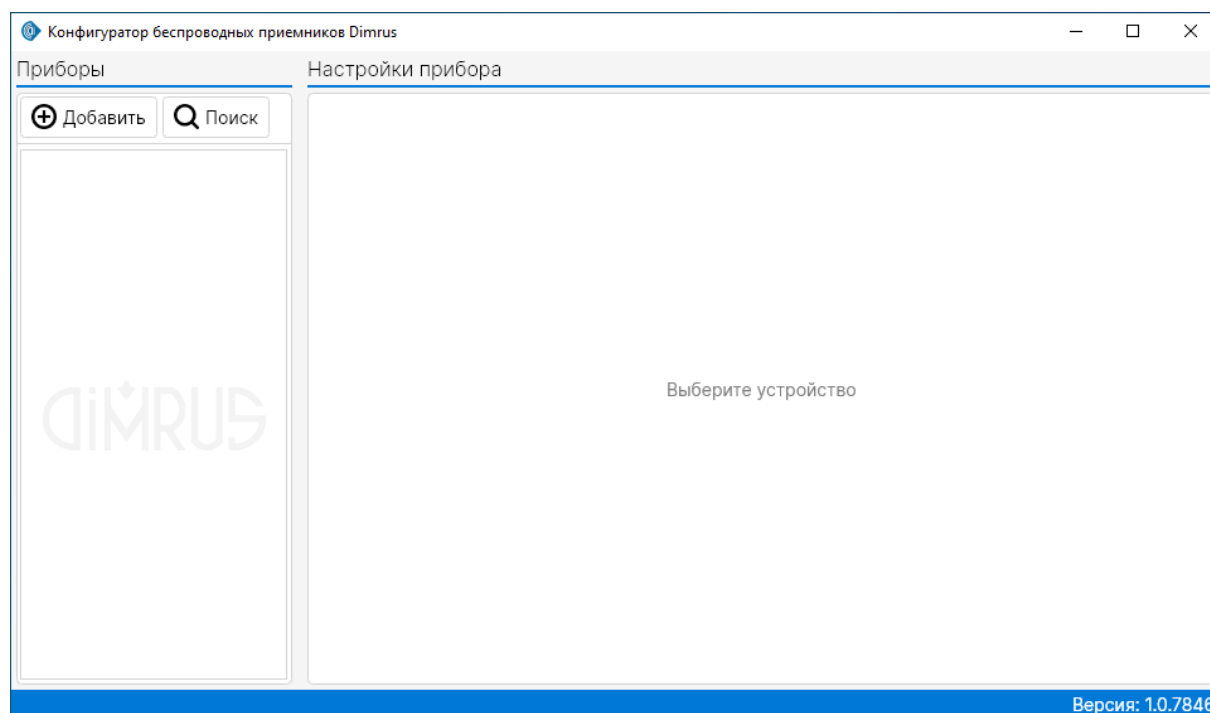


Рисунок А.1 – Внешний вид программы «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»

Для добавления базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) можно осуществить автоматический поиск, нажав на кнопку «Поиск». Для остановки поиска необходимо нажать на красный крестик справа внизу в строке статуса (рисунок А.2).

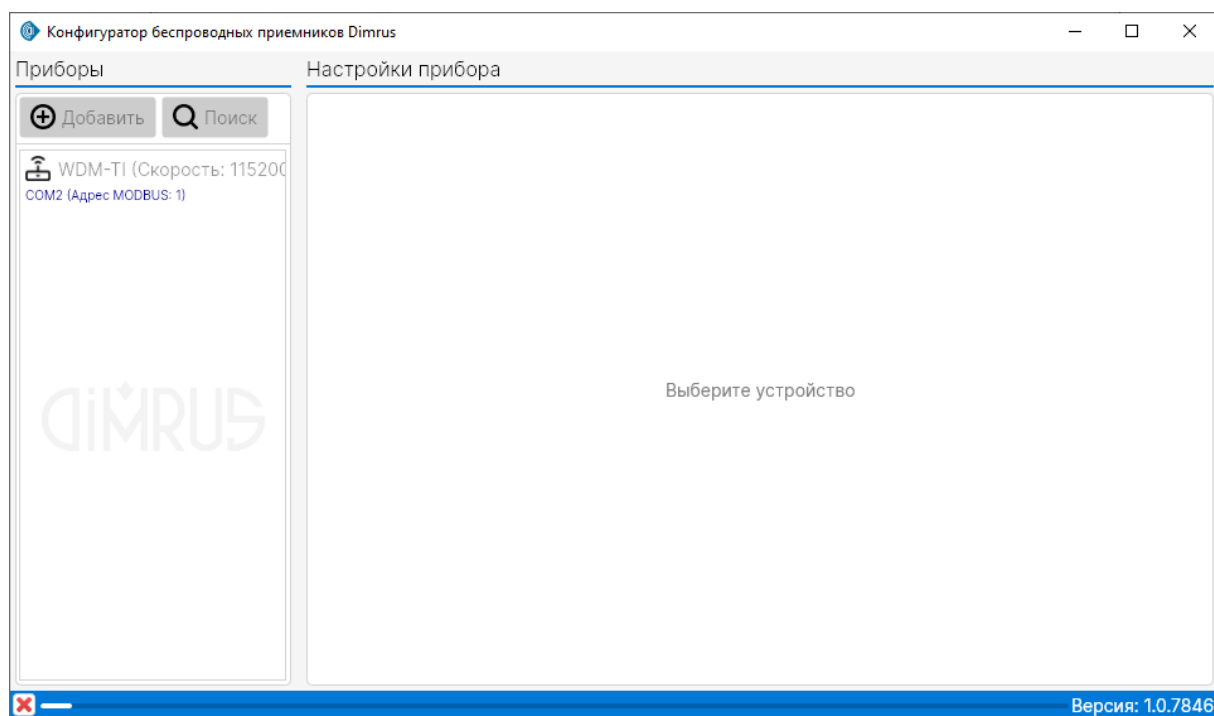


Рисунок А.2 – Поиск базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) в программе «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»

Базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) можно добавить самостоятельно, нажав кнопку «Добавить». При этом будет выведено окно, представленное на рисунок А.3.

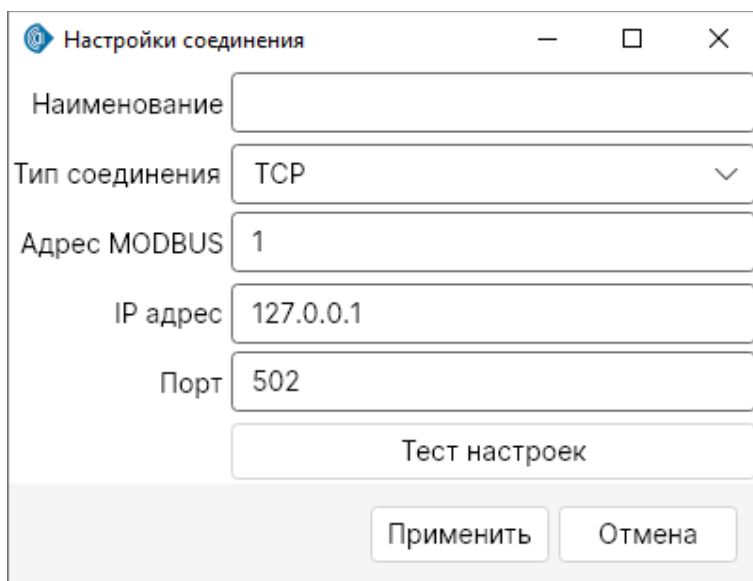


Рисунок А.3 – Самостоятельное добавление базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI) в программе «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus»

Если выбрать требуемый базовый модуль-приемник WDM-T (WDM-TI) в списке приборов, то становятся доступными его настройки (для загрузки настроек необходимо нажать на кнопку «Загрузить») (рисунок А.4).

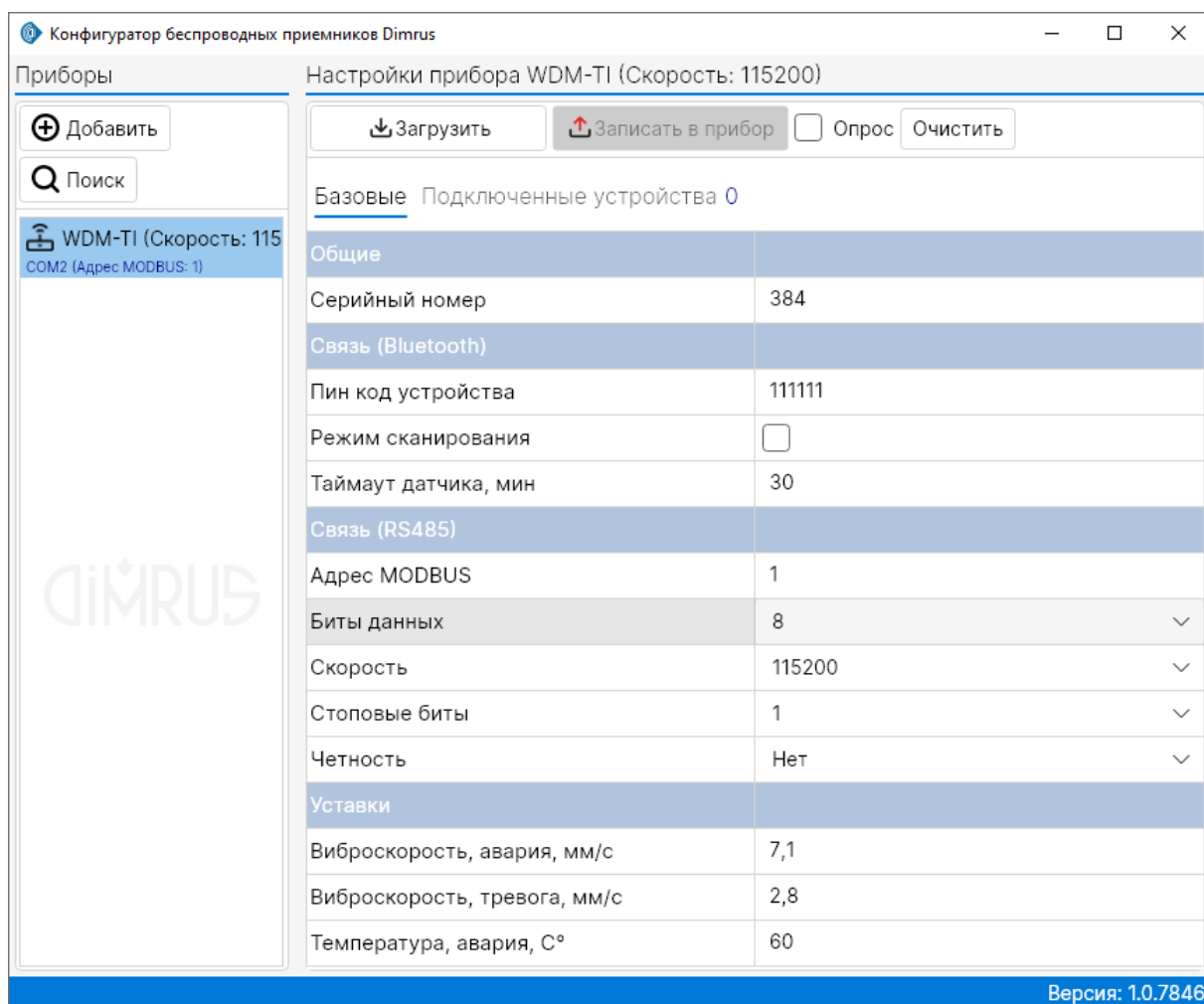


Рисунок А.4 – Настройки выбранного базового модуль-приемника WDM-T (WDM-TI)

Если включен режим сканирования, то найденные датчики ОПНД будут отображаться во вкладке «Подключенные устройства» (для постоянного опроса можно включить галочку «Опрос») (рисунок А.5).

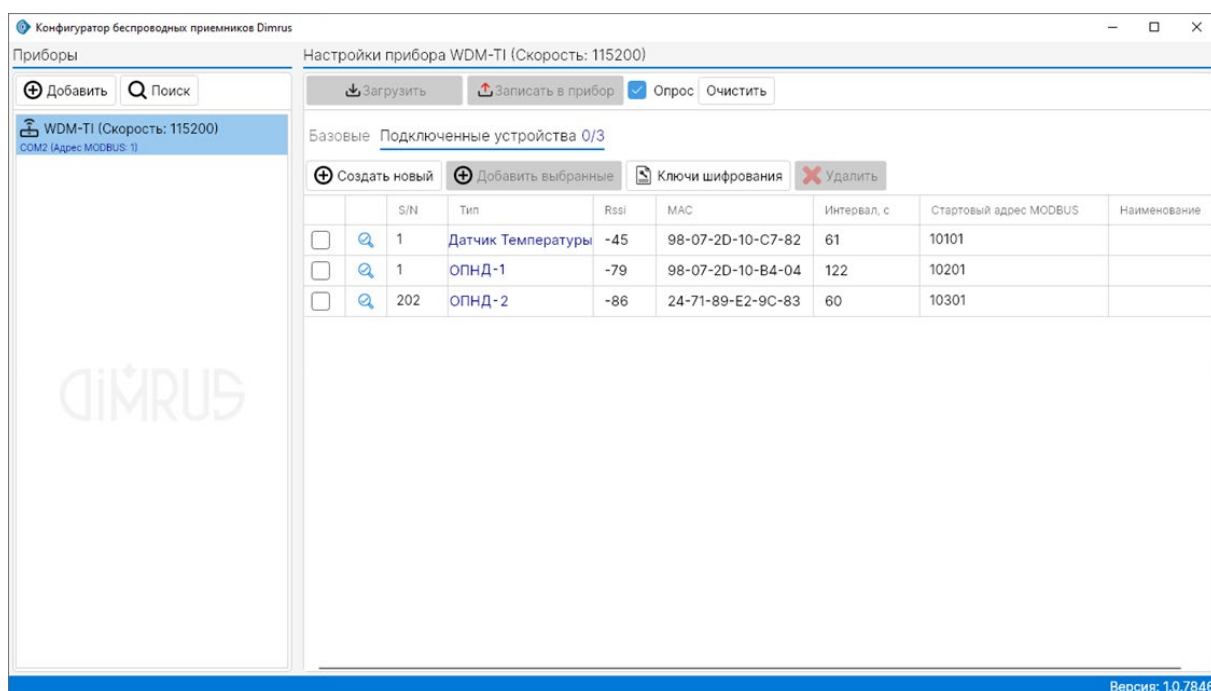


Рисунок А.5 – Найденные устройства и датчики ОПНД в базовом модуль-приемнике WDM-T (WDM-TI)

Далее в таблице для каждого устройства и датчика ОПНД отображаются:

1. Серийный номер;
2. Тип датчика;
3. Уровень сигнала RSSI, дБ, чем ближе к нулю, тем сигнал мощнее;
4. MAC адрес;
5. Интервал отправки данных датчиком;
6. Стартовый адрес Modbus – адрес начала регистров хранения, с которых будут располагаться данные датчика;
7. Наименование датчика – требуется для приборов WDM-TI с экраном, длина строки – 9 символов.

Для каждого устройства и датчика ОПНД возможно изменить серийный номер, MAC адрес, стартовый адрес Modbus и название.

В режиме сканирования можно добавлять найденные устройства и датчики ОПНД в память прибора. Для этого для удобства можно выключить режим «Опрос» и, нажав на требуемом датчике правой кнопкой мыши, получить контекстное меню (рисунок А.6).

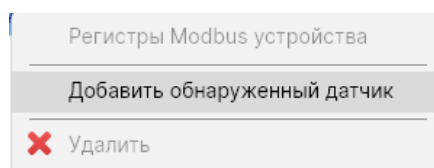


Рисунок А.6 – Контекстное меню датчика ОПНД

После добавления изменится значок датчика на ожидающий записи в прибор (по кнопке «Записать в прибор»).

Кроме того, датчик можно добавить самостоятельно, нажав на кнопку «Создать новый». При этом будет добавлена пустая строка, у которой нужно заполнить требуемые поля и нажать на кнопку «Записать в прибор» (рисунок А.7).

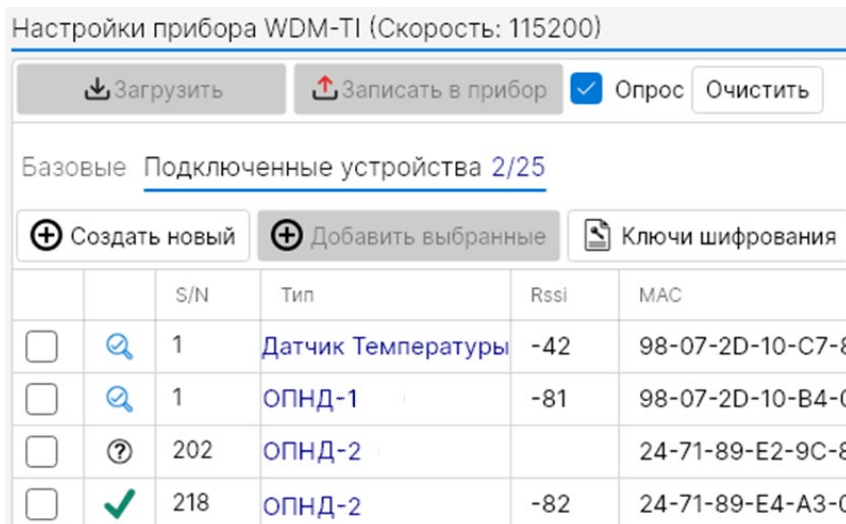


Рисунок А.7 – Добавление датчика ОПНД вручную

При нажатии правой кнопкой мыши на добавленном датчике ОПНД появляется пункт контекстного меню «Регистры Modbus устройства» (рисунок А.8).

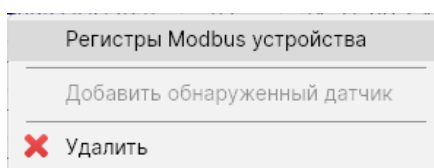


Рисунок А.8 – Контекстное меню добавленного датчика ОПНД

При выборе этого пункта будет показано окно, в котором отображаются текущие данные с датчика ОПНД. При этом восклицательным знаком обозначаются изменившиеся данные.

Также можно включить постоянный опрос (рисунок А.9).

Регистры Modbus устройства					
<input checked="" type="button" value="Обновить"/> ☐ Опрос					
Адрес регистра	Наименование	Значение	Множитель	Слагаемое	Тип
10401	S/N	218 !	1	0	UINT16
10402	Напряжение батареи	3,542 В !	0,001	0	UINT16
10403	1-я гармоника тока	0,001 мА !	0,001	0	UINT16
10404	3-я гармоника тока	0,001 мА !	0,001	0	UINT16
10405	5-я гармоника тока	0,009 мА !	0,001	0	UINT16
10406	Кол-во имп. (диапазон 1)	3 !	1	0	UINT16
10407	Кол-во имп. (диапазон 2)	0	1	0	UINT16
10408	Кол-во имп. (диапазон 3)	0	1	0	UINT16
10409	Кол-во имп. (диапазон 4)	0	1	0	UINT16
10410	Полный ток	0,0091 мА !	1	0	UINT16
10411	Активный ток	0,0091 мА !	1	0	UINT16
10500	Данные актуальны	1	1	0	UINT16
Нумерация адресов регистров MODBUS начинается с 1					

Рисунок А.9 – Окно с текущими данными с выбранного датчика ОПНД

Программа «Конфигуратор беспроводных приемников Dimrus» позволяет осуществлять импорт и экспорт настроек базовых модуль-приемников WDM-T (WDM-TI). Кроме того, возможен экспорт карты регистров добавленных датчиков в виде docx-файла.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. RAK3172 WisDuo LPWAN техническое описание модуля, установленного в ОПНД-3

Описание

RAK3172 – модуль приемопередатчика дальнего действия с низким энергопотреблением, основанный на микросхеме STM32WLE5CC. Это простое в использовании компактное решение с низким энергопотреблением для приложений передачи данных. Этот модуль соответствует классам A, B и C спецификаций LoRaWAN 1.0.3. Он может легко подключаться к различным серверным платформам LoRaWAN, таким как TheThingsNetwork (TTN), Chirpstack, Actility и т. д. Он также поддерживает режим связи LoRa Point to Point (P2P), который помогает вам быстро реализовать собственную настроенную сеть LoRa дальнего действия.

Настроить режим и работу модуля можно с помощью AT-команд через интерфейс UART. RAK3172 также предлагает функции низкого энергопотребления, которые очень подходят для приложений с батарейным питанием.

Функции

- На основе STM32WLE5CCU6
- Совместимость со спецификацией LoRaWAN 1.0.3
- Поддерживаемые диапазоны: EU433, CN470, IN865, EU868, AU915, US915, KR920, RU864 и AS923-1/2/3/4.
- Активация LoRaWAN через OTAA/ABP
- Связь LoRa точка-точка (P2P)
- Простой в использовании набор AT-команд через интерфейс UART
- Большой радиус действия — более 15 км с оптимизированной антенной
- Arm Cortex-M4, 32-разрядная версия
- 256 кбайт флэш-памяти с ECC
- 64 кбайт оперативной памяти
- Сверхнизкое энергопотребление 1,69 мкА в спящем режиме
- Напряжение питания: 2,0 В ~ 3,6 В
- Температурный диапазон: минус 40 ~ плюс 85 °C

Характеристики

В этом разделе описаны технические характеристики аппаратного и программного обеспечения RAK3172. Кроме того, он включает в себя блок-схему и ссылку на обновление прошивки модуля RAK3172 WisDuo.

Интерфейсы

Модуль	Интерфейс
RAK3172	LPUART1

RF характеристики

RAK3172 поддерживает два разных варианта частоты: RAK3172(L) с низкой радиочастотой и RAK3172(H) с высокой радиочастотой.

Рабочие частоты

Модуль	Регион	Частота
RAK3172(L)	Европа	EU433
RAK3172(H)	Европа	EU868
	Россия	RU864

Характеристики окружающей среды

Рабочая температура

Особенность	Минимум	Типичный	Максимум	Ед. изм.
Рабочая температура	-40	+25	+85	°C

Температура хранения

Особенность	Минимум	Типичный	Максимум	Ед. изм.
Температура хранения	-40		+85	°C

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Настройка LoRa-сервера и базовой станции «Вега»

БС-1.2

При использовании стороннего программного обеспечения возможна работа с любыми базовыми станциями стандарта LoRa. В приложении описаны настройки подключения к базовой станции (БС) «Вега», которые при применении БС других производителей могут быть иными.

Вся информация по первичной настройке и разворачиванию БС доступна на сервере производителя <https://iotvega.com/product/bs01-2>.

Если БС произведена после 01 декабря 2019 года, то на ней имеется предустановленный интерфейс базовой станции. В этом случае часть настроек БС может быть выполнена через терминальную программу. Если БС произведена ранее, то интерфейса на ней нет. В таком случае все настройки БС выполняются через терминальную программу.

В настоящем приложении приведено описание для модификации ВЕГА БС-1.2, без модуля GSM, схема подключения которого указана на рисунок В.1.

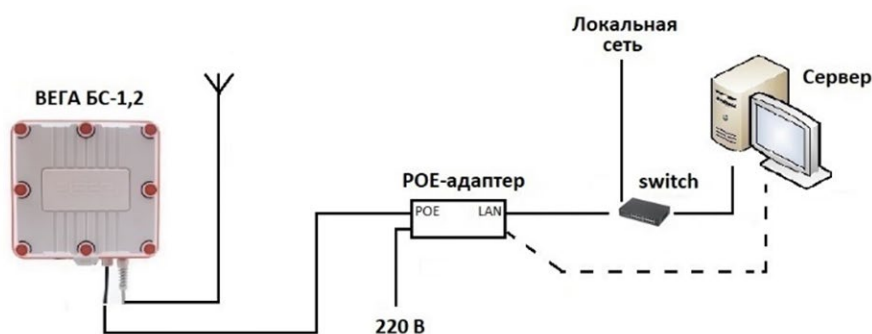


Рисунок В.1 – Схема подключения БС «Вега»

В.1 Подготовительные операции

Перед окончательным монтажом БС следует выполнить её настройку и проверку работоспособности с подключением датчиков ОПНД-3. Делать это целесообразно в месте расположения сервера. Только добившись работоспособности всей системы, выполнить окончательный монтаж и наладку.

Для проверки необходимо открутить крышку корпуса БС, проверить комплектность и визуально оценить целостность оборудования. При проверке работоспособности и первичной настройке БС можно использовать два отдельных коротких сетевых кабеля витая пара и кабель mini USB. Проверить работоспособность БС. Для этого подключить сетевым кабелем БС к разъему POE POE-адаптера. POE-адаптер к локальному серверу (коммутатору) подключить через разъем LAN. При подаче питания 220 В на группу индикаторов БС загорается индикатор PWR красным цветом (подача питания), индикатор LoRa – желтым цветом (запущено приложение Packet forwarder), индикатор Link мигает зеленым цветом (активность по Ethernet).

Внимание! Включение БС без антенны запрещено!

Скачать необходимое программное обеспечение:

- На <https://iotvega.com/product/bs01-2> драйвер для COM-порта (папка MCP2200 Windows Driver 2014-10-09), настройки для частотного плана RU868 (файл RU868_global_conf.json).
- На <https://iotvega.com/soft/server> ПО Admin Tool V1.1.4 (папка IOT Vega Admin Tool V1.1.4_ru), ПО IOT Vega Server v1.2.1 для Windows (папка IOT Vega Server (win) v1.2.1).
- Терминальная программа PuTTY (в свободном доступе).

В.2 Установка и настройка сервера

Данный этап необходимо осуществлять на компьютере, который впоследствии станет локальным LoRa-сервером и будет работать в круглосуточном режиме.

Установить драйверы openssl и msvc c++ 2013 из папки IOT Vega Server-1.9.0rc6.

Установить драйвер для COM-порта (папка MCP2200 Windows Driver 2014-10-09/Driver Installation Tool/x64 – для 64-разрядной системы).

В папке IOT Vega Server-1.9.0rc6 открыть файл settings.conf, например в Блокноте. В строке # IP-address for UDP connection (gateway connection) указать IP адрес сервера. В разделе # Super user options задать логин root и пароль 123. Рекомендуемый параметр maxLogMsgLevel=20.

Запустить файл iot-vega-server.exe (папка IOT Vega Server-1.9.0rc6) и убедиться, что сервер работает. О корректной работе сервера говорят строки UDP socket has opened и WebSocketServer has opened, а также отсутствие каких-либо сообщений об ошибках (рисунок В.2).

```

C:\Users\Helen\Downloads\IOT Vega Server (win) v1.1.5\iot-vega-server.exe
IOT Vega Server 1.1.5
INFO: Table queueTransmit is cleaned
INFO: Table "bufMacDevParams" is cleared
INFO: UdpServer state changed: 4
UDP socket has opened. IP[192.168.0.77:8001]
WebSocketServer has opened. Port[8002]
  
```

Рисунок В.2 – Запуск файла iot-vega-server.exe

Закрывать окно сервера не нужно, он необходим для работы сети.

На этапе подготовительных операций необходимо определить IP-адрес БС. Для этого выполнить необходимые подключения к БС: БС и POE-адаптер, POE-адаптер и сервер (коммутатор) подключить сервер к БС USB кабелем. Запустить программу PuTTY (рисунок В.3). Выбрать флаг Serial, установить скорость 115200. В поле Последовательная линия указать наименование виртуального COM-порта БС из диспетчера устройств, порты (COM и LPT). В поле Управление сеансами указать наименование, например, Lora, которое в дальнейшем активизируется кнопкой Загрузить. После необходимых установок нажать Запуститься.

Если сервер в процессе работы будет находиться в локальной сети предприятия, то его IP-адрес определен и используется в настройках. При необходимости подключения БС к серверу напрямую, исключая локальную сеть (например, по требованию службы информационной безопасности предприятия), IP-адрес сервера может быть задан статическим в соответствующих настройках (напр. 192.168.8.1). При таком способе соединения IP-адрес БС также прописывается статическим в ПО БС. Чтобы зайти в ПО БС, надо знать IP-адрес БС, если он неизвестен, его можно определить через PuTTY. Также через PuTTY IP-адрес БС можно изменить. Контроль соединения сервера и БС через командную строку сервера: ping IP сервера.

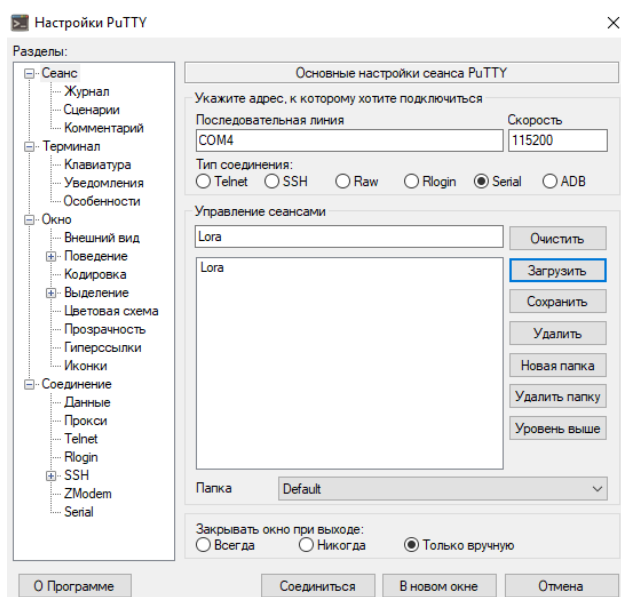


Рисунок В.3 - Настройки PuTTY

В появившемся окне терминала для подключения к БС используются по умолчанию логин root и пароль temppwd (при вводе пароля символы отображаться не будут). Далее набрать команду ifconfig, в результате ее выполнения узнаем IP адрес БС (рисунок В.4).

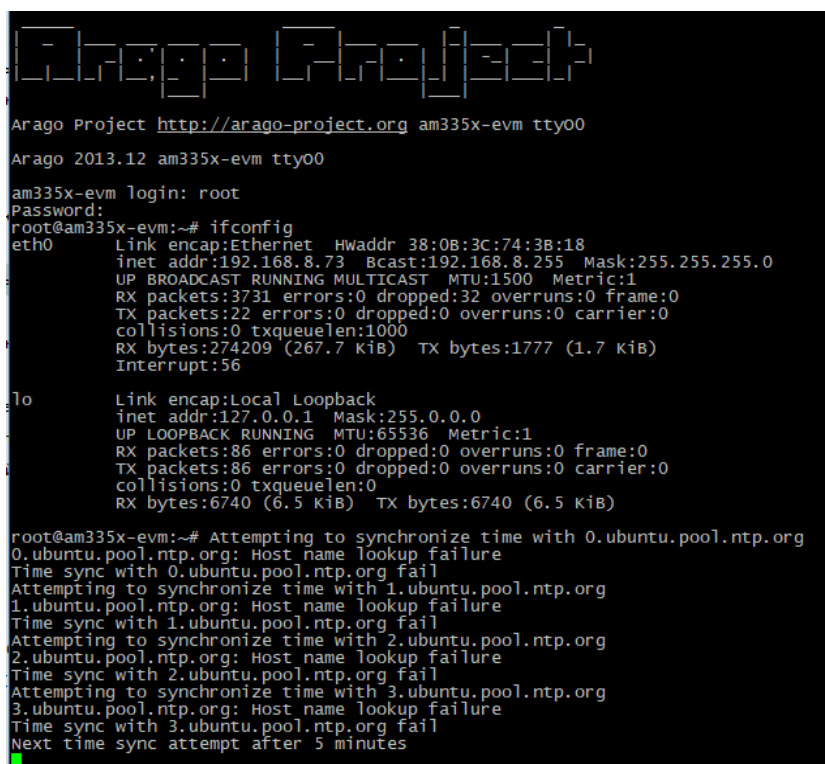


Рисунок В.4 - Окно терминала PuTTY для определения IP адреса БС

Используйте перезагрузку БС кнопкой RST в случаях нереагирования PuTTY на команды.

В.3 Настройка базовой станции с помощью предустановленного интерфейса

Для входа в ПО БС необходимо запустить интерфейс BS-Dashboard нажатием кнопки ВТ-1 в течении 6 с на плате БС (запуск BS-Dashboard можно отследить соответствующим сообщением в окне PuTTY).

В окне браузера вводим IP адрес БС (определенный в PuTTY), в результате предлагается пройти авторизацию (рисунок В.5).

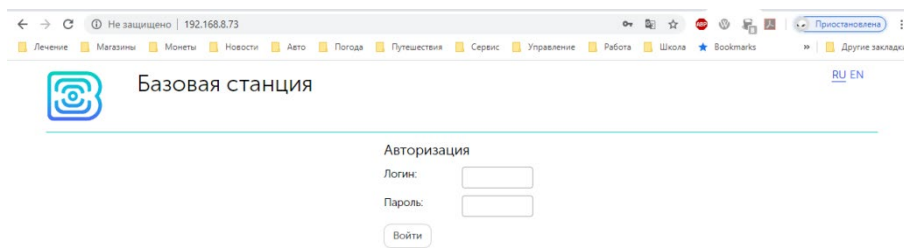


Рисунок В.5 - Окно авторизации BS-Dashboard

После ввода логина и пароля базовой станции (по умолчанию root и tempwd) появляется страница интерфейса БС. В верхней части страницы название раздела меню, в котором вы находитесь в данный момент (рисунок В.6).

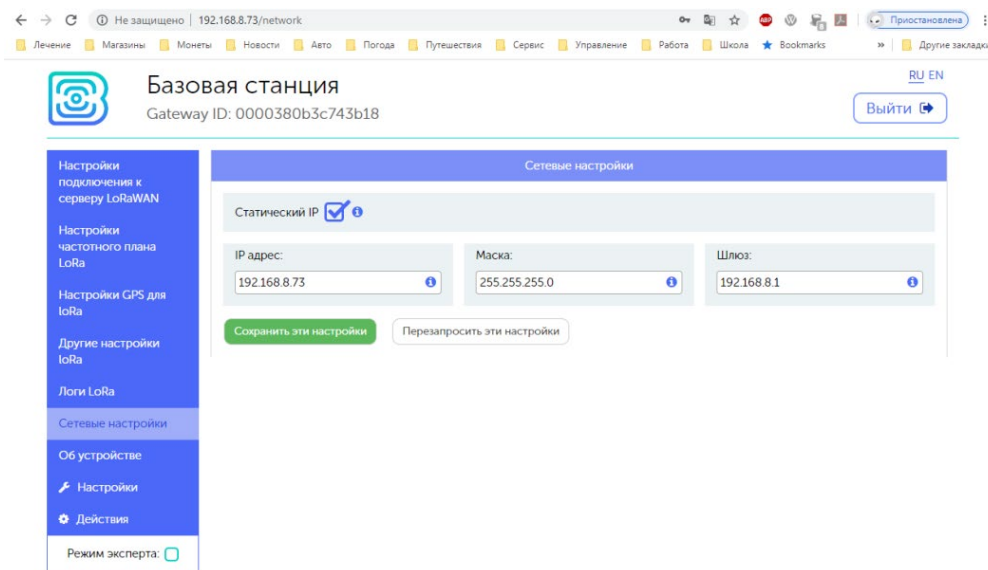


Рисунок В.6 - Окно сетевых настроек в BS-Dashboard

В меню Сетевые настройки необходимо прописать IP адрес, маску, шлюз. В большинстве случаев IP адрес статический и выдается соответствующей службой предприятия. Необходимо указать IP адрес сервера (рисунок В.7):

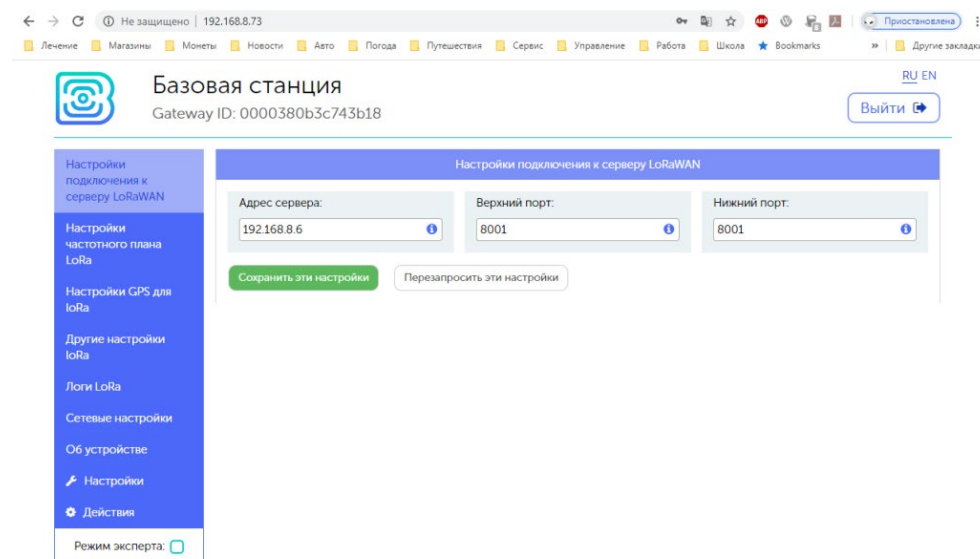


Рисунок В.7 - Окно подключения к серверу в BS-Dashboard

Иногда необходимо изменить статический IP адрес БС. Это делается по описанному выше пути, однако в ряде случаев затруднительно по причине невозможности зайти в ПО БС по

IP адресу БС. В таких случаях это делается через PuTTY (описано в «Базовая станция ВЕГА БС. Руководство по эксплуатации»).

Для Вега БС-1.2, 2.2 необходимо открыть PuTTY, ввести логин и пароль (п. В.3, рисунок В.4).

Далее запустить файл nano /etc/network/interfaces (пробел после nano обязателен), рисунок В.8:

```

ifconfig
Password:
Login timed out after 60 seconds.

[ASCII art logo]

Arago Project http://arago-project.org am335x-evm tty00
Arago 2013.12 am335x-evm tty00
am335x-evm login: root
Password:
root@am335x-evm:~# nano /etc/network/interfaces
  
```

Рисунок В.8 - Запуск файла nano в PuTTY

Откроется файл, в нем найти настройки авторизации (рисунок В.9):

```

# wired or wireless interfaces
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.8.73
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.8.1
#don't remove this udhcpc_opts!
  
```

Рисунок В.9 - Настройки авторизации в файле nano в PuTTY

Для работы в режиме статического IP БС, необходимо убрать комментирование со строк с 3-й по 6-ю, а также указать свои параметры address, netmask и gateway.

В данном примере показана установка статического IP-адреса БС 192.168.8.73 и шлюза 192.168.8.1.

Выйти из файла нажатием Ctrl^X (рисунок В.10):

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/network/interfaces

wpa-driver wext
wpa-conf /etc/wpa_supplicant.conf

iface tiwlan0 inet dhcp
    wireless_mode managed
    wireless_essid any

iface atm10 inet dhcp

# wired or wireless interfaces
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.8.73
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.8.1
#don't remove this udhcpc_opts!
udhcpc_opts -s /etc/network/kill_udhcpc_at_startup
pre-up /bin/grep -v -e "ip=[0-9]+.[0-9]+.[0-9]+.[0-9]+" /proc/cmdline $line >$

^G Get Help  ^O Writeout  ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text   ^C Cur Pos
^X Exit      ^J Justify   ^W Where Is   ^N Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell
  
```

Рисунок В.10 - Выход из файла nano в PuTTY

После Набрать reboot в командной строке для перезагрузки БС с новыми настройками (рисунок В.11):

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/network/interfaces

wpa-driver wext
wpa-conf /etc/wpa_supplicant.conf

iface tiwlan0 inet dhcp
    wireless_mode managed
    wireless_essid any

iface atm10 inet dhcp

# wired or wireless interfaces
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.8.73
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.8.1
    #don't remove this udhcpc_opts!
    udhcpc_opts -s /etc/network/kill_udhcpc_at_startup
    pre-up /bin/grep -v -e "ip=[0-9]+.[0-9]+.[0-9]+.[0-9]+" /proc/cmdline $line >$
root@am335x-evm:~# reboot

```

Рисунок В.11 - Перезагрузка БС в PuTTY

Переход обратно на IP осуществляется аналогично.

В.4 Настройка базовой станции VEGA для подключения блоков ОПНД-3

Скопированные ранее с сайта iotvega.com программные инструменты IOT Vega Admin Tool и IOT Vega Server реализуют клиент-серверную модель взаимодействия оконечных устройств с пользователем.

IOT Vega Server выполняет основную работу по обработке информации от базовой станции: принимает, обрабатывает и хранит информацию от подключённых конечных устройств. При выключении программы передаваемые данные с оконечных устройств не сохраняются; поэтому ПК, на котором работает эта программа, должен быть включен постоянно.

IOT Vega Admin Tool позволяет просмотреть имеющуюся на сервере информацию. Данный инструмент (веб сайт на ПК пользователя) при этом реализует в себе протокол обмена сервера с ПК пользователя и графический пользовательский интерфейс для просмотра «сырых» данных подключенных к БС устройств.

Указать IP адрес сервера в локальной сети в файле "config.js" строка:

```
const address_ws = 'ws://192.168.0.1:8002';
```

Для дальнейшей настройки БС и подключения к ней приборов ОПНД-3 нужны следующие действия (при отключении БС возможно сделать дополнительно).

После этого из папки IOT Vega Admin Tool Vxxx / Admin Tool запустить (открыть) файл index.html с помощью любого браузера. Откроется web-страница ПО Admin Tool с панелью ввода логина и пароля (рисунок В.12).

Рисунок В.12 - Авторизация в ПО Admin Tool

В поля Login и Password необходимо ввести логин и пароль, указанные в файле settings.conf в каталоге IOT Vega Server соответственно root и 123. Нажать кнопку Sign in (рисунок В.12).

Выходим на вкладку Home в ПО AdminTool (рисунок В.13):

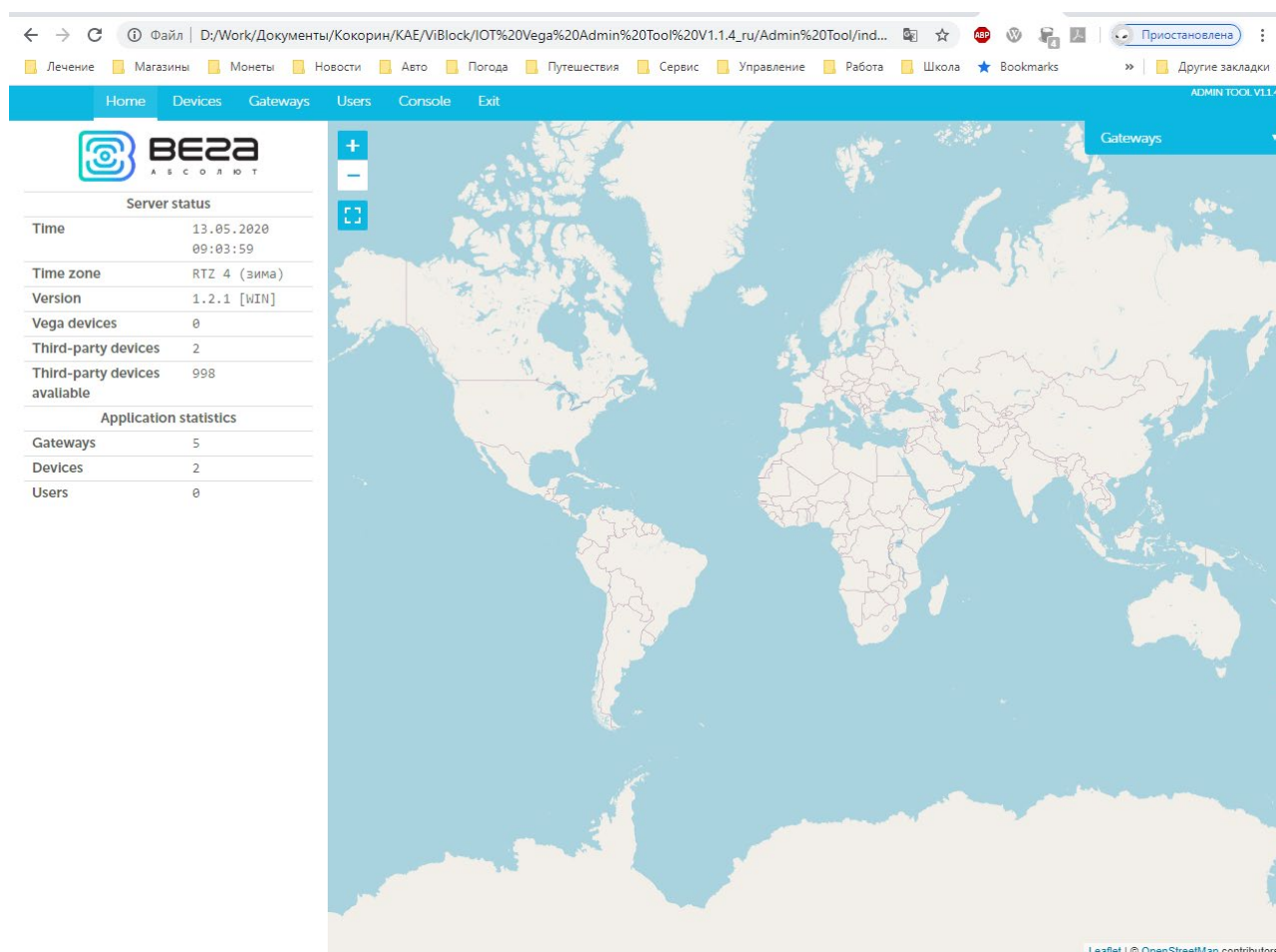


Рисунок В.13 - ПО Admin Tool

Во вкладке Gateways можно увидеть подключенную базовую станцию (рисунок В.14):

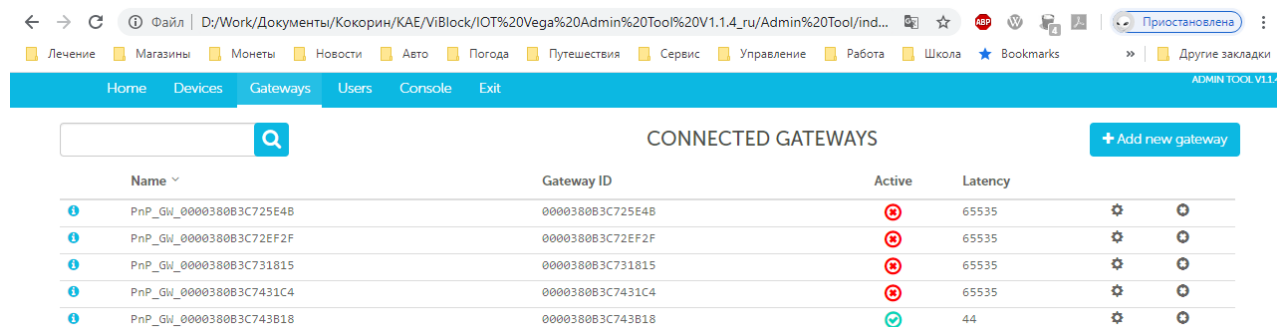


Рисунок В.14 - Вкладка Gateways ПО Admin Tool

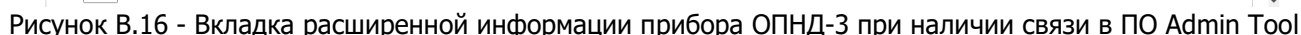
В колонке Active отображается статус базовой станции, зелёная галочка означает, что БС передаёт данные на сервер.

Во вкладке Devices отображаются подключенные приборы ОПНД-3 (рисунок В.15):



Рисунок В.15 - Вкладка Devices ПО Admin Tool

При двойном клике на одном из приборов увидим вкладку расширенной информации. По параметрам RSSI и SNR контролируется наличие и качество связи БС с датчиком (рисунок В.16):



Частотный план 8 рекомендуется не включать из-за ошибки со стороны БС в работе автоподстройки скорости обмена данными с ОПНД-3.

Device settings

Activation by personalisation (ABP)

End-device address (devAddr)

DEVADDR

Application session key (AppSKey)

APPSKEY

Network session key (NwkSKey)

NWKSKEY

Over-the-air activation (OTAA)

Application identifier (AppEUI)

70B3D57ED00225F7

Application key (AppKey)

2B7E151628AED2A6ABF7158809CF4F3C

Main settings

End-device name

OPND-test

End-device identifier (DevEUI)

0080E1150014047A

End-device class

Class A

End-device group

device group

Regional settings

Frequency plan

RU868

Nº	Frequency	Enabled
1	FIXED	☒
2	FIXED	☒
3	FIXED	☒
4	864.100000	☒
5	864.300000	☒
6	864.500000	☒
7	864.700000	☒
8	864.900000	☐

RX2 Frequency, Hz

869100000

Рисунок В.17 - Добавление прибора ОПНД-З в ПО Admin Tool



Рисунок В.18 - Внешний вид базовой станции Beга

Антенна обычно имеет крепления для установки на балку-мачту. Для обеспечения максимальной дальности связи следует соблюдать рекомендации по установке антенны:

- Устанавливать антенну следует на улице, желательно на крыше здания (чем выше - тем лучше, в зависимости от окружающих зданий). Установка антенны в помещении значительно ослабляет чувствительность антенны.

- Необходимо удалять место установки как можно дальше от антенн сотовой связи. При настройке особенно важно максимальное удаление от других антенн. После проведения всех тестов можно антенну снова приблизить к антеннам сотовой связи, если качество связи удовлетворительное.

- Антенна не следует устанавливать в непосредственной близости от преград (порядка 2-х метров от перил, стен и прочего). Чувствительность в сторону преграды будет снижена.
- БС следует устанавливать в непосредственной близости от антенны - на длину штатного коаксиального провода антенны. Дополнительное увеличение длины кабеля между антенной и базовой станцией будет приводить к потере чувствительности антенны. Например, 25 м кабеля RG-58 ослабляют сигнал на 14 дБм, т.е. если вещать с мощностью 14 дБм (25 мВт), то на антенне будет мощность 1 мВт.
- Следует учитывать диаграмму направленности антенны. В горизонтальной плоскости антенна имеет круговую направленность, но в вертикальной – нет. Поэтому непосредственно под антенной качество связи будет хуже, чем в некотором удалении от неё.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Настройка коммутационного устройства ОПН-Монитор при работе с ОПНД-4

Выпускаемые датчики ОПНД-4 выполняются в корпусах синего цвета, обладают расширенными диагностическими возможностями. Наряду с контролем и анализом спектрального состава тока утечки, датчик позволяет регистрировать и суммировать энергию токов, прошедших через ОПН.

Данные с датчиков ОПНД-4 получают с помощью коммутационного устройства ОПН-Монитор. Подробные принципы работы с коммутационным устройством ОПН-Монитор приведены в его руководстве по эксплуатации.

Подключение коммутационного устройства ОПН-Монитор осуществляется кабелем питания и медной «витой парой», предназначенной для передачи информации в систему АСУ-ТП по протоколу Modbus/RTU (рисунок Г.1). Оно монтируется на подстанции в достаточной близости от датчиков.



Рисунок Г.1 – Коммутационное устройство ОПН-Монитор

Описание клавиатуры коммутационного устройства ОПН-Монитор:

- «Esc» - используется для отмены операций, возврата к предыдущему меню и т.п.;
- «↑», «↓» (стрелки) - используются для изменения параметра на индикаторе, изменения пунктов меню настроек прибора, изменения параметров настройки прибора и т.п.
- «Ent» - используется для выбора текущего пункта меню, для подтверждения ввода в текущее поле ввода;

Настройка прибора и просмотр результатов измерения возможны как с помощью специального ПО, так и с помощью встроенного или внешнего пульта. Настройка с помощью ПО описана в руководстве по эксплуатации ПО. Результат измерений представляются в виде тренда (см. Руководства пользователя ПО).

Коммутационное устройство ОПН-Монитор принимает данные с датчиков ОПНД-4 по протоколу через интерфейс RS-485 (рисунок Г.1).

Цветовая маркировка проводов ОПНД-4 приведена в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Цветовая маркировка проводов

Назначение	Цвет провода	Функция
Питание 5 V DC	Оранжевый	+5 V DC
	Бело-оранжевый + экран	-5 V DC
Связь RS-485	Синий	A+
	Бело-синий	B-

Различные варианты подключения ОПНД-4 на объекте представлены на рисунках Г.2 и Г.3.

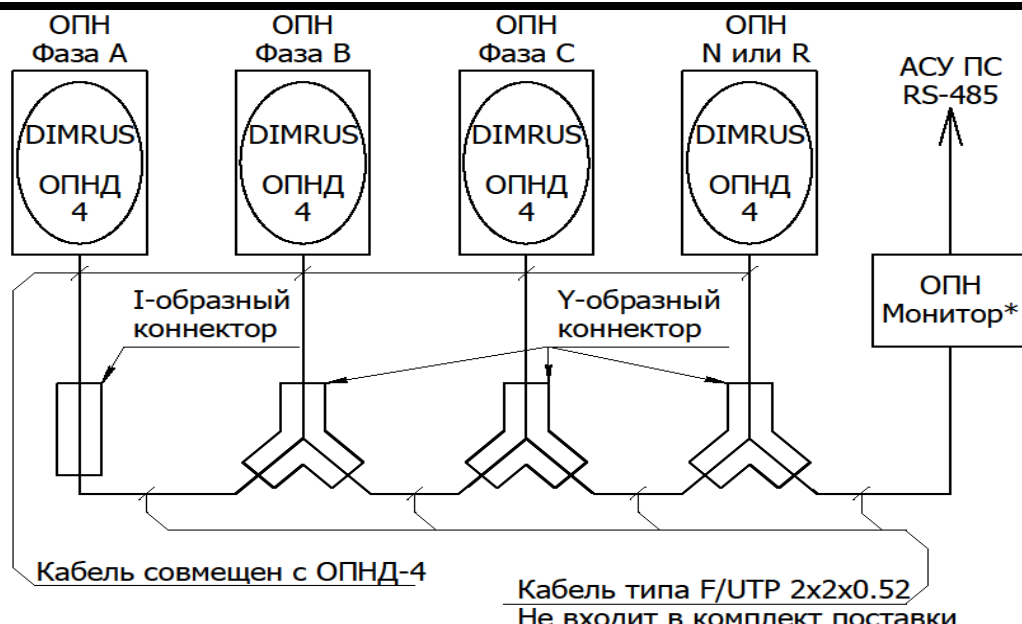


Рисунок Г.2 – Вариант подключения датчиков ОПНД-4 с помощью прибора ОПН-Монитор.

* - прибор ОПН-Монитор для подключения питания 5 V DC, считывания данных с датчика ОПНД-4 и передачу информации в АСУ ПС, не входит в стандартный комплект поставки

К прибору ОПН-Монитор возможно подключить до 4-х датчиков ОПНД-4.

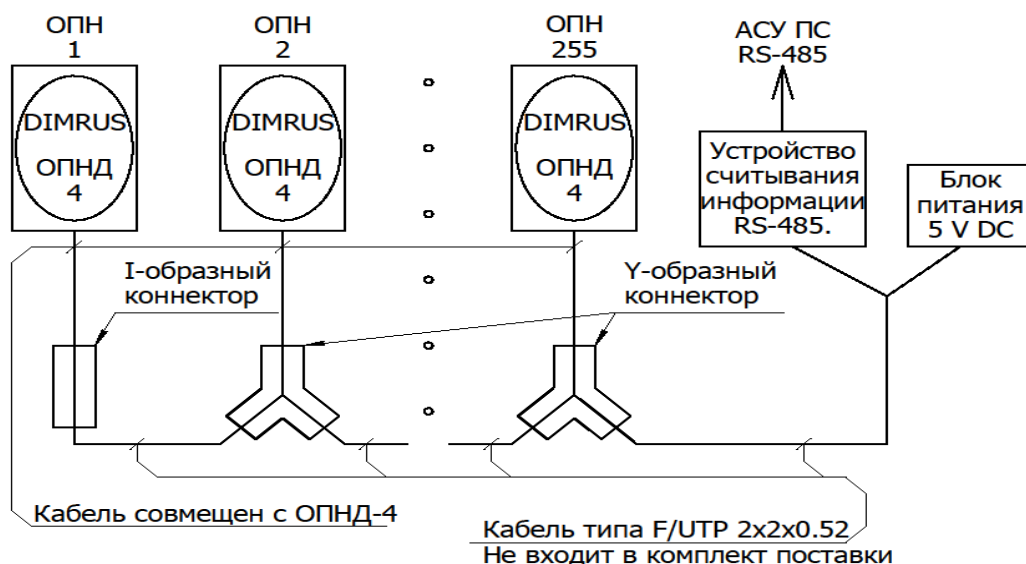


Рисунок Г.3 – Вариант подключения датчиков ОПНД-4 с помощью стороннего блока питания и коммутатора

При использовании устройств считывания информации и стороннего блока питания возможно подключить до 255 датчиков ОПНД-4 на одной информационной шине.

I – образный коннектор и Y – образный коннектор представляют собой клеммную колодку с кабельными вводами, которые обеспечивают степень защиты соединения от пыли и воды со степенью защиты IP68.

Настройка коммутационного устройства ОПН-Монитор.

В пункте Установки доступны следующие подпункты:

Количество датчиков: количество датчиков, подключенных к модулю.

При нажатии кнопок «вверх» и «вниз» происходит выбор датчика.

При нажатии кнопки ESC происходит включение/отключение датчика.

Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку ENTER.

Период опроса: устанавливается время между замерами, которые автоматически проводит модуль. Если выбрано 0 мин, то модуль не будет проводить замеры.

При нажатии кнопок «вверх» и «вниз» происходит изменение на 1 минуту.

Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку ENTER, для отмены изменений –

ESC.

Адрес: адрес модуля на шине Modbus.

При нажатии кнопок «вверх» и «вниз» происходит изменение адреса.

Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку ENTER, для отмены изменений –

ESC.

Скорость: скорость обмена данными по шине Modbus.

При нажатии кнопок «вверх» и «вниз» происходит изменение скорости.

Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку ENTER, для отмены изменений –

ESC.

Установка времени: установка даты и времени в модуль.

Кнопки «вверх» и «вниз» меняют выбранный параметр, кнопка ENTER – переход к следующему параметру. Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку ESC.

Замеры с помощью коммутационного устройства ОПН-Монитор.

В пункте Измерения доступны следующие подпункты:

Выбор датчика: выбор датчика, с которым будем работать.

При нажатии кнопок «вверх» и «вниз» происходит изменение датчика.

При нажатии кнопки ENTER происходит выбор датчика.

Измерить: при выборе этого подпункта происходят замеры всех параметров, которые измеряет датчик. Если датчик подключен, то после небольшой паузы будут доступны результаты замеров. Просматривать их можно, нажимая клавиши «вверх» и «вниз». При нажатии ESC происходит выход из подпункта.

Просмотр: просмотр последнего замера. Когда пользователь находится в этом подпункте меню, датчик перестает делать новые замеры.

При нажатии кнопок «вверх» и «вниз» – выбор параметра для просмотра.

При нажатии кнопки ESC происходит выход из подменю просмотра.

Всего доступно 10 параметров:

Full curr – полный ток утечки в мА;

Act. curr – 3 гармоника активного тока в мА;

1 harm. – первая гармоника полного тока утечки в мА;

3 harm. – третья гармоника полного тока утечки в мА;

5 harm. – пятая гармоника полного тока утечки в мА;

1 – количество импульсов первого диапазона;

2 – количество импульсов второго диапазона;

3 – количество импульсов третьего диапазона;

4 – количество импульсов четвертого диапазона;

Temp – температура датчика в градусах Цельсия.

Если пользователь находится в подменю «Измерить» или «Просмотр», то автоматическое измерение производиться не будет.

Обнулить сч.: при выборе этого подпункта происходит обнуление счетчиков импульсов для выбранного датчика.

Информация о предприятии-изготовителе

ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)

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

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

Тел.: (342) 212-23-18, 212-91-93

Адрес в интернете: <http://dimrus.ru>

e-mail: dimrus@dimrus.ru