ОКП 422200

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ООО «Л Кард»

_____ П.В.Белоцерковская

« 31 » марта 2016 г.

ИЗМЕРИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА, МОЩНОСТИ И КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ

LPW-305

Руководство по эксплуатации

ДЛИЖ.411722.0001 РЭ

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подп.

Содержание

1 Назначение и состав 4

2 Технические характеристики 7

3 Устройство и принципы работы LPW-305 24

3.1 Общие сведения. 24

3.2 Конструкция LPW-305. 26

3.3 Электрические структурные схемы модификаций LPW-305 27

3.4 Описание работы LPW-305. 33

4 Маркировка и пломбирование 35

5 Меры безопасности 37

6 Подготовка к работе 38

6.1 Проверка после вскрытия упаковки 38

6.2 Требования к месту установки LPW-305 38

6.3 Соблюдение правил безопасности 38

6.4 Подключение к LPW-305 открытых (воздушных) линий интерфейсов 38

6.5 Установка и подключение LPW-305 с креплением на DIN-рейке 38

6.6 Установка и подключение LPW-305-7 44

7 Порядок работы 46

7.1 Завершение самодиагностики LPW-305 46

7.2 Работа LPW-305 совместно с компьютером и в компьютерных сетях 46

7.3 Управление работой LPW-305 с использованием клавиатуры LPW-305 46

7.4 Возможные неисправности и их устранение 100

8 Техническое обслуживание и поверка 101

9 Транспортирование и хранение 103

Приложение А (обязательное). Внешний вид LPW-305 104

Приложение Б (обязательное).

Схемы подключения LPW-305 к внешним цепям 106

Приложение В (справочное). Определение К-фактора 120

Лист регистрации изменений 121

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с конструкцией, принципом действия, характеристиками и указаниями по правильной и безопасной эксплуатации измерителей электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрических LPW-305 (далее – LPW-305), модификации LPW-305 указаны в разделе 1.

НЕ ПРИСТУПАЙТЕ К РАБОТЕ, НЕ ОЗНАКОМИВШИСЬ С НАСТОЯЩИМ РУКОВОДСТВОМ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ!

Используйте электронное дерево оглавления (например, программы Acrobat Reader) для удобства навигации при чтении настоящего руководства в электронном виде.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

1.1 LPW-305 предназначены для измерений и анализа характеристик напряжения, силы тока, мощности, энергии и показателей качества электрической энергии (далее – ПКЭ) в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013, класс А в однофазных и трёхфазных сетях переменного тока частотой 50 Гц с возможностью формирования и передачи информационных и управляющих электрических сигналов.

Основная область применения – энергетические предприятия, электросетевые организации, предприятия промышленного назначения, испытательные лаборатории, метрологические службы и другие организации различных отраслей промышленности.

1.2 Модификации LPW-305 представлены на рисунке 1, конструктивные и функциональные особенности, номенклатура измеряемых ПКЭ для каждой модификации представлены в таблицах 1, 2.

аа

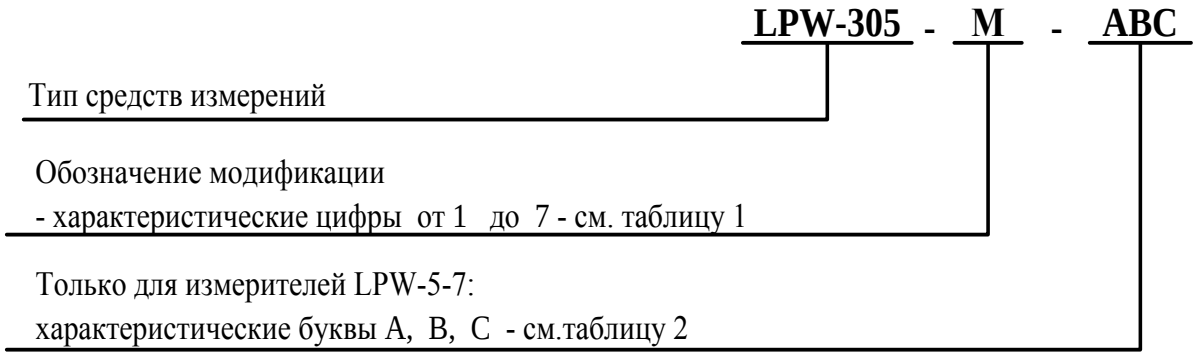


Рисунок 1 – Обозначения модификаций LPW-305

Таблица 1 – Конструктивные особенности модификаций LPW-305

Конструктивная особенность	Характеристическая цифра в обозначении модификации измерителя LPW-305 по рисунку 1						
	«1»	«2»	«3»	«4»	«5»	«6»	«7»
Способ крепления при эксплуатации	На DIN-рейке						Портативный вариант
Память Micro SD не менее 2 ГБ	–	–	–	+	+	+	+
Импульсный выход оптореле	–*	+**	+	–	+	+	–
Электромеханическое реле	+	+	+	+	+	+	–
Резистивная нагрузка линии интерфейса связи RS-485	–	+	–	–	+	–	–
Дискретный оптоизолированный вход	–	–	+	–	–	+	–

* «–» означает отсутствие конструктивной особенности.
** «+» означает наличие конструктивной особенности

Таблица 2 – Функциональные особенности модификации LPW-305-7

Характеристическая буква в обозначении модификации измерителя LPW-305-7 по рисунку 1	Функциональная особенность LPW-305-7	
	при наличии характеристической буквы в обозначении	при отсутствии характеристической буквы в обозначении
A	3 измерительных входа напряжения и 3 измерительных входа силы тока, подключаемых к линии через токовые клещи	3 измерительных входа напряжения. Нет измерительных входов силы тока
B	Нижнее значение рабочей температуры минус 40 °С	Нижнее значение рабочей температуры минус 25 °С
C	Встроенный модуль GPS	Нет встроенного модуля GPS

Особенности применения модификаций LPW-305, указанных в таблице 1, состоят в следующем:

- импульсный выход оптореле (модификации LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6) может быть использован для организации пользователем дополнительной сигнализации по своему усмотрению или при поверке LPW-305 (измерение накапливаемой энергии);
- резистивная нагрузка линии интерфейса связи RS-485, встроенная в конструкцию модификаций LPW-305-2 и LPW-305-5, предназначена для удобства подключения оконечной нагрузки линии RS-485 в случае такой необходимости;
- дискретный оптоизолированный вход (модификации LPW-305-3, LPW-305-6) предназначен для организации оперативной реакции нескольких LPW-305, используемых в сети переменного тока, на критические события в этой сети (см. п.3.1.7);
- память Micro SD объёмом не менее 2 ГБ (модификации LPW-305-4 – LPW-305-7) предназначена для организации долговременного хранения электронного отчёта (при работе LPW-305 без связи с компьютером в течение месяцев).

1.3 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) ^{o}С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 80 до 106,7 кПа;
- напряжение питания переменного тока (220,0±2,2) В;
- частота (50,00±0,15) Гц;
- напряжение питания постоянного тока от 12 до 24 В для модификации LPW-305-7;
- порядок следования фаз – L1 - L2 - L3;
- несимметрия напряжения – все фазы подключены;
- форма кривой напряжения и тока – синусоидальная, коэффициент искажения менее 2 %;
- постоянная магнитная индукция внешнего происхождения – отсутствует;

– магнитная индукция внешнего происхождения при частоте 50 Гц – не более 0,05 мТл;
– радиочастотные электромагнитные поля от 30 кГц до 2 ГГц – менее 1 В/м;
– кондуктивные помехи, наводимые радиочастотными полями от 15 кГц до 80 МГц – менее 1 В.

1.4 Рабочие условия применения – в соответствии с ГОСТ 22261-94, группа 4:

– верхнее значение относительной влажности воздуха 90 % при температуре 30 °С.

Но при этом:

– нижнее значение рабочей температуры окружающего воздуха для всех модификаций, кроме LPW-305-7 с характеристической буквой «В» в обозначении – минус 25 °С; для LPW-305-7 с характеристической буквой «В» в обозначении – минус 40 °С;
– верхнее значение рабочей температуры окружающего воздуха плюс 60 °С.

1.5 По устойчивости при механических воздействиях LPW-305 соответствует ГОСТ 22261-94, группа 4.

1.6 Комплект поставки LPW-305 приведён в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Количество
Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305	ДЛИЖ.411722.0001	1
Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305. Паспорт	ДЛИЖ.411722.0001 ПС	1
Блок питания LPW-305-7*	ДЛИЖ.565126.0013	1
Диск CD-ROM с данными**: – методика поверки – руководство по эксплуатации – программное обеспечение	 ДЛИЖ.411722.0001 МП ДЛИЖ.411722.0001 РЭ —	1
Упаковка	—	1

* Только для модификации LPW-305-7.

** Поставляется по требованию заказчика по отдельному заказу

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 LPW-305 осуществляют измерения по трём измерительным входам напряжения.

По измерительным входам напряжения LPW-305 обеспечивают измерения при номинальных значениях фазного/междуфазного напряжения $U_{ном}$ 230,9 В/400 В (режим работы «400 В») или 57,7 В/100 В (режим работы «100 В»).

2.2 Модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейку осуществляют измерения по трём измерительным входам тока.

По измерительным входам тока с подключением в разрыв измерительной цепи LPW-305 обеспечивают измерения с номинальным значением входного тока $I_{ном}$ 5 А (режим работы «5 А») или 1 А (режим работы «1 А»).

Максимальное значение входного тока $I_{макс}$:

– 10 А для режима работы «5 А»;

– 2 А для режима работы «1 А».

В LPW-305, выполненном в портативном варианте, измерительные входы тока либо отсутствуют, либо имеется разъём для подключения к измерителю выходов трёх измерительных токовых клещей с напряжением в диапазоне от 0 до 5 В – см. таблицу 2.

В LPW-305, выполненном в портативном варианте, может быть установлен GPS-модуль, расширен диапазон рабочих температур (от минус 40 до плюс 60 ºС) – см. таблицу 2.

2.3 Подключение контролируемого источника напряжения переменного тока к измерительным входам LPW-305 осуществляют:

для измерительных входов напряжения – непосредственно или через внешние устройства (измерительные трансформаторы напряжения (далее – ТН), делители напряжения) при обязательном условии учёта влияния характеристик измерительных входов напряжения LPW-305 на характеристики подключаемых внешних устройств;

для измерительных входов тока (модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейку) – через внешние трансформаторы тока (далее – ТТ).

Примечание – для измерительных входов тока допускается непосредственное подключение в разрыв цепи контролируемого источника напряжения переменного тока при обязательном условии отсутствия в этой цепи постоянной составляющей тока; однако, как правило, электрические сети, в которых проводятся измерения ПКЭ, этому условию не удовлетворяют.

В LPW-305 предусмотрена возможность введения поправочных коэффициентов в результаты измерений для учёта коэффициентов передачи (трансформации) используемых при измерениях внешних устройств (трансформаторов). Порядок введения поправочных коэффициентов для модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке описан в пп.7.3.24.15, 7.3.24.16. Поправочные коэффициенты для LPW-305-7 вводятся в окне программы

«LPWStudio II», описанной в п.7.2.1.

2.4 LPW-305 обеспечивают измерение ПКЭ, параметров напряжения, тока, электрической мощности и электрической энергии, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень измеряемых ПКЭ

	Наименование ПКЭ	Возможность измерения ПКЭ в модификации	
		LPW-305-1, LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6	LPW-305-7
1	Среднеквадратическое значение фазного напряжения	+*	+
2	Среднеквадратическое значение междуфазного напряжения	+	+
3	Среднеквадратическое значение фазного напряжения основной частоты	+	+
4	Установившееся отклонение среднеквадратического значения напряжения	+	+
5	Частота	+	+
6	Отклонение частоты	+	+
7	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	+	+
8	Коэффициент *n*-ой гармонической составляющей напряжения (*n* – порядок гармоники)	+	+
9	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности	+	+
10	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности	+	+
11	Глубина провала напряжения	+	+
12	Длительность провала напряжения	+	+
13	Коэффициент временного перенапряжения	+	+
14	Длительность временного перенапряжения	+	+
15	Кратковременная доза фликера	+	+
16	Длительная доза фликера	+	+
17	Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники)	+	+
18	Угол фазового сдвига между *n*-ыми гармоническими составляющими фазных напряжений (*n* – порядок гармоники)	+	+
19	Среднеквадратическое значение фазного тока, А	+	–**
20	Среднеквадратическое значение фазного тока основной частоты	+	–
21	Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока	+	–

Продолжение таблицы 4

Наименование ПКЭ	Возможность измерения ПКЭ в модификации	
	LPW-305-1, LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6	LPW-305-7
22 Коэффициент *n*-ой гармонической составляющей тока (*n* – порядок гармоники)	+	–
23 Угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты (первой гармоники) одной фазы	+	–
24 Угол фазового сдвига между *n*-ыми гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (*n* – порядок гармоники)	+	–
25 Активная однофазная мощность	+	–
26 Реактивная однофазная мощность	+	–
27 Полная однофазная мощность	+	–
28 Активная фазная энергия	+	–
29 Реактивная фазная энергия первой гармоники	+	–
* «+» означает, что возможность измерений показателя имеется. ** «–» означает, что возможности измерений показателя нет		

2.5 Диапазоны измерений и нормируемые метрологические характеристики LPW-305 приведены в таблицах 5 – 11.

Таблица 5 – Метрологические характеристики LPW-305, нормируемые в нормальных условиях применения, указанных в таблице 11

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой основной погрешности измерений
1 Среднеквадратическое значение фазного напряжения, В: – для режима работы «400 В» – для режима работы «100 В»	$U_ф$	 От 5 до 462 От 5 до 116	Приведённая (к номинальному значению фазного напряжения $U_{ном}$), ±0,1 %
2 Среднеквадратическое значение междуфазного напряжения, В: – для режима работы «400 В» – для режима работы «100 В»	$U_{мф}$	 От 8,7 до 800 От 8,7 до 200	Приведённая (к номинальному значению междуфазного напряжения $U_{ном}$), ±0,1 %

Продолжение таблицы 5

	Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой основной погрешности измерений
3	Среднеквадратическое значение фазного напряжения основной частоты, В: – для режима работы «400 В» – для режима работы «100 В»	$U_{(1)}$	 От 5 до 347 От 5 до 87	Приведённая (к номинальному значению фазного напряжения $U_{ном}$), ±0,1 %
4	Установившееся отклонение среднеквадратического значения напряжения, %	δUy	От минус 20 до плюс 20	Абсолютная, ±0,2 %
5	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %	K_{2U}	От 0,4 до 20	Абсолютная, ±0,2 %
6	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %	K_{0U}	От 0,4 до 20	Абсолютная, ±0,2 %
7	Среднеквадратическое значение фазного тока, А: – для режима работы «5 А» – для режима работы «1 А»	I	 От 0,005 до 10 От 0,001 до 2	Приведённая (к номинальному значению фазного тока I), ±0,1 %
8	Среднеквадратическое значение фазного тока основной частоты, А: – для режима работы «5 А» – для режима работы «1 А»	$I_{(1)}$	 От 0,005 до 7,5 От 0,001 до 1,5	Приведённая (к номинальному значению фазного тока I), ±0,1 %
9	Активная однофазная мощность в полосе частот от 30 до 4000 Гц, Вт: – режимы «400 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «5 А» – режимы «400 В» и «5 А»	$P_{(f)1}$	 От 2,3 до 346 От 0,6 до 87 От 2,9 до 433 От 11,5 до 1732	Относительная, согласно таблице 6

Продолжение таблицы 5

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой основной погрешности измерений
10 Реактивная однофазная мощность в полосе частот от 40 до 2875 Гц, вар – режимы «400 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «5 А» – режимы «400 В» и «5 А»	$Q_{(f)1}$	 От 12 до 346 От 3 до 87 От 14 до 433 От 58 до 1732	Относительная, ±[0,5×(0,9+0,02/*m*)] % для *m* от 0,01 до 0,2, где $m=(I_{(1)}\times U_{(1)}\times/\sin\varphi_{IU}/)\,/\,(I_{ном}\times U_{ном})$, ±0,5 % для *m* св. 0,2 до 1,2
11 Полная однофазная мощность в полосе частот от 30 до 4000 Гц, В·А: – режимы «400 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «5 А» – режимы «400 В» и «5 А»	S	 От 12 до 346 От 3 до 87 От 14 до 433 От 58 до 1732	Относительная, ±0,5 % при токе от 0,01 до 1,5 А в режиме «1 А» и при токе от 0,05 до 7,5 А в режиме «5 А»
12 Активная фазная энергия, Вт·ч	W_A	—	Относительная, ГОСТ 31819.22-2012, класс точности 0,2S (см. таблицу 6)
13 Реактивная фазная энергия первой гармоники, вар·ч	W_P	—	Относительная, ±[0,5×(0,9+0,02/*m*)] % для *m* от 0,01 до 0,2, где $m=(I_{(1)}\times U_{(1)}\times /\sin\varphi_{IU}/)/(I_{ном}\times U_{ном})$, ±0,5 % для *m* св. 0,2 до 1,2

Таблица 6 – Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активной однофазной мощности и активной фазной энергии

Режим работы	Среднеквадратическое значение фазного тока *I*, А	Коэффициент мощности *cosφ*	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активной однофазной мощности и активной фазной энергии, %
«100 В» и «5 А»; «400 В» и «5 А»	От 0,05 до 0,25 (не включ.)	1	±0,4
	От 0,25 до 7,5		±0,2
	От 0,1 до 0,5 (не включ.)	От 0,5 до 0,9	±0,5
	От 0,5 до 7,5		±0,3
«100 В» и «1 А»; «400 В» и «1 А»	От 0,01 до 0,05 (не включ.)	1	±0,4
	От 0,05 до 1,5		±0,2
	От 0,02 до 0,1 (не включ.)	От 0,5 до 0,9	±0,5
	От 0,1 до 1,5		±0,3

Таблица 7 – Метрологические характеристики LPW-305, нормируемые в рабочих условиях применения, указанных в таблице 11

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой погрешности измерений
1 Частота, Гц	f	От 42,5 до 57,5	Абсолютная, ±0,01 Гц
2 Отклонение частоты, Гц	Δf	От минус 5 до плюс 5	Абсолютная, ±0,01 Гц
3 Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, %	K_U	От 1 до 30	Относительная, ±10 %
4 Коэффициент *n*-ой гармонической составляющей напряжения (*n* – порядок гармоники), %:	$K_{U(n)}$		Абсолютная, ±0,05 % для $K_{U(n)}$ < 1,0 %. Относительная, ±5 % для $K_{U(n)} \geq 1{,}0$ %
– для $2 \leq n \leq 10$		От 0,1 до 30	
– для $10 < n \leq 20$		От 0,1 до 20	
– для $20 < n \leq 30$		От 0,1 до 10	
– для $30 < n \leq 50$		От 0,1 до 5	

Продолжение таблицы 7

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой погрешности измерений
5 Глубина провала напряжения, %	δU_n	От 10 до 100	Абсолютная, ±1,0 %
6 Длительность провала напряжения, с	Δt_n	От 0,04 до 60	Абсолютная, ±0,02 с
7 Коэффициент временного перенапряжения	$K_{пер\ U}$	От 1,1 до 1,5	Относительная ±2 %
8 Длительность временного перенапряжения, с	$\Delta t_{пер\ U}$	От 0,04 до 60	Абсолютная, ±0,02 с
9 Кратковременная доза фликера	P_{St}	От 0,2 до 10	Относительная ±5,0 %
10 Длительная доза фликера	P_{Lt}	От 0,2 до 10	Относительная ±5,0 %
11 Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока при значениях тока от 0,05 до 7,5 А для режима работы «5 А, от 0,01 до 1,5 А для режима работы «1 А»	K_I	От 0,3 до 60	Абсолютная, ±0,15 % для K_I < 3,0. Относительная ±5 % для $K_I \geq 3,0$
12 Коэффициент *n*-ой гармонической составляющей тока (*n* – порядок гармоники) от 0,05 до 7,5 А для режима работы «5 А», от 0,01 до 1,5 А для режима работы «1 А», %:	$K_{I(n)}$		Абсолютная, ±0,15 % для $K_{I(n)}$ < 3,0. Относительная ±5 % для $K_{I(n)} \geq 3,0$
– для $2 \leq n \leq 10$		От 0,3 до 30	
– для $10 < n \leq 20$		От 0,3 до 20	
– для $20 < n \leq 30$		От 0,3 до 10	
– для $30 < n \leq 50$		От 0,3 до 5	

Продолжение таблицы 7

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой погрешности измерений
13 Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники) при значениях напряжения от 184,7 до 277,1 В для режима работы «400 В», от 46,2 до 69,2 В для режима работы «100 В», °	φ_U	От минус 180 до плюс 180	Абсолютная, ±0,2°
14 Угол фазового сдвига между *n*-ыми гармоническими составляющими фазных напряжений (*n* – порядок гармоники), °	$\varphi_{U(n)}$	От минус 180 до плюс 180	Абсолютная, ±1° для $K_{U(n)}$ св. 5 %, ±5° для $K_{U(n)}$ св. 1 до 5 %, ±10° для $K_{U(n)}$ от 0,2 до 1 %
15 Угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты (первой гармоники) одной фазы, °	φ_{UI}	От минус 180 до плюс 180	Абсолютная, ±0,5° при значениях силы тока от 0,05 до 6 А для режима работы «5 А» и от 0,1 до 1,2 А для режима работы «1 А», ±5° при значениях силы тока менее 0,5 А для режима работы «5 А» и менее 0,1 А для режима работы «1 А»
16 Угол фазового сдвига между *n*-ыми гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы (*n* – порядок гармоники), °	$\varphi_{UI(n)}$	От минус 180 до плюс 180	Абсолютная, согласно таблице 8

Таблица 8 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между *n*-ыми гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы

Режим работы	Среднеквадратическое значение фазного тока, А	Коэффициент *n*-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$, %	Коэффициент *n*-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между *n*-ыми гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы, °
«5 А»	От 0,5 до 2,5	Более 5	Более 5	±5
	Св. 2,5 до 6	От 1 до 5	От 1 до 5	
«1 А»	От 0,1 до 0,5	Более 5	Более 5	±5
	Св. 0,5 до 1,2	От 1 до 5	От 1 до 5	±5
		Более 5	Более 5	±3

Таблица 9 – Нормируемые метрологические характеристики при изменении температуры окружающего воздуха

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур на каждые 10 ºС
1 Среднеквадратическое значение фазного напряжения, В: – для режима работы «400 В» – для режима работы «100 В»	$U_ф$	 От 5 до 462 От 5 до 116	Приведённая (к номинальному значению фазного напряжения $U_{ном}$), ±0,05 %
2 Среднеквадратическое значение междуфазного напряжения, В: – для режима работы «400 В» – для режима работы «100 В»	$U_{мф}$	 От 8,7 до 800 От 8,7 до 200	Приведённая (к номинальному значению фазного напряжения $U_{ном}$), ±0,05 %
3 Среднеквадратическое значение фазного напряжения основной частоты, В: – для режима работы «400 В» – для режима работы «100 В»	$U_{(1)}$	 От 5 до 347 От 5 до 87	Приведённая (к номинальному значению фазного напряжения $U_{ном}$), ±0,05 %

Продолжение таблицы 9

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур на каждые 10 ºС
4 Установившееся отклонение среднеквадратического значения напряжения, %	δU_y	От минус 20 до плюс 20	Абсолютная, ±0,1 %
5 Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %	K_{2U}	От 0,4 до 20	
6 Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %	K_{0U}	От 0,4 до 20	
7 Среднеквадратическое значение фазного тока, А: – для режима работы «5 А» – для режима работы «1 А»	I	 От 0,005 до 10 От 0,001 до 2	Приведённая (к номинальному значению фазного тока I), ±0,05 %
8 Среднеквадратическое значение фазного тока основной частоты, А: – для режима работы «5 А» – для режима работы «1 А»	$I_{(1)}$	 От 0,005 до 7,5 От 0,001 до 1,5	
9 Активная однофазная мощность в полосе частот от 30 до 4000 Гц, Вт: – режимы «400 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «5 А» – режимы «400 В» и «5 А»	$P_{(f)1}$	 От 2,3 до 346 От 0,6 до 87 От 2,9 до 433 От 11,5 до 1732	Относительная, согласно таблице 10

Продолжение таблицы 9

Наименование показателя (параметра)	Буквенное обозначение по ГОСТ Р 8.655-2009	Диапазон измерений показателя (параметра)	Вид и пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур на каждые 10 ºС
10 Реактивная однофазная мощность в полосе частот от 40 до 2875 Гц, вар: – режимы «400 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «5 А» – режимы «400 В» и «5 А»	$Q_{(f)1}$	 От 12 до 346 От 3 до 87 От 14 до 433 От 58 до 1732	Относительная, ±[0,25×(0,9+0,02/*m*)] % для *m* от 0,01 до 0,2, где $m=(I_{(1)}\times U_{(1)}\times/\sin\varphi_{IU}/)/(I_{ном}\times U_{ном})$, ±0,25 % для *m* св. 0,2 до 1,2
11 Полная однофазная мощность в полосе частот от 30 до 4000 Гц, В·А: – режимы «400 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «1 А» – режимы «100 В» и «5 А» – режимы «400 В» и «5 А»	S	 От 12 до 346 От 3 до 87 От 14 до 433 От 58 до 1732	Относительная, ±0,25 % при токе от 0,01 до 1,5 А в режиме «1 А» и при токе от 0,05 до 7,5 А в режиме «5 А»
12 Активная фазная энергия, Вт·ч	W_A	—	Относительная, согласно таблице 10
13 Реактивная фазная энергия первой гармоники, вар·ч	W_P	—	Относительная, ±[0,25×(0,9+0,02/*m*)] % для *m* от 0,01 до 0,2, где $m=(I_{(1)}\times U_{(1)}\times\sin\varphi_{IU})/(I_{ном}\times U_{ном})$; ±0,25 % для *m* св. 0,2 до 1,2

Таблица 10 – Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений однофазной активной мощности и активной фазной энергии, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха

Режим работы	Среднеквадратическое значение фазного тока *I*, А	Коэффициент мощности *cosφ*	Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений однофазной активной мощности и энергии, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур на каждые 10 ºС, %
«100 В» и «5 А»; «400 В» и «5 А»	От 0,05 до 0,25 (не включ.)	1	±0,2
	От 0,25 до 7,5		±0,1
	От 0,1 до 0,5 (не включ.)	От 0,5 до 0,9	±0,25
	От 0,5 до 7,5		±0,15
«100 В» и 1 А»; «400 В» и 1 А»	От 0,01 до 0,05 (не включ.)	1	±0,2
	От 0,05 до 1,5		±0,1
	От 0,02 до 0,1 (не включ.)	От 0,5 до 0,9	±0,25
	От 0,1 до 1,5		±0,15

Таблица 11 – Основные технические характеристики LPW-305

Наименование характеристики	Значение	
	LPW-305-1, LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6	LPW-305-7
Нормальные условия применения в соответствии с ГОСТ 22261-94:		
– температура, ^{o}C	20 ± 5	
– влажность при температуре 25 ^{o}C, не более, %	80	

Продолжение таблицы 11

Наименование характеристики	Значение	
	LPW-305-1, LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6	LPW-305-7
Рабочие условия применения:		
– температура, °С	От минус 25 до плюс 60	От минус 25 до плюс 60 при отсутствии буквы «В» в обозначении измерителя. От минус 40 до плюс 60 при наличии буквы «В» в обозначении измерителя
– влажность при температуре 30 °С, не более, %	90	90
Напряжение питания, В:		
– постоянного тока	От 120 до 600 (номинальное значение – 311) положительной или отрицательной полярности	От 12 до 24
– переменного тока частотой 50 Гц	От 85 до 600 (номинальное значение – 220)	—

2.6 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности хода встроенных часов LPW-305 (все модификации, кроме LPW-305-7 с характеристической буквой С в обозначении) составляют ±1 с за 24 ч.

2.7 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности хода встроенных часов LPW-305 (все модификации, кроме LPW-305-7 с характеристической буквой С в обозначении), вызванной отклонением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур на каждые 10 ºС, составляют ±0,5 с за 24 ч.

2.8 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности текущего времени встроенных часов LPW-305-7 с характеристической буквой «С» в обозначении составляют ±0,005 с.

2.9 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности текущего времени встроенных часов LPW-305-7 с характеристической буквой С в обозначении, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур на каждые 10 ºС, составляют ±0,0025 с.

2.10 Время установления рабочего режима – не более 10 мин.

2.11 Входное сопротивление LPW-305 – не менее:

– (3,00 ± 0,15) МОм для каждого измерительного входа напряжения по отношению к входу подключения нейтрали;
– (6,0 ± 0,3) МОм между двумя любыми измерительными входами напряжения.

2.12 Электрическая ёмкость каждого измерительного входа напряжения на частоте 100 Гц не более 100 пФ.

2.13 Характеристики электромеханического реле (модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейке)

2.13.1 Максимально допустимое напряжение на разомкнутых контактах:

– 30 В при включении в цепь постоянного тока;
– 250 В при включении в цепь переменного тока частотой 50 Гц.

2.13.2 Максимально допустимое значение силы тока, протекающего через замкнутые контакты реле:

– 3 А при включении в цепь постоянного тока;
– 3 А (среднеквадратическое значение) при включении в цепь переменного тока частотой 50 Гц.

2.14 Характеристики дискретного входа (модификации LPW-305-3, LPW-305-6)

2.14.1 Дискретный вход имеет два состояния:

– «Замкнуто» при подключении к нему внешней цепи с сопротивлением не более 0,2 кОм;
– «Разомкнуто» при подключении к нему внешней цепи с сопротивлением не менее 50 кОм.

2.15 Характеристики импульсного выхода (модификации LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6):

– напряжение на выходных контактах в состоянии «Разомкнуто» – не более 24 В;
– сила тока в выходной цепи в состоянии «Замкнуто» – не более 30 мА;
– сопротивление выходной цепи в состоянии «Разомкнуто» – не менее 1 МОм;
– сопротивление выходной цепи в состоянии «Замкнуто» не – более 50 Ом.

2.16 Приём и передача данных:

– по интерфейсам типов RS-232, RS-485, Ethernet для модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке;
– по интерфейсу Ethernet для LPW-305-7.

Скорость обмена по интерфейсам RS-232, RS-485: 1200; 2400; 4800; 9600; 14400; 19200; 38400; 57600; 115200 бит/с.

Характеристики интерфейса Ethernet: стандарт 10/100BASE-TX, поддержка технологии Auto-MDIX, full-duplex, скорость обмена 10; 100 Мбит/с.

2.17 Входное сопротивление LPW-305 (модификации LPW-305-2, LPW-305-5) для входа нагрузки интерфейса RS-485 – (120 ± 5) Ом.

2.18 LPW-305 сохраняет в пределах норм свои технические характеристики (таблицы 5 – 11) при питании напряжением согласно таблице 11.

2.19 Потребляемая мощность LPW-305:

– не более 20 В·А (20 Вт) для модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке;
– не более 5 Вт для LPW-305-7.

Мощность, потребляемая каждой цепью измерения напряжения фазы по отношению к нейтрали – не более 0,05 В·А.

2.20 Степень защиты от проникновения воды и посторонних предметов – IP52 по ГОСТ 14254-96.

2.21 Габаритные размеры:

– не более 170 × 155 × 82 мм для модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке;
– не более 100×65×205 мм для LPW-305-7.

2.22 Масса:

– не более (0,9 ± 0,2) кг для модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке;
– не более (0,7 ± 0,2) кг для LPW-305-7.

2.23 Наработка на отказ – не менее 60000 ч.

2.24 Среднее время восстановления работоспособности – не более 8 ч.

2.25 Срок службы – не менее 10 лет.

2.26 Отсутствие самохода: LPW-305 (модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейке) не измеряет электрическую энергию при отсутствии тока в цепи тока и значении напряжения 1,15 номинального значения, указанного в п.2.1.

2.27 Стартовый ток (чувствительность)

2.27.1 LPW-305 (модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейке) начинает и продолжает измерение электрической энергии:

– при значении силы тока $0{,}001 \cdot I_{ном}$ (п.2.1) и значении коэффициента мощности, равном 1,0, для измерений активной энергии;
– при значении силы тока $0{,}002 \cdot I_{ном}$ (п.2.1) и значении коэффициента sinφ, равном 1,0 (индуктивная или емкостная нагрузка), для измерений реактивной энергии.

2.28 Модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейке оснащены часами реального времени и календарем. Установка времени предполагает возможность задания значений часов, минут и секунд, установка даты – возможность задания дня, месяца и года.

Питание часов реального времени осуществляется от встроенной батареи, обеспечивающей непрерывный режим работы не менее двух лет.

2.29 Каждый измерительный вход напряжения LPW-305 выдерживает перегрузку напряжением переменного тока частотой 50 Гц со среднеквадратическим значением 1600 В в течение 1 ч.

2.30 Каждый измерительный вход тока LPW-305 (модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейке) выдерживает перегрузку входным током 20 А в течение 1 ч.

2.31 В модификациях LPW-305 с креплением на DIN-рейке при отключении питания сохраняются данные системного журнала, а также результаты измерений в энергонезависимой памяти в течение не менее 15 сут.

2.32 LPW-305 обеспечивает неограниченную продолжительность непрерывной работы.

2.33 Электрическая прочность и сопротивление изоляции LPW-305

2.33.1 Электрическая прочность и сопротивление изоляции для модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке

2.33.1.1 Внутренняя защитная цепь LPW-305 с креплением на DIN-рейке (модификации согласно таблице 1), включённая между контактами интерфейса Ethernet, с одной стороны, и контактами разъёмов защитного заземления, с другой стороны, выдерживает воздействие постоянного тока значением 1 А в обоих направлениях в течение 1 мин.

2.33.1.2 Изоляция между объединёнными контактами клемм измерительных входов напряжения, тока, цепи электромеханического реле, цепи сетевого питания, импульсного выхода (для модификаций LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6), дискретного входа (для модификаций LPW-305-3, LPW-305-6) и интерфейсов RS-485, RS-232, с одной стороны, и объединёнными контактами клемм защитного заземления, с другой стороны, должна выдерживает без пробоя воздействие напряжения постоянного тока значением 3,3 кВ в течение 1 мин.

2.33.1.3 Изоляция между объединёнными контактами клемм измерительных входов напряжения, тока, цепи электромеханического реле, цепи сетевого питания, с одной стороны, и объединёнными контактами клемм импульсного выхода (для модификаций LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6), дискретного входа (для модификаций LPW-305-3, LPW-305-6) и интерфейсов RS-485, RS-232, с другой стороны, выдерживает без пробоя воздействие напряжения постоянного тока значением 5,5 кВ в течение 1 мин.

2.33.1.4 Сопротивление изоляции между цепями, указанными в пп.2.33.1.2 2.33.1.3 – не менее:

– 20 МОм для нормальных условий применения;
– 5 МОм при 60 °С и относительной влажности воздуха до 80 %;
– 2 МОм при (20±5) °С и относительной влажности 93 %.

2.33.2 Электрическая прочность и сопротивления изоляции LPW-305-7

2.33.2.1 Внутренняя защитная цепь LPW-305-7, включённая между контактами интерфейса Ethernet, с одной стороны, и контактом разъёма защитного заземления, с другой стороны, должна выдерживать воздействие постоянного тока значением 1 А в обоих направлениях в течение 1 мин.

2.33.2.2 Изоляция между объединёнными контактами клемм измерительных входов напряжения, контактами разъёма для подключения к LPW-305-7 выходов трёх измерительных токовых клещей, с одной стороны, и клеммой защитного заземления, с другой стороны, должна выдерживать без пробоя воздействие напряжения постоянного тока значением 2 кВ в течение 1 мин.

2.33.2.3 Сопротивление изоляции между цепями, указанными в п.2.33.2.2 – не менее:

– 20 МОм для нормальных условий применения;
– 5 МОм при 60 °С и относительной влажности воздуха до 80 %;
– 2 МОм при (20±5) °С и относительной влажности 93 %.

2.34 Электромагнитная совместимость

2.34.1 По устойчивости к электромагнитным помехам LPW-305 соответствует ГОСТ Р 51317.6.5-2006 для электростанций и подстанций среднего напряжения.

2.34.2 Помехоэмиссия от LPW-305 при работе LPW-305 соответствует требованиям ГОСТ 30804.6.3-2013.

3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ LPW-305

3.1 Общие сведения

3.1.1 LPW-305 являются многофункциональными измерительными приборами для электроэнергетики, выпускаются в различных модификациях – см. п.1.2.

LPW-305 можно использовать не только локально (в режиме накопления информации с последующим снятием этой информации, например, посредством портативного компьютера), но и в качестве телеметрического прибора, подключённого к компьютеру. Приём и передача данных между LPW-305 и компьютером осуществляется по одному из интерфейсов (RS-232, RS-485, Ethernet) указанных в п.2.16.

Примечание. Интерфейс RS-232 – интерфейс «ближнего действия» (от нескольких единиц до десятков метров), интерфейс RS-485 – интерфейс «среднего действия» (десятки – сотни метров), Ethernet – интерфейс «дальнего действия» (в случае интеграции в глобальную сеть дальность связи практически не ограничена).

В портативном LPW-305-7 по желанию заказчика может быть установлен GPS-модуль – LPW-305-7 с характеристической буквой «С» в е обозначении (см. п.1.2). На корпусе такого LPW-305-7 смонтирован разъём для подключения GPS-антенны.

Для выполнения измерений ПКЭ при температуре ниже минус 25 °С – до минус 40 °С – предназначены портативные LPW-305-7 с характеристической буквой «В» в обозначении (см. п.1.2).

3.1.2 LPW-305 измеряют фазные напряжения $U_{ф1}$, $U_{ф2}$, $U_{ф3}$ относительно цепи нейтрали N.

Модификации LPW-305 с креплением на DIN-рейке измеряют также фазные токи $I_{ф1}$, $I_{ф2}$, $I_{ф3}$. В портативных LPW-305-7 измерительные входы силы тока либо отсутствуют (при отсутствии характеристической буквы «А» в обозначении), либо имеется разъём для подключения к LPW-305-7 выходов трёх измерительных токовых клещей с напряжением на их выходах от 0 до 5 В (при наличии характеристической буквы «А» в обозначении, например – LPW-305-7-А). Тип токовых клещей выбирают в окне программы «LPWStudio II».

Все физические остальные величины, указанные в таблице 4, кроме значений фазных напряжений и токов, являются результатами косвенных измерений, т.е. LPW-305 их вычисляет, исходя из измеренных значений фазных напряжений и токов.

3.1.3 Индикаторы, клавиши и электронное меню LPW-305 с креплением на DIN-рейке, описанные в разделе 7, позволяют произвести начальные настройки при установке этих модификаций LPW-305 и, при необходимости, визуально проконтролировать любые показания LPW-305. Однако данная система индикации и меню являются, скорее, вспомогательными: для снятия и анализа показаний LPW-305 всех модификаций в процессе измерений пользователю удобнее воспользоваться компьютером.

3.1.4 Питание LPW-305 с креплением на DIN-рейке

3.1.4.1 Если питание LPW-305 с креплением на DIN-рейке осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц, то его необходимо подключать только к сети переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 220 В, несмотря на то, что LPW-305 имеет широкий диапазон напряжений питания (см.таблицу 11) и является высоконадёжным регистратором событий даже в аварийных ситуациях долговременного перенапряжения или провала напряжения на линии, использующейся для его питания.

3.1.4.2 Если измерения необходимо производить при непосредственном подключении измерительных входов LPW-305 в цепь напряжения, т.е. без использования трансформаторов напряжения (ТН), то питание LPW-305 можно осуществлять от одного из фазных напряжений $U_{ф1}$, $U_{ф2}$, $U_{ф3}$ сети переменного тока (п.6.5.2, таблица 136.5.2).

3.1.4.3 Питание LPW-305 можно осуществлять напряжением постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 250 до 320 В (см. таблицу 11) при этом метрологические и технические характеристики LPW-305 обеспечиваются полностью.

3.1.5 Питание LPW-305-7

3.1.5.1 Питание LPW-305-7 осуществляется напряжением постоянного тока от 12 до 24 В, мощностью 5 Вт. Питание подключается к контактам клеммной колодки на боковой панели LPW-305-7 в соответствии с указанной на ней полярностью. При неправильном подключении полюсов источника питания к LPW-305-7 срабатывает автоматическая защита LPW-305-7 от этой ошибки.

Для удобства пользователя предусмотрена возможность подключения резервного (второго) источника напряжения питания к LPW-305-7. Выбор одного из двух подключённых источников осуществляется в LPW-305-7 автоматически.

По требованию заказчика по отдельному заказу в комплект поставки LPW-305-7 может быть включён блок питания LPW-305-7 для его питания от сети переменного тока (220 ± 22) В частотой 50 Гц.

3.1.6 Приём и передача данных при работе LPW-305 осуществляются по одному из интерфейсов, указанных в п.2.16.

Тип активного интерфейса устанавливают в окне программы «LPWStudio II» (см. п.7.2.1). Для LPW-305 с креплением на DIN-рейке можно также использовать систему вложенных меню самого LPW-305 в соответствии с пп.7.3.24.6 – 7.3.24.12.

В случае одновременного подключения пользователем LPW-305 с креплением на DIN-рейке интерфейсов RS-485 и RS-232 приём и передача данных будут осуществляться только по интерфейсу RS-232. Одновременное подключение пользователем интерфейсов Ethernet и RS-232 или Ethernet и RS-485 возможно, но при этом активным будет интерфейс, выбранный в окне программы «LPWStudio II» или в меню LPW-305 (см. п.7.3.24.6), а неактивный интерфейс логически не будет задействован и электрически будет находиться в пассивном состоянии.

3.1.7 Если в сети переменного тока используются несколько LPW-305 с креплением на DIN-рейке, то для организации оперативной реакции нескольких LPW-305 на критические события в этой сети импульсный выход оптореле одного LPW-305 может быть соединён с дискретным оптоизолированным входом другого LPW-305. При этом будет осуществляться сигнализация по принципу «ведущий-ведомый» согласно схемам, приведённым на рисунках Б.18 – Б.20 приложения Б.

3.1.8 Выход исполнительной цепи электромеханического реле LPW-305 с креплением на DIN-рейке – выходы «Реле 1», «Реле 2» на передней панели – используют для управления внешним защитным устройством от перенапряжения. Логика срабатывания электромеханического реле может быть либо одиночной (для одного LPW-305), либо групповой, согласно п.3.1.7.

3.2 Конструкция LPW-305

3.2.1 Конструкция LPW-305 с креплением на DIN-рейке

3.2.1.1 LPW-305 с креплением на DIN-рейке выполнены в изолированном корпусе из поликарбоната. Спереди расположена панель индикации и кнопок управления, сзади имеется крепление на DIN-рейку. В нижней части корпуса LPW-305 расположена клеммная колодка с резьбовыми выводами (21 вывод), предназначенными для подключения к измерительным цепям напряжения, питающим, заземляющим и управляющим цепям. Доступ к выводам клеммной колодки возможен только при снятой защитной крышке, которая пломбируется после осуществления необходимых пользовательских подключений. В верхней части корпуса LPW-305 расположены три сквозных отверстия измерительных входов тока, предназначенные для пропускания через них проводов токовых измерительных цепей. На нижней поверхности корпуса LPW-305 со стороны клеммной колодки расположен разъем типа RJ-45 для подключения к интерфейсу Ethernet.

3.2.1.2 Корпус LPW-305 состоит из передней и задней крышек. Внутри корпуса закреплены платы модуля интерфейса и модуля контроллера. Плата модуля интерфейса крепится с внутренней стороны задней крышки корпуса, плата модуля контроллера – к передней крышке корпуса. Обе платы соединяются друг с другом плоским кабелем, расположенным с одной стороны, что позволяет при разборке, разъединяя переднюю и заднюю крышку корпуса, раскрыть конструкцию как книгу.

3.2.1.3 На передней панели LPW-305 (на передней крышке корпуса) LPW-305 находятся индикаторы для отображения результатов измерений и вспомогательной информации (обозначение отображаемой величины и т.п.) следующих типов:

- три четырёхразрядных 7-сегментных цифровых индикатора с десятичной точкой справа от каждого разряда;
- один двухразрядный 14-сегментный буквенно-цифровой индикатор с десятичной точкой справа от каждого разряда.

Цвет свечения индикаторов для отображения результатов измерений и вспомогательной информации – зеленый. Яркость свечения регулируется при помощи меню LPW-305 в соответствии с п.7.3.23.3. Тип управления индикаторами – импульсный.

3.2.1.4 Светодиоды «Rx» и «Tx» на передней панели LPW-305 служат для индикации обмена информацией по интерфейсам RS-232, RS-485: «Rx» – приём информации, «Tx» – передача информации. Для активного интерфейса RS-232 или RS-485 светодиод «Rx» светится в состоянии приёма, «Tx» – в состоянии передачи данных.

Светодиод «1000 имп/кВт·ч» на передней панели LPW-305 является оптическим испытательным выходом.

3.2.1.5 На передней панели расположены четыре клавиши для настройки и управления LPW-305: «▼», «►», ВЫБОР, СБРОС. Их назначение и работа с ними описаны в подразделе 7.3.

3.2.1.6 Внешний вид LPW-305 с креплением на DIN-рейке приведён на рисунке А.1 приложения А.

3.2.2 Конструкция LPW-305-7

3.2.2.1 LPW-305-7 выполнены в корпусе из пластика АБС UL94-HB, не имеют панели индикации и управления. На одной из боковых панелей корпуса расположены измерительные входы напряжения – четыре гнезда для подключения трёх фазных напряжений и нейтрали электрической сети, гнездо защитного заземления, индикаторы «РАБ» (питание измерителя) и «ФАЗ» (правильное подключение фазных напряжений). На противоположной боковой панели расположены винтовой клеммный соединитель для подключения основного и резервного питания, разъёмы для подключения к интерфейсу Ethernet (тип – RJ-45), а также могут присутствовать разъём для подключения к антенне системы GPS и разъём для подключения до трёх измерительных токовых клещей.

Внешний вид LPW-305-7 приведён на рисунке А.2 приложения А.

3.3 Электрические структурные схемы модификаций LPW-305

3.3.1 Электрическая структурная схема LPW-305 с креплением на DIN-рейке

3.3.1.1 Электрическая структурная схема LPW-305 с креплением на DIN-рейке представлена на рисунке 2. Функциональные отличия модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке описаны в п.1.2.

Показанный на электрической структурной схеме модуль интерфейса включает в себя:

– импульсный блок питания;
– трёхфазный делитель напряжения;
– реле;
– узел приёмопередатчиков интерфейсов RS-232/RS-485 с гальваноразвязкой;
– субмодуль ввода-вывода с гальваноразвязкой (только в модификациях LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6).

В состав модуля контроллера, показанного на электрической структурной схеме, входят:

- ARM-контроллер;
- шестиканальный сигма-дельта АЦП;
- канал измерения частоты;
- flash-память;
- узел гальваноразвязки;
- защитный узел интерфейса Ethernet;
- узел токовых шунтов ТТ;
- карта памяти MicroSD (только в модификациях LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6);
- встроенные часы реального времени;
- элемент питания для обеспечения работы встроенных часов и карты памяти MicroSD;
- датчик температуры внутри корпуса LPW-305;
- клавиши;
- светодиоды;
- буквенно-цифровые и цифровые индикаторы.

3.3.1.2 АЦП содержит шесть параллельных каналов преобразования сигналов: три канала преобразования напряжения с выходов трёхфазного делителя напряжения и три канала преобразования тока с токовых шунтов ТТ.

3.3.1.3 Особенностью LPW-305 с креплением на DIN-рейке является устройство измерительных входов тока, которые представляют собой сквозные отверстия тороидальных ТТ, расположенных внутри корпуса LPW-305. Такое устройство измерительных входов тока обеспечивает электромагнитную связь с пренебрежимо малыми потерями энергии между током в проводе, продетом в отверстие, и током, протекающим в обмотке ТТ. При условии выполнения рекомендаций к сечению подключаемых токовых проводов (п.6.5.3.2) мощность, потребляемая LPW-305 по цепям измерительных входов тока, будет ничтожно мала, и значение индуктивности каждого измерительного входа тока будет пренебрежимо мало по сравнению с собственной индуктивностью подводящих проводов.

3.3.1.4 Канал измерения частоты включает в себя формирователь частотного сигнала с выхода трёхфазного делителя напряжения, полосовой фильтр, компаратор, таймер ARM-контроллера, используемый для измерения периода сигнала. Результат измерения частоты используется в математическом методе обработки сигнала, применённом в LPW-305.

3.3.1.5 Энергонезависимая flash-память объёмом 2 МБ обеспечивает сохранение данных системного журнала, результатов измерений и вычислений ПКЭ, пополнение системного журнала, а также хранение этих данных при отключении питания. Характер записи в память – циклический.

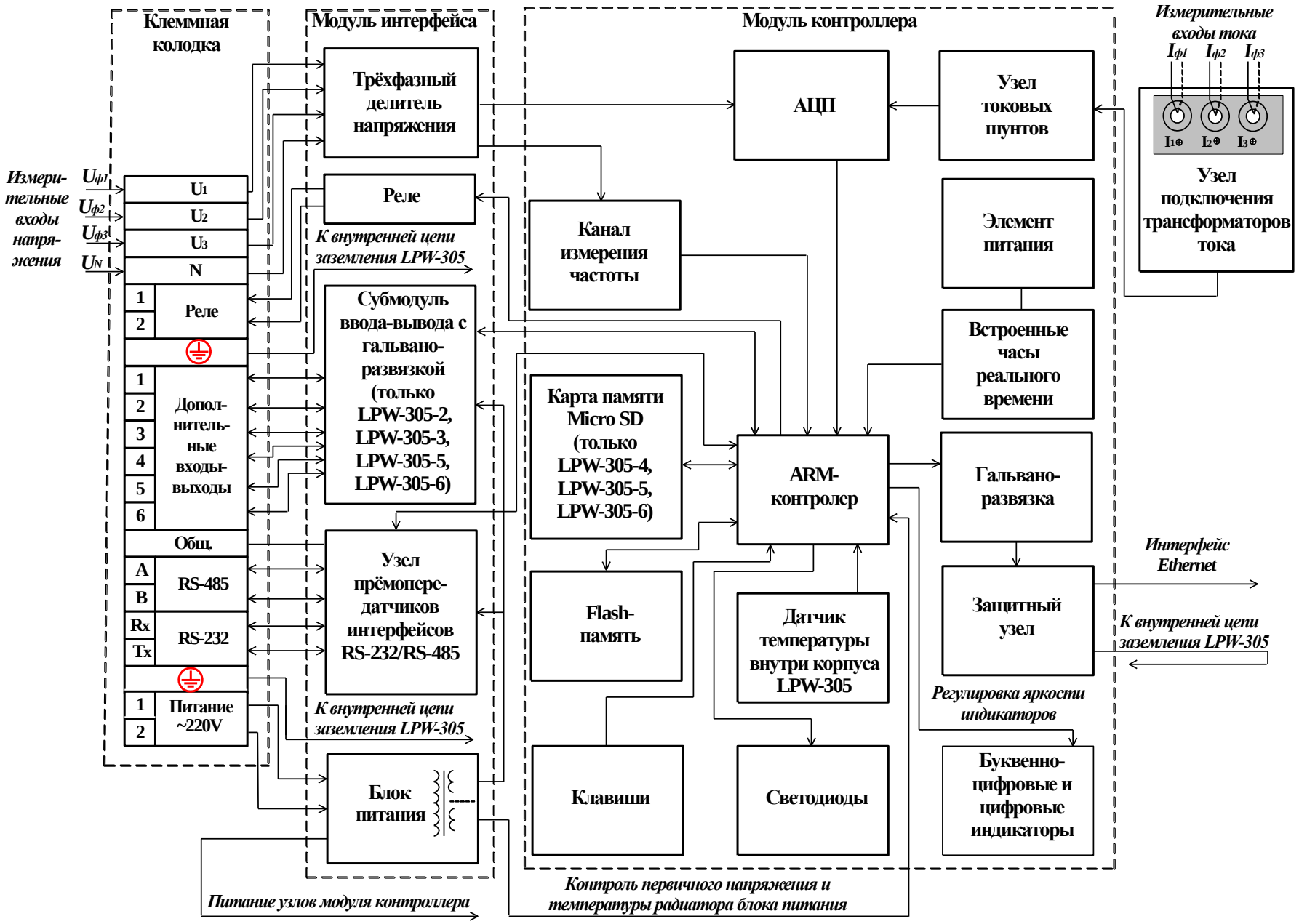


Рисунок 2 – Электрическая структурная схема LPW-305 с креплением на DIN-рейке

3.3.1.6 АЦП содержит шесть параллельных каналов преобразования сигналов: три канала преобразования напряжения с трёхфазного делителя напряжения и три канала преобразования тока с токовых шунтов ТТ.

3.3.1.7 Особенностью LPW-305 с креплением на DIN-рейке является устройство измерительных входов тока, которые представляют собой сквозные отверстия тороидальных ТТ, расположенных внутри корпуса LPW-305. Такое устройство измерительных входов тока обеспечивает электромагнитную связь с пренебрежимо малыми потерями энергии между током в проводе, продетом в отверстие, и током, протекающим в обмотке ТТ. При условии выполнения рекомендаций к сечению подключаемых токовых проводов (п.6.5.3.2) мощность, потребляемая LPW-305 по цепям измерительных входов тока, будет ничтожно мала, и значение индуктивности каждого измерительного входа тока будет пренебрежимо мало по сравнению с собственной индуктивностью подводящих проводов

3.3.1.8 Канал измерения частоты включает в себя формирователь частотного сигнала с выхода трёхфазного делителя напряжения, полосовой фильтр, компаратор, таймер ARM-контроллера, используемый для измерения периода сигнала. Результат измерения частоты используется в математическом методе обработки сигнала, применённом в LPW-305.

3.3.1.9 Энергонезависимая flash-память объёмом 2 МБ обеспечивает сохранение данных системного журнала, результатов измерений и вычислений ПКЭ, пополнение системного журнала, а также хранение этих данных при отключении питания. Характер записи в память – циклический.

3.3.1.10 Энергонезависимая память MicroSD (только в модификациях LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6) объёмом не менее 2 ГБ предназначена для значительного увеличения времени хранения данных системного журнала, результатов измерений и вычислений ПКЭ. Характер записи в память – циклический.

3.3.1.11 Встроенные часы реального времени служат для привязки результатов измерений по времени. Технически возможна удалённая синхронизации часов через интерфейсы LPW-305.

3.3.1.12 Литиевый элемент питания (тип CR2032) служит для поддержания работы встроенных часов реального времени в случае отключения питания LPW-305.

3.3.1.13 Блок питания обеспечивает трёхстороннюю гальваническую развязку между:

1) цепями сетевого питания;

2) низковольтными интерфейсными цепями RS-485, RS-232, дополнительными входами-выходами (только модификации LPW-305-2, , LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6);

3) цепями питания узлов модуля контроллера, имеющими гальваническую связь с входом нейтрали N.

3.3.1.14 Блок питания содержит собственный термодатчик, необходимый для контроля перегрева внутреннего радиатора в режиме перегрузки по напряжению питания. Показания термодатчика контролируются ARM-контроллером.

3.3.1.15 Датчик температуры внутри корпуса LPW-305 (см. рисунок 2) обеспечивает дополнительную оценочную информацию о температурных условиях эксплуатации LPW-305. Эта информация поступает в ARM-контроллер и может быть использована в телеметрии. Датчик не является официальным средством измерений температуры, типичное (справочное) значение его абсолютной погрешности составляет ±5°С.

3.3.2 Электрическая структурная схема LPW-305-7

3.3.2.1 Электрическая структурная схема LPW-305-7 приведена на рисунке 3. На печатной плате LPW-305-7 смонтированы:

- DC-DC преобразователь с гальванической развязкой;
- четырёхканальный делитель напряжения;
- ARM-контроллер;
- сигма-дельта АЦП;
- канал измерения частоты;
- flash-память;
- узел гальваноразвязки;
- защитный узел интерфейса Ethernet;
- карта памяти MicroSD;
- встроенные часы реального времени;
- элемент питания для обеспечения работы встроенных часов и карты памяти MicroSD;
- датчик температуры внутри корпуса LPW-305;
- светодиоды;
- разъём для подключения токовых клещей (в модификации LPW-305-7 при наличии характеристической буквы «А» в обозначении);
- модуль GPS (в модификации LPW-305-7 при наличии характеристической буквы «С» в обозначении).

3.3.2.2 Сигма-дельта АЦП содержит семь параллельных каналов преобразования сигналов: четыре канала преобразования напряжения с четырёхканального делителя напряжения и три канала преобразования тока с выходов токовых клещей.

3.3.2.3 Канал измерения частоты – см. п.3.3.1.8.

3.3.2.4 Энергонезависимая flash-память – см.п.3.3.1.5.

3.3.2.5 Энергонезависимая память MicroSD – см. п.3.3.1.10.

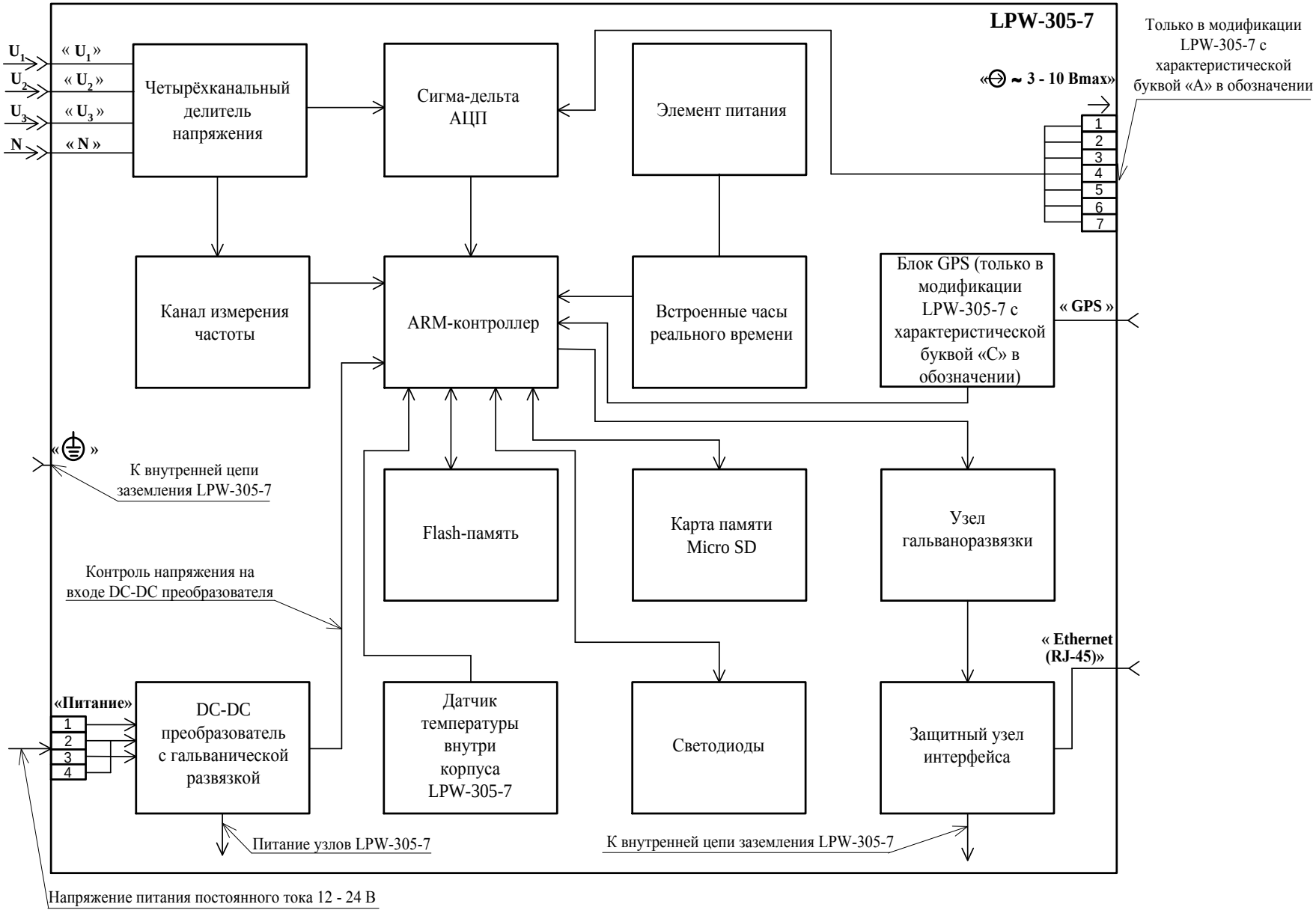


Рисунок 3 – Электрическая структурная схема LPW-305-7

3.3.2.6 Встроенные часы реального времени – см. п.3.3.1.11.

3.3.2.7 Литиевый элемент питания – для поддержания работы встроенных часов реального времени в случае отключения питания

3.3.2.8 DC-DC преобразователь обеспечивает трёхстороннюю гальваническую развязку между:

1) внешними цепями питания LPW-305-7 (вход DC-DC преобразователя);

3.3.2.9 Датчик температуры внутри корпуса LPW-305-7 – см.п.3.3.1.15.

2) цепями питания узлов печатной платы, имеющими гальваническую связь с входом нейтрали N;

3) цепями контроля напряжения на входе DC-DC преобразователя.

3.3.2.10 Разъём для подключения токовых клещей с выходным напряжением переменного тока от 3 до 10 В частотой 50 Гц предусмотрен только в модификации LPW-305-7 с характеристической буквой «А» в обозначении.

3.3.2.11 На печатной плате модификации LPW-305-7 с характеристической буквой «С» в обозначении установлен модуль GPS, к разъёму которого подключается выносная антенна системы GPS.

3.4 Описание работы LPW-305

3.4.1 Описание работы LPW-305 с креплением на DIN-рейке

3.4.1.1 ARM-контроллер осуществляет обработку цифровых кодов, поступающих от АЦП и канала измерения частоты, и производит расчёт измеряемых значений напряжения, тока, ПКЭ, электрической мощности и электрической энергии. Обработанные результаты измерений ARM-контроллер записывает во flash-память. Для модификаций LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6 запись возможна также и на карту памяти MicroSD. Фоновой задачей ARM-контроллера является также обслуживание одного из трёх интерфейсов, который в данный момент активен (п.7.3.24.6), индикаторов, светодиодов, проверка состояний клавиш, сбор показаний с датчиков температуры и работа с часами реального времени.

3.4.1.2 В случае обнаружения перегрева радиатора блока питания (возникает в ситуациях перенапряжения в цепи питания, возможно, в сочетании с фактором повышенной температуры окружающей среды), ARM-контроллер переводит LPW-305 в низкопотребляющий режим работы путём выключения индикаторов, при этом все остальные функции LPW-305 продолжают выполняться. Внешним признаком низкопотребляющего режима является полное отсутствие свечения индикаторов и постоянное свечение светодиода «Rx». Возврат в нормальный режим работы LPW-305 произойдёт автоматически по мере остывания радиатора блока питания вследствие уменьшения мощности потребления или вследствие исчезновения вышеуказанных факторов, вызвавших переход LPW-305 в низкопотребляющий режим. Таким образом, низкопотребляющий режим является «режимом выживания» LPW-305 в аварийных ситуациях, и постоянная эксплуатация LPW-305 в данном режиме недопустима.

3.4.1.3 В случае полного пропадания напряжения питания LPW-305 сохраняет текущее состояние во flash-памяти или на карте памяти MicroSD (модификации LPW-305-4, LPW-305-5, LPW-305-6).

3.4.2 Описание работы LPW-305-7

3.4.2.1 ARM-контроллер LPW-305-7 осуществляет обработку цифровых кодов, поступающих от АЦП, канала измерения частоты, и производит расчёт параметров напряжения и ПКЭ, зависящих от напряжения, а для модификации LPW-305-7 с характеристической буквой «А» в обозначении (например, LPW-305-A) – ещё и значений тока, ПКЭ, зависящих от тока, электрической мощности и электрической энергии, если к разъёму «⊖ ~ 3 - 10 Bmax» подключены токовые клещи.

Обработанные результаты измерений ARM-контроллер записывает во flash-память. Запись возможна также и на карту памяти MicroSD. Фоновой задачей ARM-контроллера является также обслуживание интерфейса Ethernet, светодиодов, сбор показаний с датчиков температуры и работа с часами реального времени.

3.4.2.2 В случае полного пропадания напряжения питания LPW-305-7 сохраняет текущее состояния во flash-памяти или на карте памяти MicroSD.

4 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

4.1 На каждый экземпляр LPW-305 нанесены:

– наименование изделия с указанием модификации;
– наименование предприятия-изготовителя;
– заводской номер и год изготовления;
– знак утверждения типа средств измерений по ПР 50.2.107;
– единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза в соответствии с Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 года № 711;
– максимальное напряжение на измерительных входах;
– номинальное значение напряжения питания;
– максимальная мощность, потребляемая от источника питания;
– номинальная частота питающей сети (для LPW-305 с креплением на DIN-рейке, модификации согласно таблице 1);
– максимальная сила тока (для LPW-305 с креплением на DIN-рейке, модификации согласно таблице 1).

4.2 Вблизи выводов клеммной колодки, разъёмов, а также индикаторов и светодиодов имеются надписи и символы, указывающие их назначение.

4.3 Пломбирование LPW-305 с креплением на DIN-рейке

4.3.1 На предприятии-изготовителе служба ОТК пломбирует головки винтов на задней крышке корпуса LPW-305.

4.3.2 Корпус LPW-305 пломбируется надзорной службой электроконтроля при помощи пломбировочной проволоки, отверстия для которой находятся в верхней левой и правой частях корпуса LPW-305, как показано на рисунке 3.

4.3.3 Защитная крышка, закрывающая клеммную колодку, пломбируется надзорной службой электроконтроля после осуществления всех необходимых подключений при помощи пломбировочной проволоки, отверстия для которой находятся в нижней левой и правой частях корпуса LPW-305 (см. рисунок 3). Способ крепления пломбы и положение пломбировочной проволоки должны исключать её попадание в зону контактов клеммной колодки.

4.3.4 Провода токовых входов пломбируются надзорной службой электроконтроля специальной пломбировочной лентой на месте установки LPW-305 (см. рисунок 3).

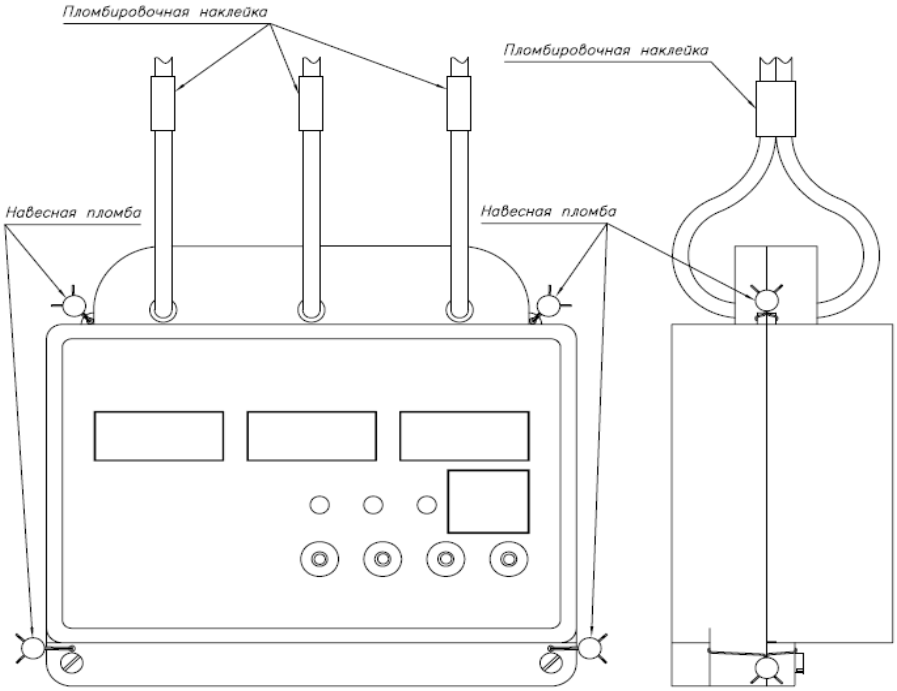


Рисунок 3 – Пломбирование LPW-305 с креплением на DIN-рейке

4.4 Пломбирование LPW-305-7

4.4.1 LPW-305-7 пломбируется с использованием двух специальных пломбировочных наклеек с надписью «НЕ ВСКРЫВАТЬ». Размещение наклеек показано на рисунке 4.

Рисунок 4 – Пломбирование LPW-305-7

5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 По защите от поражения электрическим током LPW-305 соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

5.2 По общим требованиям безопасности LPW-305 соответствует ГОСТ 12.2.091-2012.

5.3 LPW-305 должен быть надёжно заземлён.

Заземление LPW-305 с креплением на DIN-рейке выполняют при помощи двух выводов клеммной колодки, имеющих обозначение « ⏚ », согласно таблице 13.

Для заземления LPW-305-7 используется гнездо на боковой панели с обозначением « ⏚ ».

5.4 Подключение, замена и ремонт LPW-305 должны производиться при отключённой питающей сети, обесточенных измерительных и управляющих цепях.

Подключение к интерфейсным линиям Ethernet, RS-485, RS-232 во время работы LPW-305 допускается только в случае, если LPW-305 заземлён. Кроме того, для LPW-305 с креплением на DIN-рейке выполняемое подключение не должно предполагать монтажных действий с клеммной колодкой, что возможно только в случае, если провода интерфейса RS-232 или RS-485 были заранее подключены к клеммной колодке при обесточенном LPW-305.

5.5 К эксплуатации LPW-305 могут быть допущены лица, имеющие действующие удостоверения на право работы на электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

6.1 Проверка после вскрытия упаковки

6.1.1 После вскрытия упаковки необходимо проверить комплектность LPW-305 на соответствие упаковочному листу.

6.2 Требования к месту установки LPW-305

6.2.1 Установку LPW-305 следует производить в местах, защищённых от непосредственного попадания воды и исключающих контакт с химически агрессивными средами.

6.2.2 Установку LPW-305 желательно производить вдали от источников тепла для уменьшения влияния дополнительной температурной погрешности на результат измерений. При повышенных температурах окружающей среды при эксплуатации LPW-305 рекомендуется уменьшить яркость индикатора LPW-305 с креплением на DIN-рейке до минимально необходимой (п.7.3.23.3).

6.2.3 Яркий солнечный свет не влияет на технические характеристики LPW-305. Однако при непосредственном попадании яркого солнечного света на переднюю панель LPW-305 креплением на DIN-рейке может быть затруднено визуальное считывание показаний с его индикаторов.

6.3 Соблюдение правил безопасности

6.3.1 При выполнении подключений необходимо строго соблюдать правила безопасности, изложенные в разделе 5.

6.4 Подключение к LPW-305 открытых (воздушных) линий интерфейсов

6.4.1 При подключении к LPW-305 открытых (воздушных) линий интерфейсов RS-485 и Ethernet, проходящих вне зданий, следует применять дополнительные устройства грозозащиты, использующие разрядники.

6.5 Установка и подключение LPW-305 с креплением на DIN-рейке

6.5.1 Схемы подключения LPW-305 к внешним цепям приведены в приложении Б.

В целях обеспечения безаварийной работы должны быть установлены (см. схемы в приложении Б):

- в измерительных цепях тока – замыкатели для надёжного замыкания вторичных цепей ТТ перед демонтажом LPW-305;
- в измерительных цепях напряжения и нейтрали – однополюсные автоматические выключатели класса B или C на ток 1 А или 2 А;
- в цепи питания. – двухполюсный автоматический выключатель класса B или C на ток 4 А или 5 А.

6.5.2 Последовательно выполнить следующие операции:

1) установить LPW-305 на DIN-рейке на вертикальной поверхности, используя крепление на задней крышке корпуса LPW-305, рабочее положение LPW-305 – вертикальное;

ВНИМАНИЕ: для снятия LPW-305 с DIN-рейки LPW-305 необходимо потянуть вверх и наклонить таким образом, чтобы верхняя часть LPW-305 была ближе к пользователю, чем нижняя;

2) закрепить LPW-305 на DIN-рейке; сверху и снизу обеспечить свободное пространство для подводки проводов;

3) отвинтить саморезные винты защитной крышки клеммной колодки LPW-305 для обеспечения доступа к выводам клеммной колодки;

4) подготовить провода для подключения выводов клеммной колодки LPW-305 к цепям измерительных входов напряжения, электропитания, интерфейсов RS-232, RS-485 и внешних устройств в соответствии с рекомендациями, приведёнными в таблице 12; зачистить провода на рекомендуемую длину 8 мм;

Таблица 12

Обозначение вывода клеммной колодки	Рекомендуемое сечение провода, мм^2
« ⏚ »	От 2,5 до 4
«220 В, 50 Гц, 20 В·А 1», «220 В, 50 Гц, 20 В·А 2»	2,5
«U_1», «U_2», «U_3», «N»	От 1 до 2,5
«Реле 1», «Реле 2»	
«RS-485 A», «RS-485 B»	От 0,2 до 0,5
«RS-232 A», «RS-232 B», «COM»	
«Дополнительные входы-выходы 1»	
«Дополнительные входы-выходы 2»	
«Дополнительные входы-выходы 3»	
«Дополнительные входы-выходы 5»	
«Дополнительные входы-выходы 6»	

5) полностью раскрыть подключаемые выводы клеммной колодки, вращая отверткой винты этих выводов против часовой стрелки;

6) подключить выводы клеммной колодки LPW-305 к внешним цепям в строгом соответствии с таблицей 13 – зачищенные концы подключаемых проводов ввести внутрь соответствующих выводов клеммной колодки и закрепить провода, вращая винты выводов клеммной колодки по часовой стрелке;

Таблица 13

Обозначение вывода клеммной колодки	Назначение электрической цепи	Дополнительные указания по подключению вывода клеммной колодки
«U_1»	Измерительный вход напряжения фазы *L1*	Если измерительный вход напряжения не задействован в схеме измерений, его следует подключить к той же цепи, к которой подключён вход нейтрали «N» для выбранной схемы измерений
«U_2»	Измерительный вход напряжения фазы *L2*	Если измерительный вход напряжения не задействован в схеме измерений, его следует подключить к той же цепи, к которой подключён вход нейтрали «N» для выбранной схемы измерений
«U_3»	Измерительный вход напряжения фазы *L3*	Если измерительный вход напряжения не задействован в схеме измерений, его следует подключить к той же цепи, к которой подключён вход нейтрали «N» для выбранной схемы измерений
«N»	Вход подключения нейтрали	Если подключение к нейтрали не предусмотрено схемой измерений, то вывод необходимо заземлить
«Реле 1»	Контакты 1 и 2 исполнительной цепи электромеханического реле	См. рисунок Б.12 приложения Б
«Реле 2»		
« ⏚ »	Контакты (два) защитного заземления	Оба вывода заземлить в одной точке на шине заземления
«Дополнительные входы-выходы 1»	Импульсный выход* исполнительной цепи оптического реле с возможностью включения в цепь постоянного или переменного тока для модификаций LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6	Для модификаций LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6 выводы подключать согласно рисункам Б.13 – Б.15 приложения Б. **Выводы не подключать** для модификаций LPW-305-1, LPW-305-4
«Дополнительные входы-выходы 2»		
«Дополнительные входы-выходы 3»		

Продолжение таблицы 13

Обозначение вывода клеммной колодки	Назначение электрической цепи	Дополнительные указания по подключению вывода клеммной колодки
«Дополнительные входы-выходы 4»	В модификациях LPW-305-1, LPW-305-4 вывод не используется	**Вывод не подключать!**
	В модификациях LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6 этот вывод соединён с цепью заземления внутри LPW-305 в защитных целях	**Вывод не подключать!**
«Дополнительные входы-выходы 5»	В модификациях LPW-305-1, LPW-305-4 вывод не используется	**Вывод не подключать!**
	Нагрузка линии «А» интерфейса RS-485 для модификаций LPW-305-2, LPW-305-5	Подключать согласно рисунку Б.8 приложения Б
	Дискретный вход (положительный потенциал) для модификаций LPW-305-3, LPW-305-6	Подключать только к изолированному от других цепей контакту или к эквивалентной изолированному контакту электронной схеме, согласно рисункам Б.16, Б.17 приложения Б
«Дополнительные входы-выходы 6»	В модификациях LPW-305-1, LPW-305-4 вывод не используется	**Вывод не подключать!**
	Нагрузка линии «В» интерфейса RS-485 для модификаций LPW-305-2, LPW-305-5	Подключать согласно рисунку Б.9 приложения Б
	Дискретный вход (отрицательный потенциал) для модификаций LPW-305-3, LPW-305-6	Подключать только к изолированному от других цепей контакту или к эквивалентной изолированному контакту электронной схеме, согласно рисункам Б.16, Б.17 приложения Б
«COM»	Общий провод для цепей интерфейсов RS-232, RS-485	Подключать согласно рисункам Б.8 – Б.11 приложения Б. В случае применения варианта RS-485 с использованием дренажного провода, вывод «COM» соединяют с дренажным проводом, который должен быть заземлён через резисторы 100 Ом (типично) с обоих концов провода

Продолжение таблицы 13

Обозначение вывода клеммной колодки	Назначение электрической цепи	Дополнительные указания по подключению вывода клеммной колодки
«RS-485 A»	Линия «А» интерфейса RS-485	Подключать согласно рисункам Б.8 – Б.10 приложения Б
«RS-485 B»	Линия «В» интерфейса RS-485	
«RS-232 Rx»	Вход интерфейса RS-232	Подключать согласно рисунку Б.11 приложения Б
«RS-232 Tx»	Выход интерфейса RS-232	
«220 В, 50 Гц, 20 В·А 1»	Электропитание LPW-305	Допустим любой порядок подключения фазы-нейтрали в цепи питания. В случае непосредственного подключения измерительных входов напряжения LPW-305 к сети (т.е. без использования трансформаторов напряжения), можно подать напряжение питания LPW-305 от одного из фазных напряжений $U_{ф1}$, $U_{ф2}$, $U_{ф3}$ сети переменного тока. как это показано на рисунках Б.2 и Б.7 приложения Б для трёхфазной сети 380 В и однофазной сети 220 В, соответственно
«220 В, 50 Гц, 20 В·А 2»		

* Импульсный выход одного LPW-305 (LPW-305-2, LPW-305-3, LPW-305-5, LPW-305-6) может быть соединён с дискретным входом другого LPW-305 (LPW-305-3, LPW-305-6) для организации сигнализации по принципу «ведущий-ведомый» согласно рисункам Б.18 – Б.20 приложения Б

7) закрепить защитную крышку клеммной колодки LPW-305, перекрыв доступ к её выводам.

ВНИМАНИЕ: поскольку защитная крышка клеммной колодки пломбируется с обеих сторон надзорными службами, все необходимые подключения (в т.ч. интерфейсов RS-232, RS-485) к выводам клеммной колодки необходимо выполнить заранее, т.к. при опломбированной защитной крышке изменить подключения будет невозможно;

8) подключить измерительные входы тока LPW-305 к внешним цепям в полном соответствии с указаниями, приведёнными в п.6.5.3;

9) подключить, если необходимо, LPW-305 к цепям интерфейса Ethernet в соответствии с п.6.5.4;

10) подать питание на LPW-305;

после подачи питания в течение нескольких секунд проходит процесс самодиагностики LPW-305;

в результате успешного прохождения процесса самодиагностики на индикаторе должна отображаться надпись «ОК», а наличие интерфейсной связи с внешними устройствами типа должно индицироваться миганием светодиодов «Rx», «Tx».

6.5.3 Порядок подключения измерительных входов тока LPW-305 к внешним цепям

6.5.3.1 Варианты схем подключения измерительных входов тока LPW-305 к внешним цепям приведены на рисунках Б.1 – Б.7 приложения Б.

ВНИМАНИЕ: подключение токовых проводов от внешнего ТТ во избежание пожара необходимо осуществлять только при замкнутой вторичной токовой цепи от внешнего ТТ (см. п.6.5.1).

6.5.3.2 Убедиться в том, что подключаемые провода имеют сечение токового провода 4 мм^2 и внешний диаметр с изоляцией – не более 5,2 мм.

При этом провода должны обладать повышенной гибкостью, рекомендуемая марка – ПВ-3 с сечением 4 мм^2.

При условии выполнения рекомендаций к сечению токовых проводов LPW-305 корректно работает при перегрузке измерительных входов тока входным током 20 А в течение 1 ч (см. п.2.30).

6.5.3.3 Продеть однократно каждый подключаемый от внешнего трансформатора токовый провод в отверстие соответствующего измерительного входа тока в верхней части корпуса LPW-305. Обозначения измерительных входов тока и указания по соблюдению направления тока приведены в таблице 14 – провод, входящий в отверстие токового входа с лицевой стороны панели LPW-305, должен соответствовать направлению тока «от генератора».

Для схем, в которых имеются незадействованные измерительные входы тока, соответствующие отверстия в верхней части корпуса LPW-305 следует оставить пустыми.

Таблица 14

Обозначение измерительного входа тока	Назначение входа	Дополнительные указания по подключению входа
«I_1 ⊕»	Измерительный вход тока фазы *L1*	Знак ⊕ означает, что токовый провод, соответствующий направлению тока «От генератора», должен войти в отверстие токового входа со стороны передней панели LPW-305. Запрещается продевать токовый провод в отверстие более одного раза
«I_2 ⊕»	Измерительный вход тока фазы *L2*	
«I_3 ⊕»	Измерительный вход тока фазы *L3*	

6.5.4 Порядок подключения к цепям интерфейса Ethernet

6.5.4.1 Для правильной работы интерфейса Ethernet совместно с LPW-305 необходимо, чтобы подключённое удалённое устройство (коммутатор, роутер, компьютер) обязательно

имело гальваническую развязку используемой линии интерфейса Ethernet от цепи заземления.

6.5.4.2 Подключение LPW-305 к цепям интерфейса Ethernet осуществляется посредством разъёма типа RJ-45, расположенного на нижней поверхности корпуса LPW-305 со стороны клеммной колодки, в соответствии с таблицей 15. В случае применения экранированного Ethernet-кабеля экран рекомендуется соединять не более чем с одной точкой заземления.

Таблица 15

Контакт	Цепь	Назначение цепи
1	«Tx+»	Линия передачи информации
2	«Tx–»	Линия передачи информации
3	«Rx+»	Линия приема информации
4	«Reserved»	Не используется
5	«Reserved»	Не используется
6	«Rx–»	Линия приема информации
7	«Reserved»	Не используется
8	«Reserved»	Не используется

Поскольку LPW-305 поддерживает технологию Auto-MDIX (то есть автоматически определяет тип подключённого кабеля и «подстраивается» для работы с ним), то возможно подключение к цепям интерфейса Ethernet не только прямым кабелем, расположение контактов разъёма которого описано в таблице 15, но и «перекрестным» кабелем, назначение контактов которого указано в таблице 16.

Таблица 16

Контакт	Цепь	Назначение цепи
1	«Rx+»	Линия приема информации
2	«Rx–»	Линия приема информации
3	«Tx+»	Линия передачи информации
4	«Reserved»	Не используется
5	«Reserved»	Не используется
6	«Tx–»	Линия передачи информации
7	«Reserved»	Не используется
8	«Reserved»	Не используется

6.6 Установка и подключение LPW-305-7

6.6.1 Схемы подключения LPW-305-7 к внешним цепям напряжения аналогичны подключениям, показанным на рисунках Б.1 – Б.7 приложения Б. В целях обеспечения безаварийной работы измерительных цепях напряжения и нейтрали должны быть установлены однополюсные автоматические выключатели класса B или C на ток 1 А или 2 А, как показано на схемах.

6.6.2 Последовательно выполнить следующие операции:

1) расположить LPW-305-7 с учётом рекомендаций, приведённых в пп.6.2.1, 6.2.2;

2) заземлить LPW-305-7, используя клемму защитного заземления « ⏚»;

3) подключить LPW-305-7 к внешним цепям напряжения в соответствии с маркировкой гнёзд на корпусе LPW-305-7;

4) подключить выходы токовых клещей LPW-305-7 (только модификация с характеристической буквой «А» в обозначении) к разъёму **«⊖ ~ 3 - 10 Bmax»**

5) подключить выносную антенну GPS (только модификация с характеристической буквой «С» в обозначении) к разъёму «GPS» на корпусе LPW-305-7;

6) подключить LPW-305-7, если необходимо, к компьютеру по интерфейсу Ethernet в соответствии с п.6.5.4 посредством разъёма «Ethernet (RJ45)» на корпусе LPW-305-7;

7) подключить напряжение питания к LPW-305-7 в соответствии с обозначениями клеммной колодки «Питание» на корпусе LPW-305-7, используя для этого внешний источник напряжения постоянного тока от 12 до 24 В, либо блок питания LPW-305-7 из комплекта его поставки для питания от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц;

8) подать напряжение питания на LPW-305-7 и убедиться, что начался процесс самодиагностики.

7 ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1 Завершение самодиагностики LPW-305

7.1.1 Убедиться в том, что процесс самодиагностики LPW-305 успешно завешён:

1) для LPW-305 с креплением на DIN-рейке – после выполнения операции 10) по п.6.5.2 на передней панели на светодиодном индикаторе должна отображаться надпись «ОК», а светодиоды «Rx», «Tx» должны мигать, индицируя наличие интерфейсной связи с внешними устройствами;

2) для LPW-305-7 – при выполнении операции 8) по п.6.6.2 после включения LPW-305-7 светодиоды «РАБ» и «ФАЗ» должны загореться, затем по завершении процесса самодиагностики погаснуть на 1 с и вновь загореться (LPW-305-7 переходит в режим работы).

При переходе LPW-305-7 с характеристической буквой «С» в обозначении в режим работы автоматически устанавливается режим внешней синхронизации: текущее время встроенных часов устанавливается по сигналам спутников связи, поступающим на подключённую выносную антенну GPS. Если выносная антенна GPS не подключена, то в окне программы «LPWStudio II» можно отключить режим внешней синхронизации и проверить ход внутренних часов этой модификации LPW-305.

7.2 Работа LPW-305 совместно с компьютером и в компьютерных сетях

7.2.1 Для обеспечения работы LPW-305 совместно с внешними устройствами (компьютером или компьютерной сетью) необходимо использовать программу «LPWStudio II», дистрибутив которой поставляется с LPW-305 (п.1.6), либо его можно скачать на сайте предприятия-изготовителя www.lcard.ru.

7.2.2 Для обмена данными между LPW-305 и внешними устройствами используют один из указанных в п.2.16 интерфейсов и открытый коммуникационный протокол MODBUS. С интерфейсом Ethernet используется протокол MODBUS TCP, с интерфейсом RS-232 или RS-485 – протокол MODBUS RTU.

7.3 Управление работой LPW-305 с креплением на DIN-рейке с использованием его клавиатуры

7.3.1 Управление работой LPW-305 с использованием клавиатуры LPW-305 осуществляют с помощью четырёх клавиш – «▼», «►», ВЫБОР, СБРОС – на передней панели и имеющейся в LPW-305 системы вложенных меню.

Система вложенных меню включает в себя меню верхнего уровня (далее – главное меню) из девяти пунктов и девять вложенных меню – по одному на каждый пункт главного меню.

Пункты главного меню имеют номера от 0 до 9.

На передней панели LPW-305 пункт главного меню отображается в формате от «00.» до «09.» следующим образом:

Для перемещения между пунктами главного меню используют клавишу «►».

Каждый пункт (от «00.» до «09.») главного меню одновременно является и заголовком соответствующего вложенного меню.

Для перехода из главного меню в соответствующее вложенное меню используют клавишу «▼». Эту же клавишу используют для перемещения между пунктами вложенного меню. Пункт вложенного меню отображается состоянием индикатора РЕЖИМ. Чтобы вернуться к заголовку текущего вложенного меню, необходимо нажать клавишу СБРОС.

7.3.2 В таблице 17 приведено описание состояний индикаторов на передней панели для каждого из выбранных пунктов главного и вложенного меню.

Таблица 17

Пункт главного меню	Пункт вложенного меню		Операция, выполняемая LPW-305	Состояние индикаторов «L1», «L2», «L3» при выполнении операции
	Порядковый номер	Состояние индикатора «РЕЖИМ»		
«00.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «00» вложенного меню	п.7.3.1
	1	«U»	Индикация среднеквадратического значения фазного напряжения	п.7.3.3
	2	«∠U»	Индикация значения угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники) относительно фазы L1	п.7.3.4
	3	«I»	Индикация среднеквадратического значения фазного тока	п.7.3.5
	4	«∠I»	Индикация значения угла фазового сдвига между напряжением и током основной частоты (первой гармоники) одной фазы	п.7.3.6
	5	«F»	Индикация значения частоты сети переменного тока	п.7.3.7
	6	«P»	Индикация значения активной однофазной мощности в полосе частот 30 – 4000 Гц	п.7.3.8
	7	«Q»	Индикация значения реактивной однофазной мощности в полосе частот 40 – 2875 Гц	п.7.3.9
	8	«S»	Индикация значения полной однофазной мощности в полосе частот 30 – 4000 Гц	п.7.3.10
	9	«PS»	Индикация суммарных значений (по трём фазам) активной, реактивной, полной мощности	п.7.3.11
	10	«U0»	Индикация значения коэффициента несимметрии по нулевой последовательности	п.7.3.12

Продолжение таблицы 17

Пункт главного меню	Пункт вложенного меню		Операция, выполняемая LPW-305	Состояние индикаторов «L1», «L2», «L3» при выполнении операции
	Порядковый номер	Состояние индикатора РЕЖИМ		
	11	«U2»	Индикация значения коэффициента несимметрии по обратной последовательности	п.7.3.13
	12	«Fl»	Индикация значения кратковременной дозы фликера по фазам	п.7.3.14
	13	«KF»	Индикация значения К-фактора по фазам	п.7.3.15
«01.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «01» вложенного меню	п.7.3.1
	1	«AP»	Индикация значения накопленной трёхфазной или фазной активной энергии прямого направления	п.7.3.16.1
	2 –4	«AP»	Индикация значения накопленной фазной активной энергии прямого направления	п.7.3.16.6
	5	«AN»	Индикация значения накопленной трёхфазной активной энергии обратного направления	п.7.3.16.2
	6 – 8	«AN»	Индикация значения накопленной фазной активной энергии обратного направления	п.7.3.16.7
	9	«RP»	Индикация значения накопленной трёхфазной реактивной энергии прямого направления	п.7.3.16.3
	10 – 12	«RP»	Индикация значения накопленной фазной реактивной энергии прямого направления	п.7.3.16.8
	13	«RN»	Индикация значения накопленной трёхфазной реактивной энергии обратного направления	п.7.3.16.4
	14 – 16	«RN»	Индикация значения накопленной фазной реактивной энергии обратного направления	п.7.3.16.9
	17	«EF»	Индикация значения накопленной трёхфазной полной энергии	п.7.3.16.5
	18 – 20	«EF»	Индикация значения накопленной фазной полной энергии	п.7.3.16.10
«02.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «02» вложенного меню	п.7.3.1
	2 – 50	«HU»	Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) напряжения для фазы L1	п.7.3.17
«03.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «03» вложенного меню	п.7.3.1
	2 – 50	«HU»	Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) напряжения для фазы L2	п.7.3.18

Продолжение таблицы 17

Пункт главного меню	Пункт вложенного меню		Операция, выполняемая LPW-305	Состояние индикаторов «L1», «L2», «L3» при выполнении операции
	Порядковый номер	Состояние индикатора РЕЖИМ		
«04.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «04» вложенного меню	п.7.3.1
	2 – 50	«HU»	Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) напряжения для фазы L3	п.7.3.19
«05.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «05» вложенного меню	п.7.3.1
	2 – 50	«HI»	Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) тока для фазы L1	п.7.3.20
«06.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «06» вложенного меню	п.7.3.1
	2 – 50	«HI»	Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) тока для фазы L2	п.7.3.21
«07.»	0	Индикатор не светится	Индикация заголовка «07» вложенного меню	п.7.3.1
	2 – 50	«HI»	Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) тока для фазы L3	п.7.3.22
«08.»	—	Индикатор не светится	Индикация заголовка «08» вложенного меню	п.7.3.1
	—	«Sr»	Индикация версии программного обеспечения	п.7.3.23.1
	—	«Hr»	Индикация версии аппаратуры	п.7.3.23.2
	—	«Br»	Настройка яркости дисплея	п.7.3.23.3
	—	«M0»	Индикация и выбор пункта главного меню, выполняемого первым при включении LPW-305	п.7.3.23.4
	—	«M1»	Индикация и выбор пункта вложенного меню, выполняемого первым при включении LPW- 305	п.7.3.23.5
	—	«SI»	Индикация и выбор размерности индицируемых значений тока	п.7.3.23.6
	—	«SU»	Индикация и выбор размерности индицируемых значений напряжения	п.7.3.23.7
	—	«SP»	Индикация и выбор размерности индицируемых значений мощности	п.7.3.23.8
	—	«SE»	Индикация и выбор размерности индицируемых значений энергии	п.7.3.23.9

Продолжение таблицы 17

Пункт главного меню	Пункт вложенного меню		Операция, выполняемая LPW-305	Состояние индикаторов «L1», «L2», «L3» при выполнении операции
	Порядковый номер	Состояние индикатора РЕЖИМ		
«09.»	—	Индикатор не светится	Индикация заголовка «09» вложенного меню	п.7.3.1
	—	«IB»	Индикация и выбор режима работы по измерительным входам тока	п.7.3.24.1
	—	«UB»	Индикация и выбор режима работы по измерительным входам напряжения	п.7.3.24.2
	—	«T»	Индикация и установка времени	п.7.3.24.3
	—	«D»	Индикация и установка даты	п.7.3.24.4
	—	«Ct»	Индикация и выбор схемы включения LPW-305 в сеть переменного тока	п.7.3.24.5
	—	«IF»	Индикация и выбор активного интерфейса	п.7.3.24.6
	—	«Bd»	Индикация и изменение скорости обмена по интерфейсам RS-232, RS-485	п.7.3.24.7
	—	«Pr»	Контроль чётности последовательного интерфейса	п.7.3.24.8
	—	«MA»	Индикация и изменение адреса MODBUS-RTU	п.7.3.24.9
	—	«IP»	Индикация и изменение IP-адреса LPW-305 в сети Ethernet	п.7.3.24.10
	—	«NM»	Индикация и изменение маски подсети	п.7.3.24.11
	—	«GW»	Индикация и изменение адреса шлюза	п.7.3.24.12
	—	«Sw»	Индикация и изменение порога перенапряжения напряжения	п.7.3.24.13
	—	«DP»	Индикация и изменение порога провала напряжения	п.7.3.24.14
	—	«KU»	Индикация и изменение поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения	п.7.3.24.15
	—	«KI»	Индикация и изменение поправочного коэффициента для результатов измерений тока	п.7.3.24.16
	—	«UN»	Индикация и изменение номинального значения напряжения сети	п.7.3.24.17

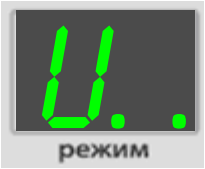
Назначение клавиш LPW-305 приведено в таблице 18.

Таблица 18

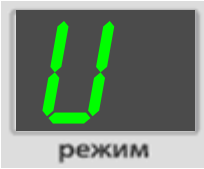
Обозначение клавиши	Назначение клавиши
«►»	Переход между пунктами главного меню. Изменение значений при вводе цифровых величин; переключение между значениями. При последовательном нажатии клавиши – циклический перебор возможных значений, увеличение цифрового значения в прямом порядке с заданным шагом. При нажатии и удержании клавиши – автоматический перебор значений, автоматическое изменение цифрового значения в прямом порядке с заданным шагом
«▼»	Переход между пунктами вложенного меню (без попадания в заголовок вложенного меню) . Изменение значений при вводе цифровых величин. При последовательном нажатии клавиши – циклический перебор возможных значений, уменьшение цифрового значения в обратном порядке с заданным шагом. При нажатии и удержании клавиши – автоматический перебор значений, автоматическое изменение цифрового значения в обратном порядке с заданным шагом
ВЫБОР	Переход в режим редактирования данных; подтверждение ввода; изменение размерности отображаемых величин
СБРОС	Выход из режима ввода данных без сохранения изменений

7.3.3 Индикация среднеквадратического значения фазного напряжения $U_ф$ (пункт «00.» главного меню, пункт «U» вложенного меню)

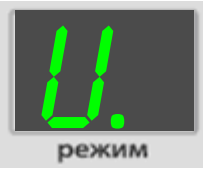
Состояния индикаторов при индикации среднеквадратического значения фазного напряжения $U_ф$ имеют следующий вид:



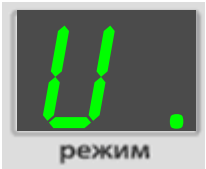
при индикации напряжения в милливольтах



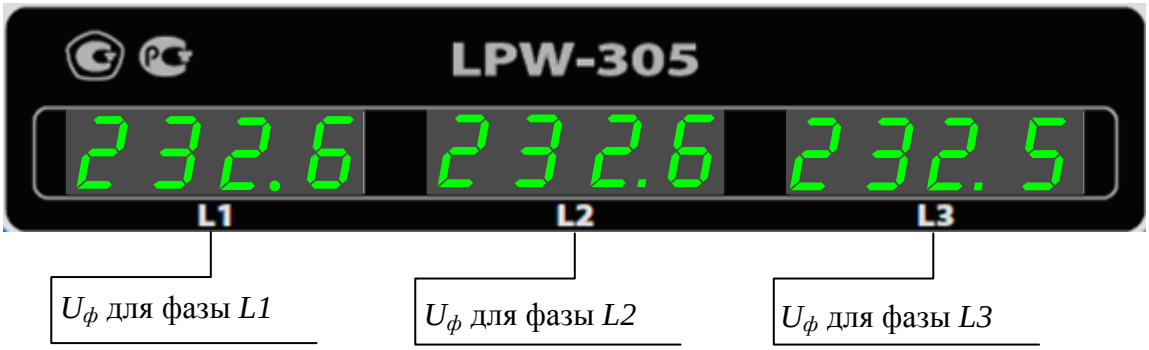
при индикации напряжения в вольтах



при индикации напряжения в киловольтах



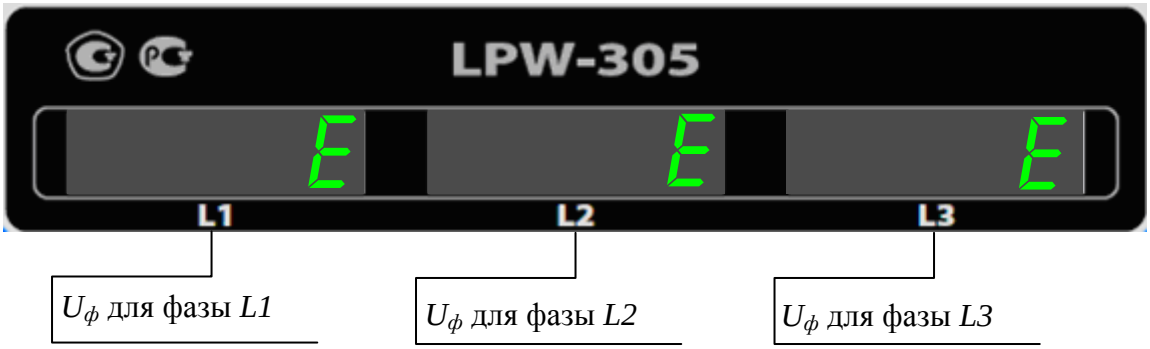
при индикации напряжения в мегавольтах



Размерность индицируемого значения $U_ф$ можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

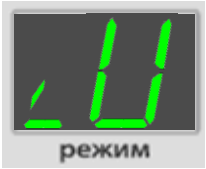
Размерность значения $U_ф$ можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SU» вложенного меню (п.7.3.23.7).

Если размерность выбрана такая, что четырёх разрядов индикатора не достаточно для отображения $U_ф$, то состояние индикатора имеет следующий вид:



7.3.4 Индикация значения угла фазового сдвига φ_U между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники) относительно фазы L1 (пункт «00.» главного меню, пункт «∠U» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения угла фазового сдвига φ_U между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники) относительно фазы L1 имеют следующий вид:

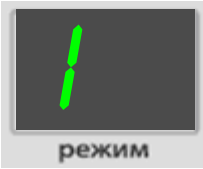


Размерность значений φ_U – градусы.

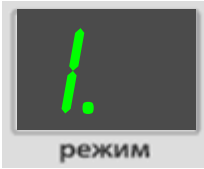
7.3.5 Индикация среднеквадратического значения фазного тока *I* (пункт «00.»главного меню, пункт «I»вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации среднеквадратического значения фазного тока *I* имеют следующий вид:

при индикации тока в миллиамперах

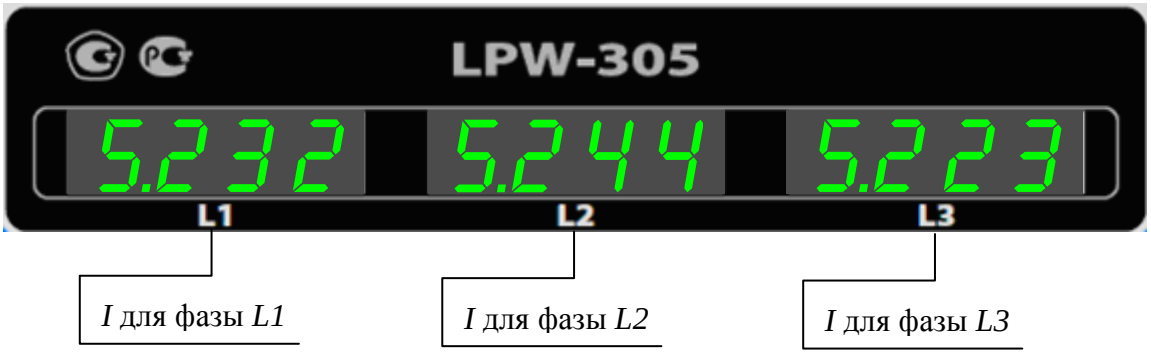


при индикации тока в амперах



при индикации тока в килоамперах

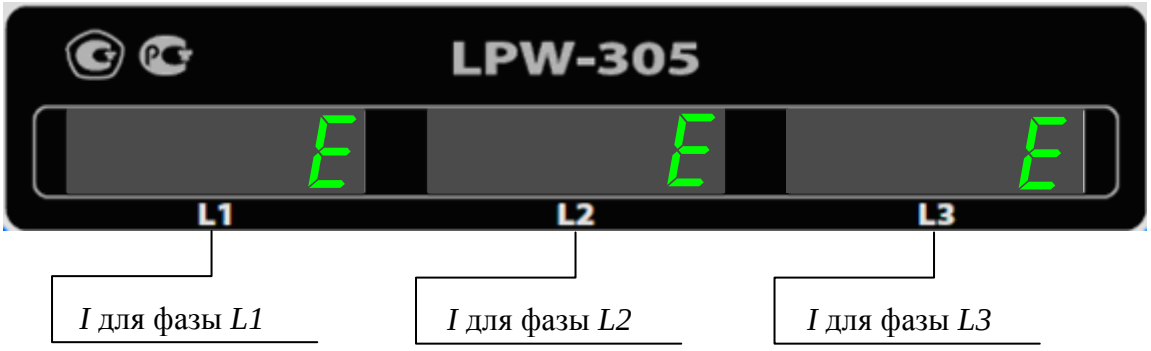
при индикации тока в мегаамперах



Размерность индицируемого значения *I* можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

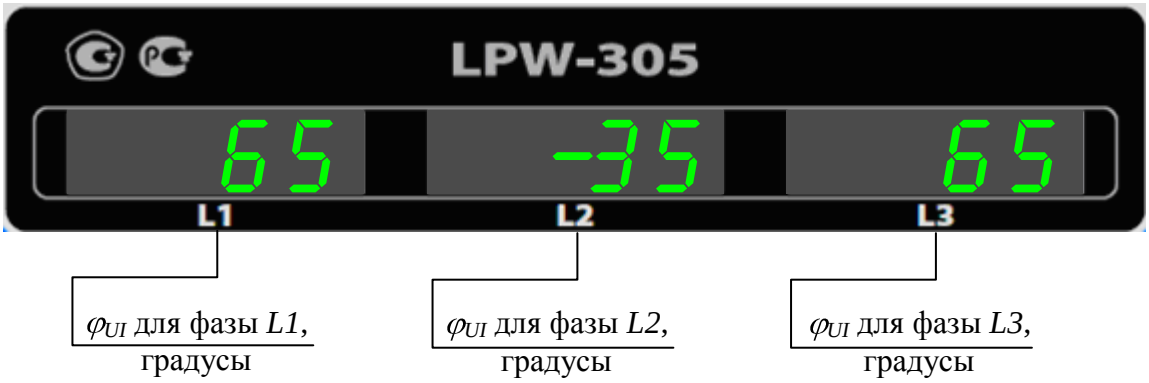
Размерность значения *I* можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SI» вложенного меню (п.7.3.23.6).

Если размерность выбрана такая, что четырёх разрядов индикатора не достаточно для отображения *I*, то состояние индикатора имеет следующий вид:



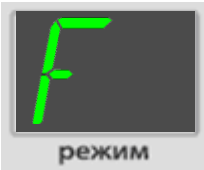
7.3.6 Индикация значения угла фазового сдвига φ_{UI} между напряжением и током основной частоты (первой гармоники) одной фазы (пункт «00.» главного меню, пункт «∠I» вложенного меню)

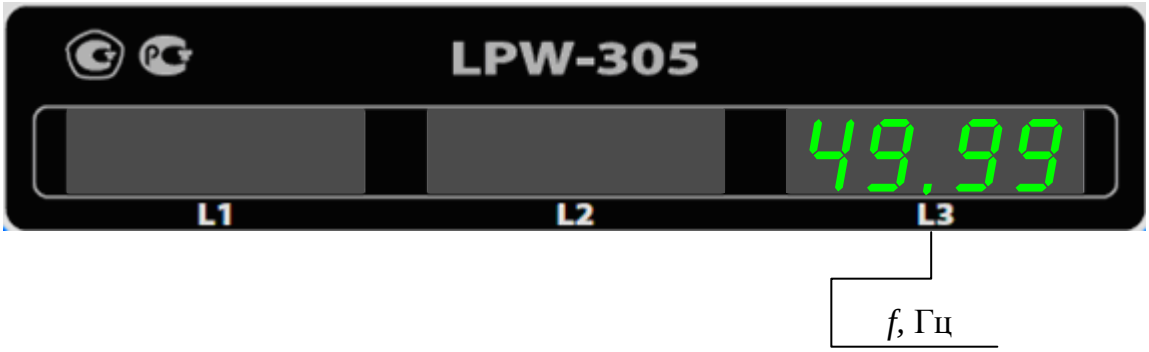
Состояния индикаторов при индикации значения угла фазового сдвига φ_{UI} между напряжением и током основной частоты (первой гармоники) одной фазы имеют следующий вид:



7.3.7 Индикация значения частоты сети переменного тока *f* (пункт «00.» главного меню, пункт «F»вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения частоты сети переменного тока *f* имеют следующий вид:

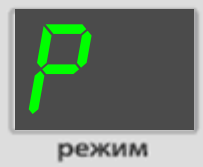




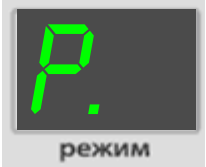
7.3.8 Индикация значения активной однофазной мощности $P_{(f)1}$ в полосе частот 30 – 4000 Гц (пункт «00» главного меню, пункт «P»вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения активной однофазной мощности $P_{(f)1}$ в полосе частот 30 – 4000 Гц имеют следующий вид:

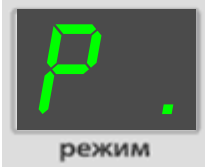
при индикации $P_{(f)1}$ в милливаттах



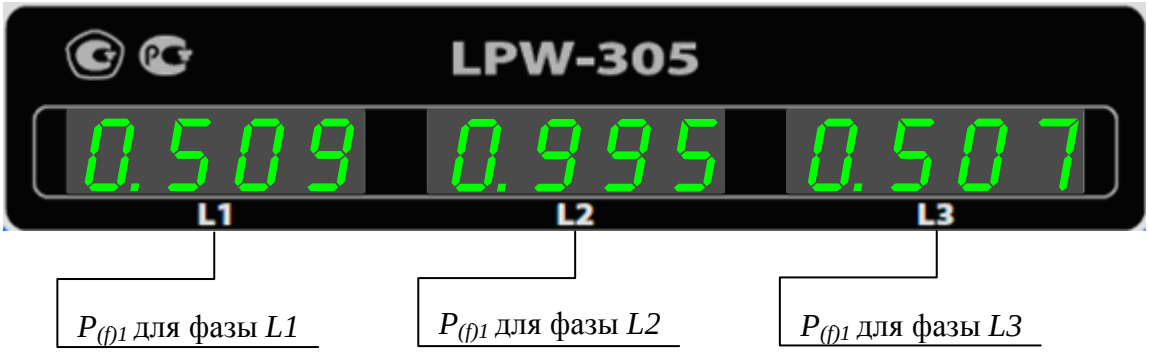
при индикации $P_{(f)1}$ в ваттах



при индикации $P_{(f)1}$ в киловаттах



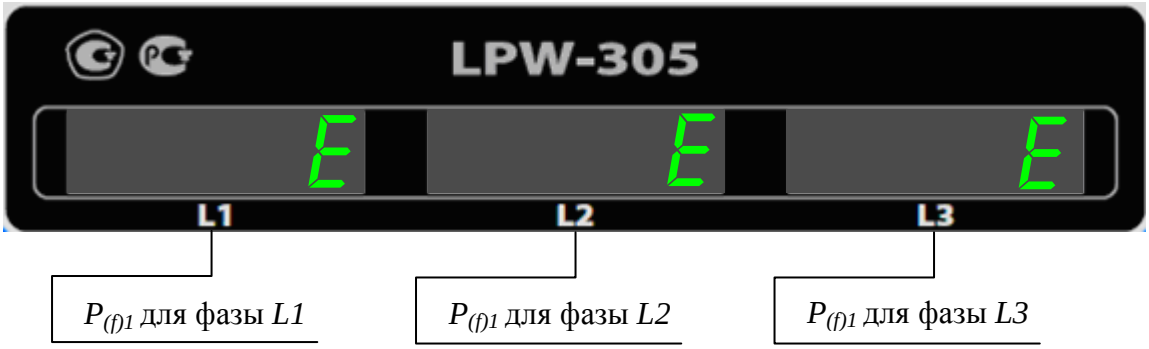
при индикации $P_{(f)1}$ в мегаваттах



Размерность индицируемого значения $P_{(f)1}$ можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

Размерность значения $P_{(f)1}$ можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта вложенного меню «SP» (п.7.3.23.8).

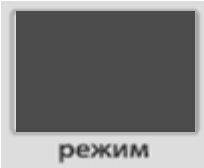
Если размерность выбрана такая, что четырёх разрядов индикатора не достаточно для отображения $P_{(f)1}$, то состояние индикатора имеет следующий вид:



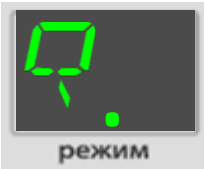
7.3.9 Индикация значения реактивной однофазной мощности $Q_{(f)1}$ в полосе частот 40 – 2875 Гц (пункт «00.» главного меню, пункт «Q» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения реактивной однофазной мощности $Q_{(f)1}$ в полосе частот 40 – 2875 Гц имеют следующий вид:

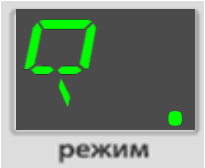
при индикации $Q_{(f)1}$ в милливарах



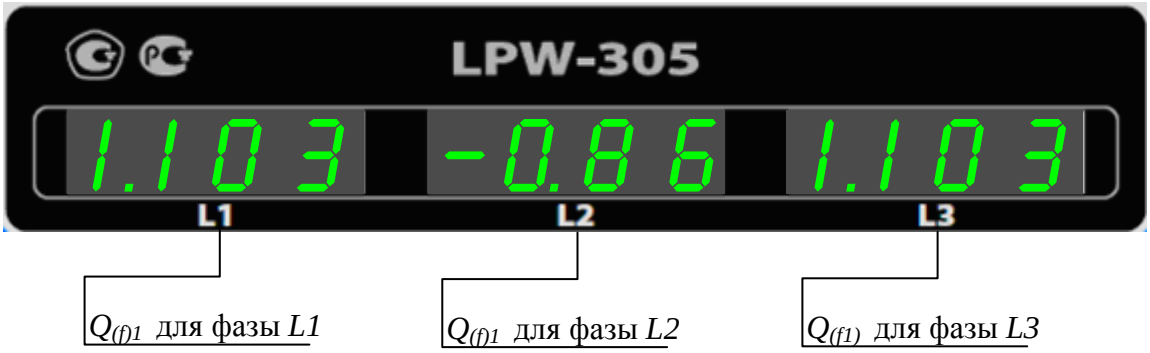
при индикации $Q_{(f)1}$ в варах



при индикации $Q_{(f)1}$ в киловарах



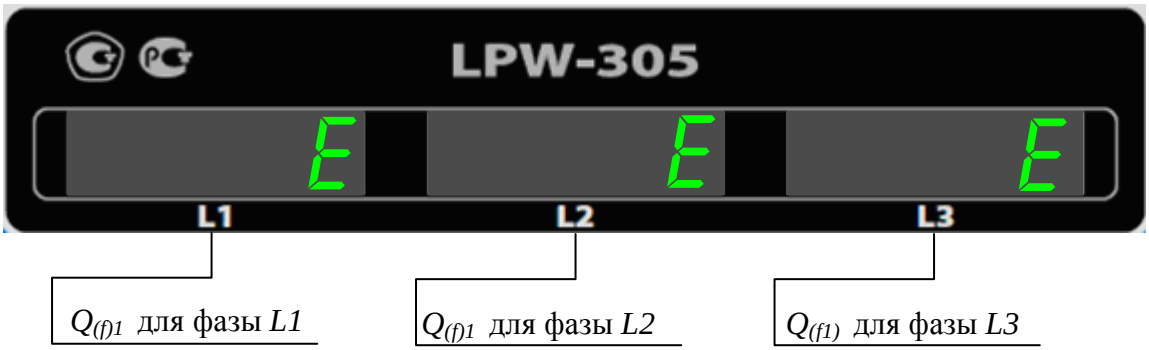
при индикации $Q_{(f)1}$ в мегаварах



Размерность индицируемого значения $Q_{(f)1}$ можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

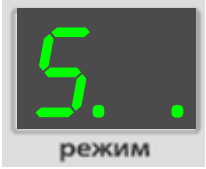
Размерность значения $Q_{(f)1}$ можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта вложенного меню «SP» (п.7.3.23.8).

Если размерность выбрана такая, что четырёх разрядов индикатора не достаточно для отображения $Q_{(f)1}$, то состояние индикатора имеет следующий вид:

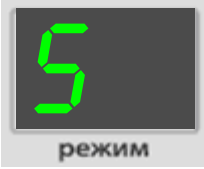


7.3.10 Индикация значения полной однофазной мощности *S* в полосе частот 30 – 4000 Гц (пункт «00.» главного меню, пункт «S» вложенного меню)

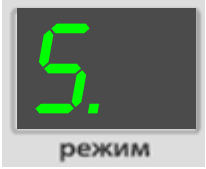
Состояния индикаторов при индикации значения полной однофазной мощности *S* в полосе частот 30 – 4000 Гц имеют следующий вид:



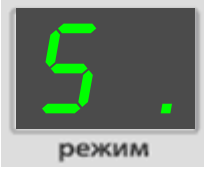
при индикации *S* в милли-вольт-амперах



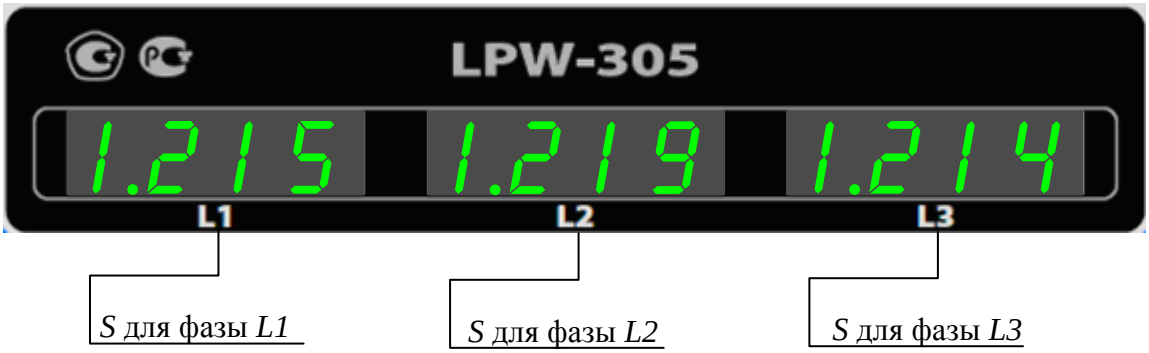
при индикации *S* в вольт-амперах



при индикации *S* в киловольт-амперах



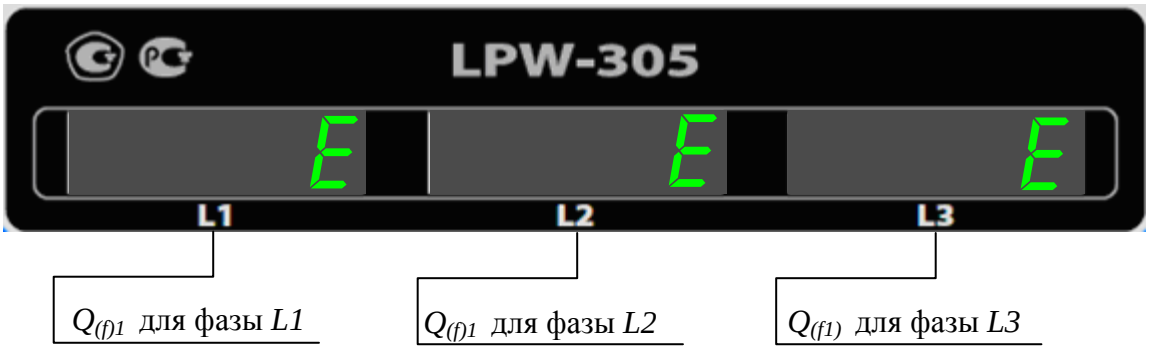
при индикации *S* в мегавольт-амперах



Размерность индицируемого значения *S* можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

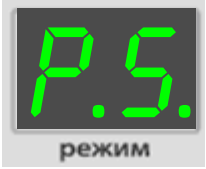
Размерность значения *S* можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта вложенного меню «SP» (п.7.3.23.8).

Если размерность выбрана такая, что четырёх разрядов индикатора не достаточно для отображения *S*, то состояние индикатора имеет следующий вид:

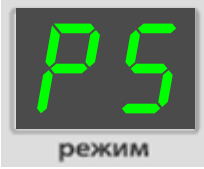


7.3.11 Индикация суммарных значений (по трём фазам) активной, реактивной, полной мощности (пункт «00.» главного меню, пункт «PS» вложенного меню)

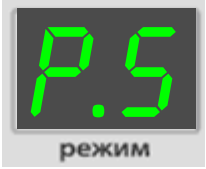
Состояния индикаторов при индикации суммарных значений (по трём фазам) активной, реактивной, полной мощности имеют следующий вид:



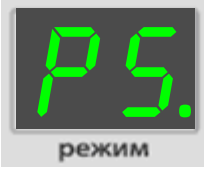
при индикации в милли-вольт-амперах



при индикации в вольт-амперах



при индикации в киловольт-амперах

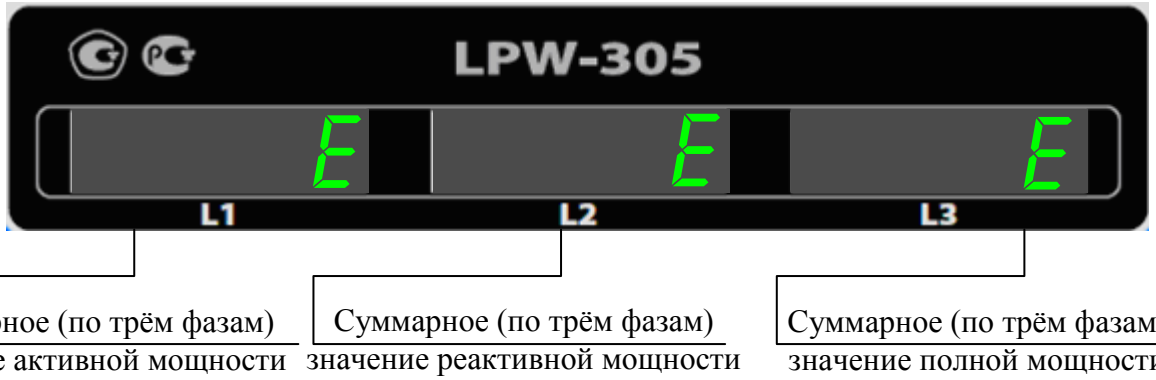


при индикации в мегавольт-амперах

Размерность индицируемого значения полной мощности можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

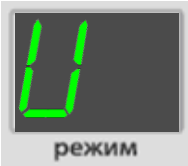
Размерность значения полной мощности можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта вложенного меню «SP» (п.7.3.23.8).

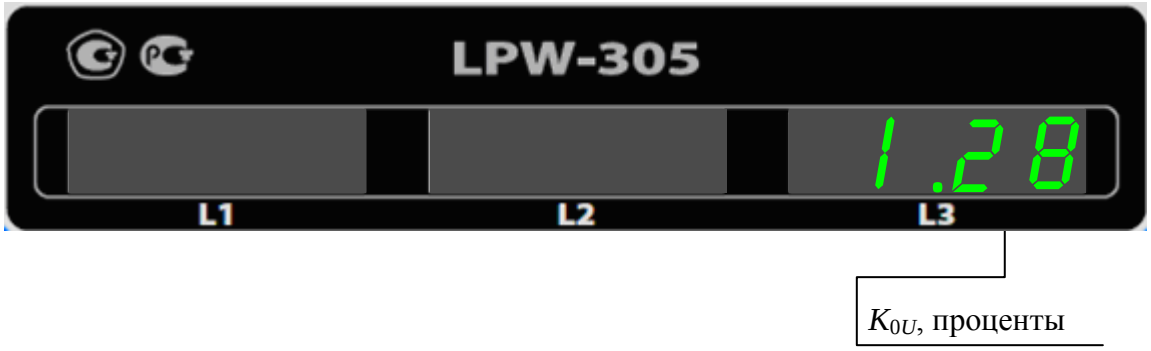
Если размерность выбрана такая, что четырёх разрядов индикатора не достаточно для отображения значения, то состояние индикатора имеет следующий вид:



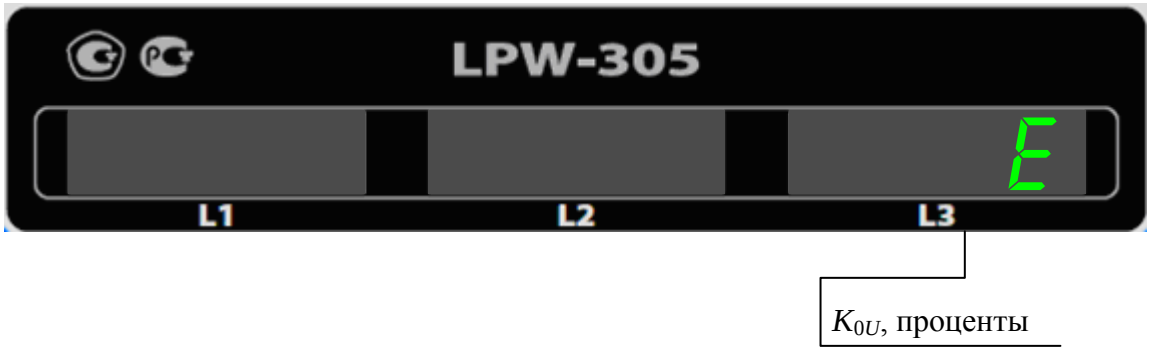
7.3.12 Индикация значения коэффициента несимметрии по нулевой последовательности K_{0U} (пункт «00.» главного меню, пункт «U0» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента несимметрии по нулевой последовательности K_{0U} имеют следующий вид:



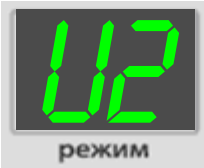


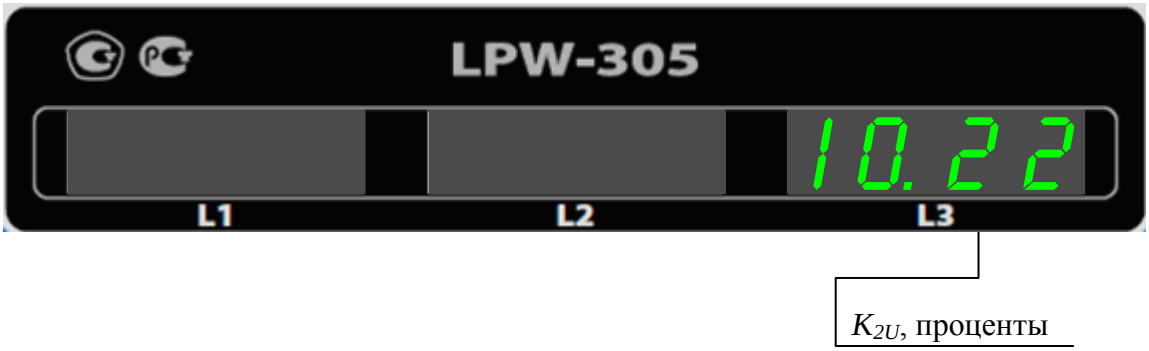
Если индицируемое значение коэффициента несимметрии по нулевой последовательности K_{0U} находится вне диапазона измерений, указанного в п.2.5, то состояние индикатора имеет следующий вид:



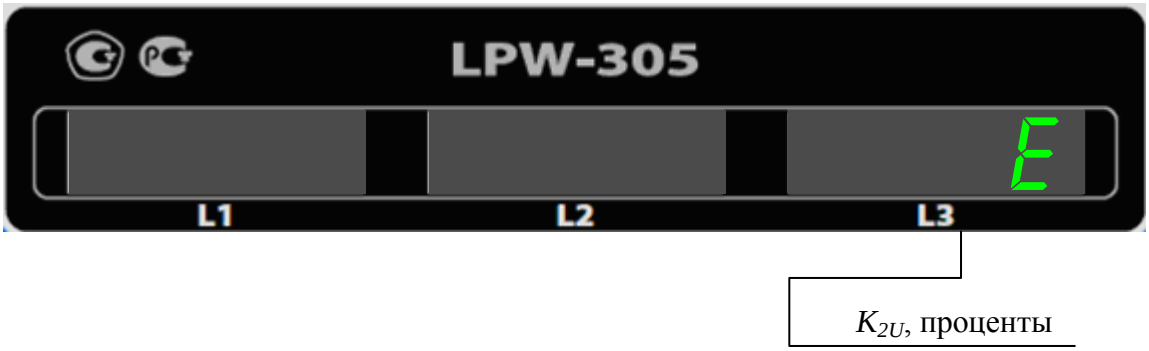
7.3.13 Индикация значения коэффициента несимметрии по обратной последовательности K_{2U} (пункт «00.» главного меню, пункт «U2» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента несимметрии по обратной последовательности K_{2U} имеют следующий вид:



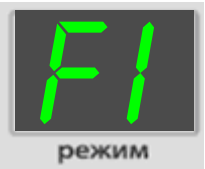


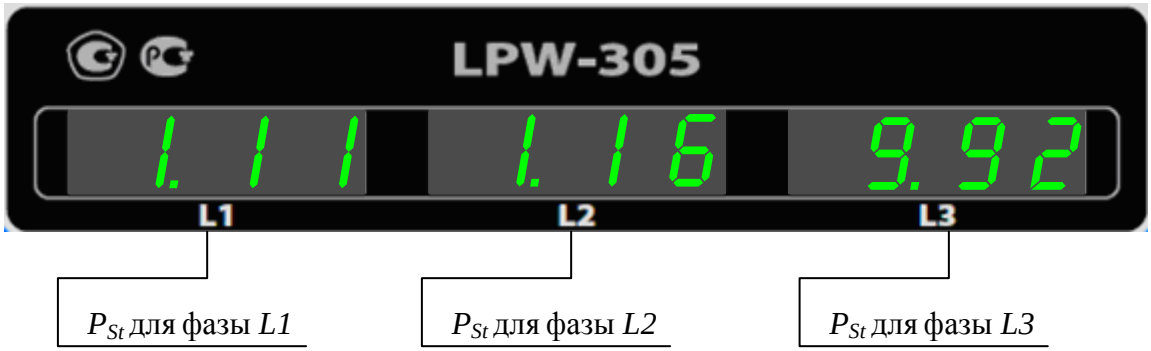
Если индицируемое значение коэффициента несимметрии по обратной последовательности K_{2U} находится вне диапазона измерений, указанного в п.2.5, то состояние индикатора имеет следующий вид:



7.3.14 Индикация значения кратковременной дозы фликера P_{St} по фазам (пункт «00.» главного меню, пункт «FI» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения кратковременной дозы фликера P_{St} по фазам имеют следующий вид:



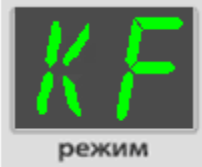


Если индицируемое значение кратковременной дозы фликера P_{St} находится вне диапазона измерений, указанного в п.2.5, то состояние индикатора имеет следующий вид:

7.3.15 Индикация значения К-фактора по фазам (пункт «00.» главного меню, пункт «KF» вложенного меню)

Примечание: определение К-фактора приведено в приложении В.

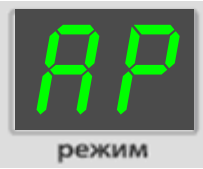
Состояния индикаторов при индикации значения К-фактора по фазам имеют следующий вид:



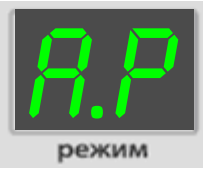
7.3.16 Индикация значения накопленной энергии (пункт «01.» главного меню)

7.3.16.1 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной трёхфазной активной энергии прямого направления (пункт «01.»главного меню, пункт «AP» вложенного меню) имеют следующий вид:

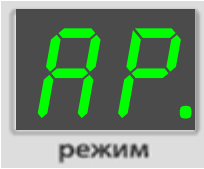
при индикации
в милливатт-часах



при индикации
в ватт-часах



при индикации
в киловатт-часах

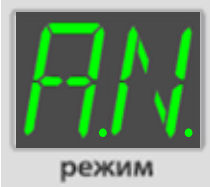


при индикации
в мегаватт-часах

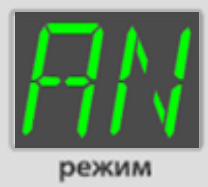
Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

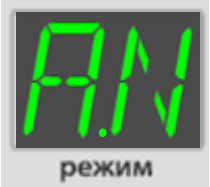
7.3.16.2 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной трёхфазной активной энергии обратного направления (пункт «01.» главного меню, пункт «AN» вложенного меню) имеют следующий вид:



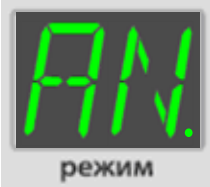
при индикации
в милливатт-часах



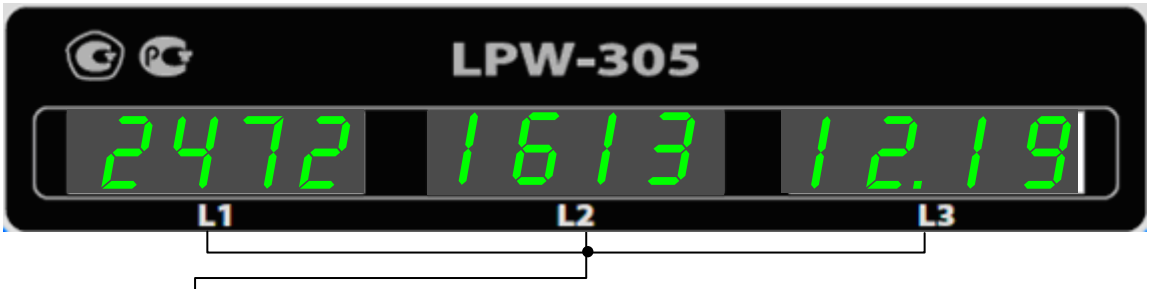
при индикации
в ватт-часах



при индикации
в киловатт-часах



при индикации
в мегаватт-часах



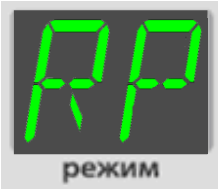
Значение накопленной трёхфазной активной
энергии обратного направления

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

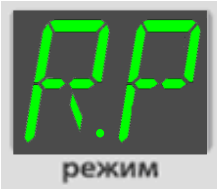
Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.16.3 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной трёхфазной реактивной энергии прямого направления (пункт «01.» главного меню, пункт «RP» вложенного меню) имеют следующий вид:

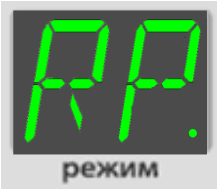
при индикации
в милливар-часах



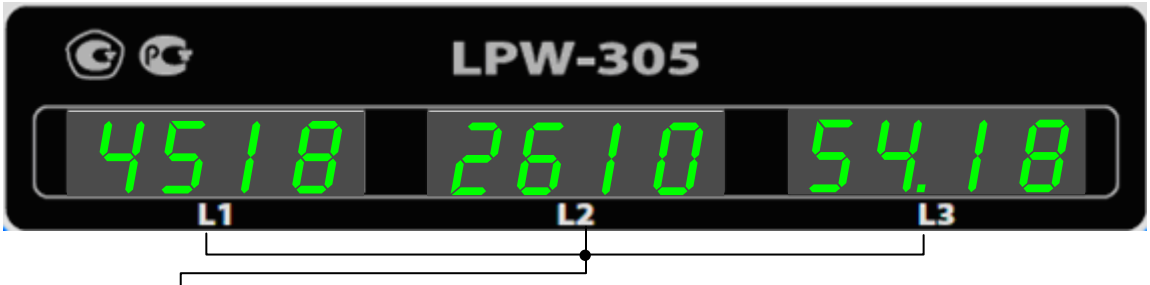
при индикации
в вар-часах



при индикации
в киловар-часах



при индикации
в мегавар-часах



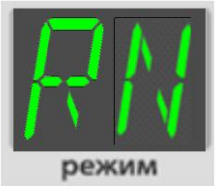
Значение накопленной трёхфазной реактивной
энергии прямого направления

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

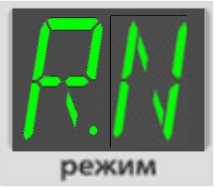
Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.16.4 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной трёхфазной реактивной энергии обратного направления (пункт «01.» главного меню, пункт «RN» вложенного меню) имеют следующий вид:

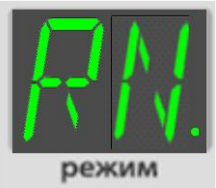
при индикации
в милливар-часах



при индикации
в вар-часах



при индикации
в киловар-часах



при индикации
в мегавар-часах

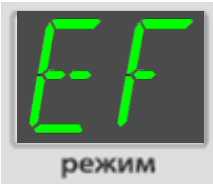
Значение накопленной трёхфазной реактивной
энергии обратного направления

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

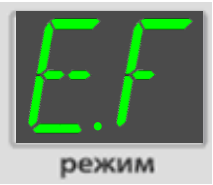
Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.16.5 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной трёхфазной полной энергии (пункт «01.» главного меню, пункт «EF» вложенного меню) имеют следующий вид:

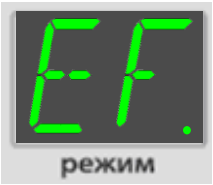
при индикации в милливольт-ампер-часах



при индикации в вольт-ампер-часах



при индикации в киловольт-ампер-часах



при индикации в мегавольт-ампер-часах

Значение накопленной трёхфазной полной энергии

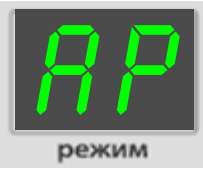
Для отображения три индикатора объединяются в один, образуя, таким образом, единый индикатор на 12 позиций.

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

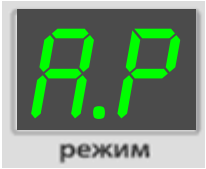
Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.16.6 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной фазной активной энергии прямого направления (пункт «01.» главного меню, пункт «AP» вложенного меню) имеют следующий вид:

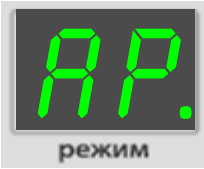
при индикации
в милливатт-часах



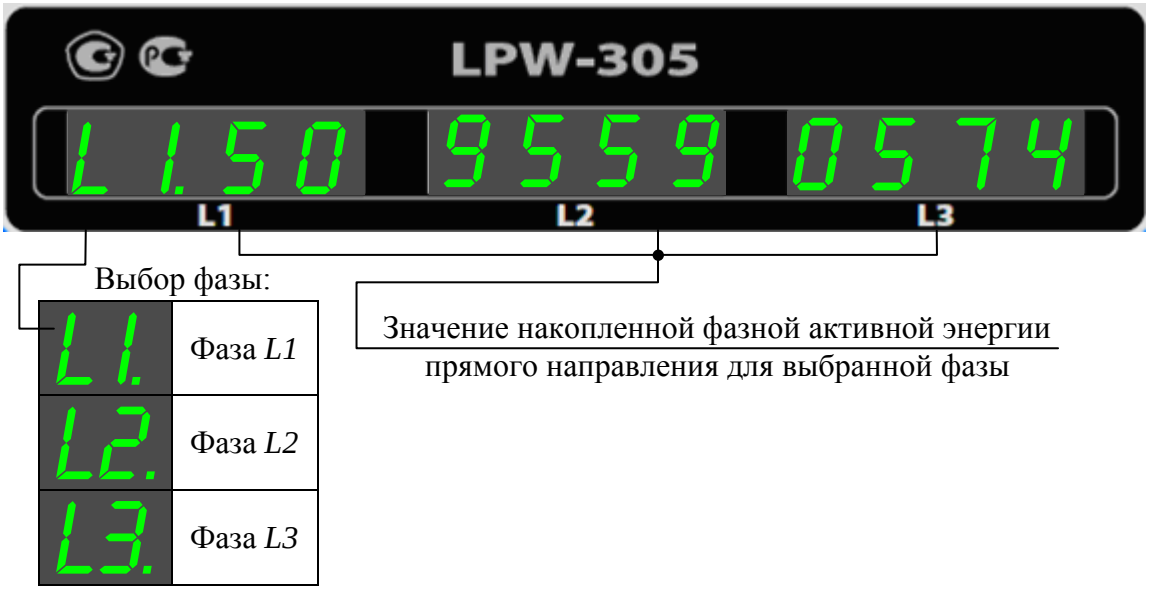
при индикации
в ватт-часах



при индикации
в киловатт-часах



при индикации
в мегаватт-часах

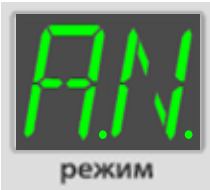


Для отображения три индикатора объединяются в один, образуя, таким образом, единый индикатор на 12 позиций.

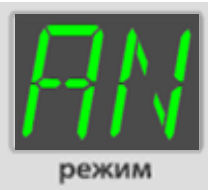
Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

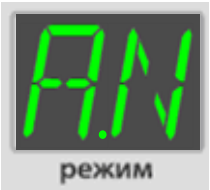
7.3.16.7 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной фазной активной энергии обратного направления (пункт «01.» главного меню, пункт «AN» вложенного меню) имеют следующий вид:



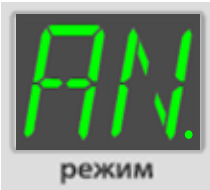
при индикации
в милливатт-часах



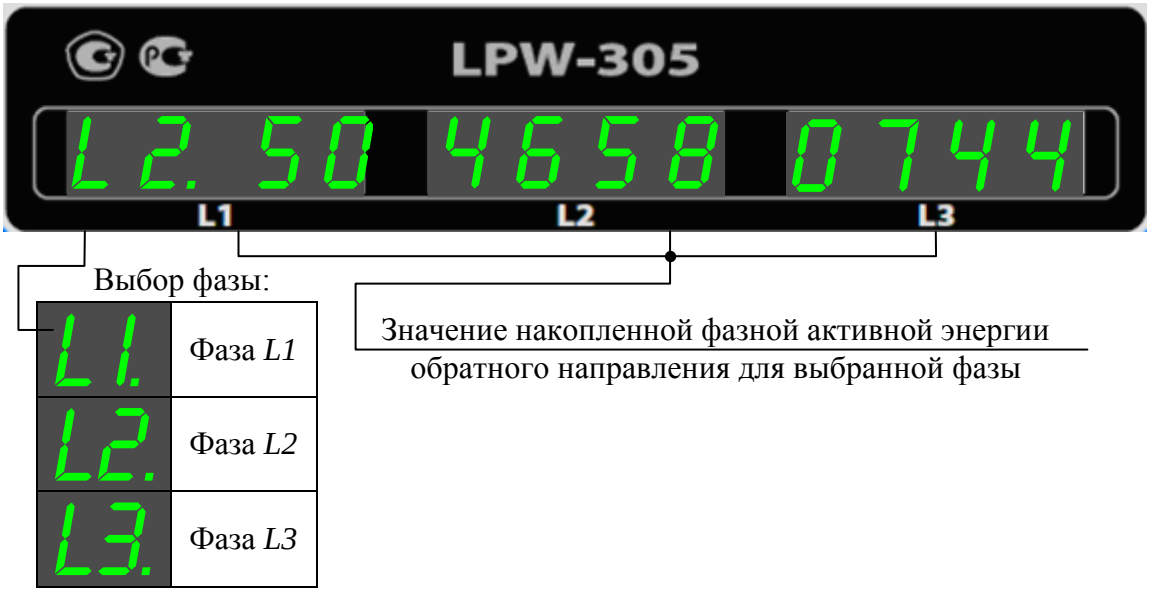
при индикации
в ватт-часах



при индикации
в киловатт-часах



при индикации
в мегаватт-часах



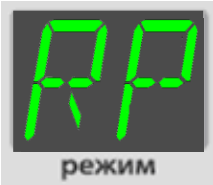
Для отображения три индикатора объединяются в один, образуя, таким образом, единый индикатор на 12 позиций.

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

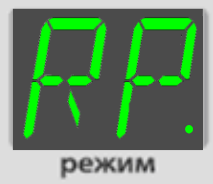
7.3.16.8 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной фазной реактивной энергии прямого направления (пункт «01.» главного меню, пункт «RP» вложенного меню) имеют следующий вид:

при индикации
в милливар-часах

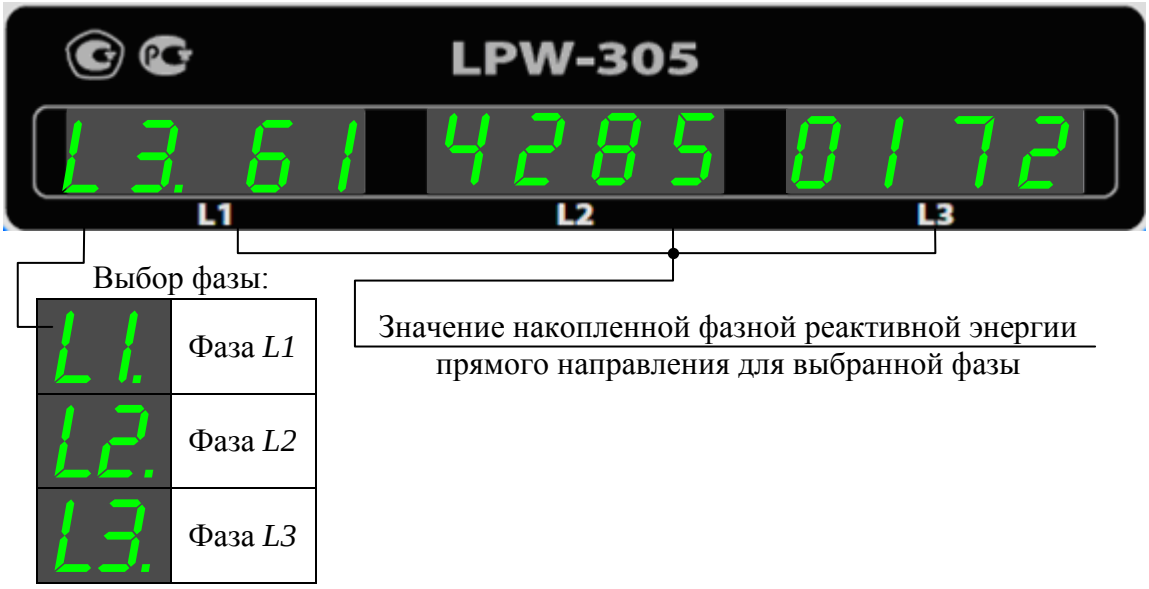


при индикации
в вар-часах

при индикации
в киловар-часах



при индикации
в мегавар-часах



Для отображения три индикатора объединяются в один, образуя, таким образом, единый индикатор на 12 позиций.

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

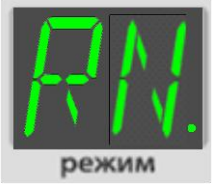
Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.16.9 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной фазной реактивной энергии обратного направления (пункт «01.» главного меню, пункт «RN» вложенного меню) имеют следующий вид:

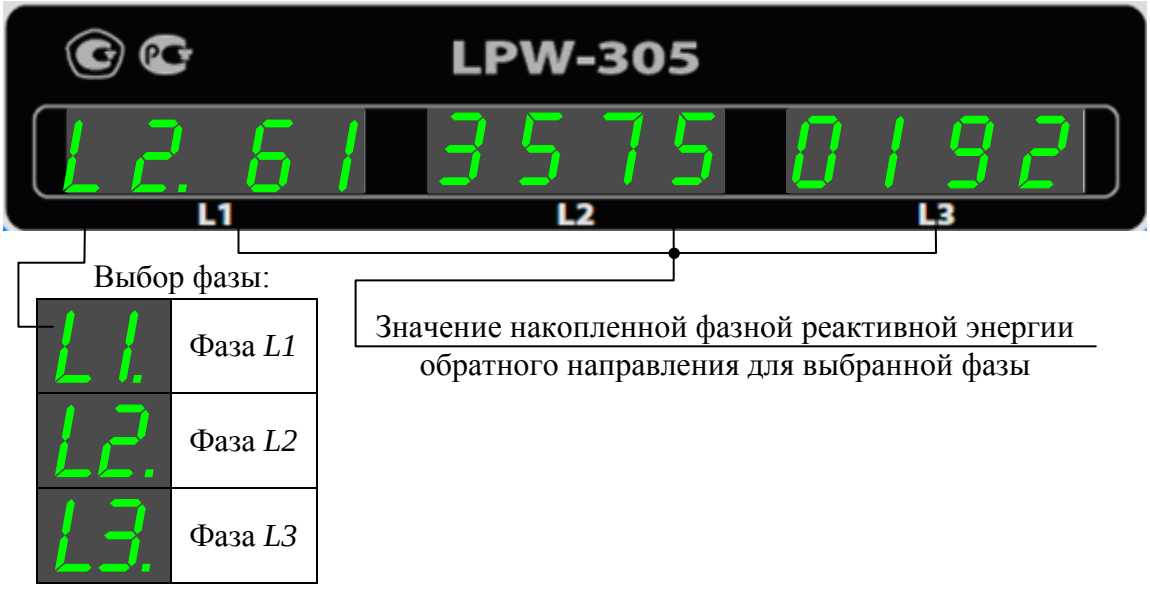
при индикации
в милливар-часах

при индикации
в вар-часах

при индикации
в киловар-часах



при индикации
в мегавар-часах

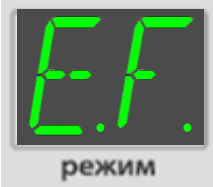


Для отображения три индикатора объединяются в один, образуя, таким образом, единый индикатор на 12 позиций.

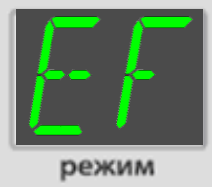
Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.16.10 Состояния индикаторов при индикации значения накопленной фазной полной энергии (пункт «01.» главного меню, пункт «EF» вложенного меню) имеют следующий вид:

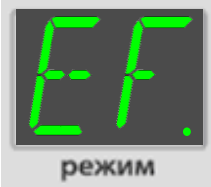


при индикации в милли-вольт-ампер-часах

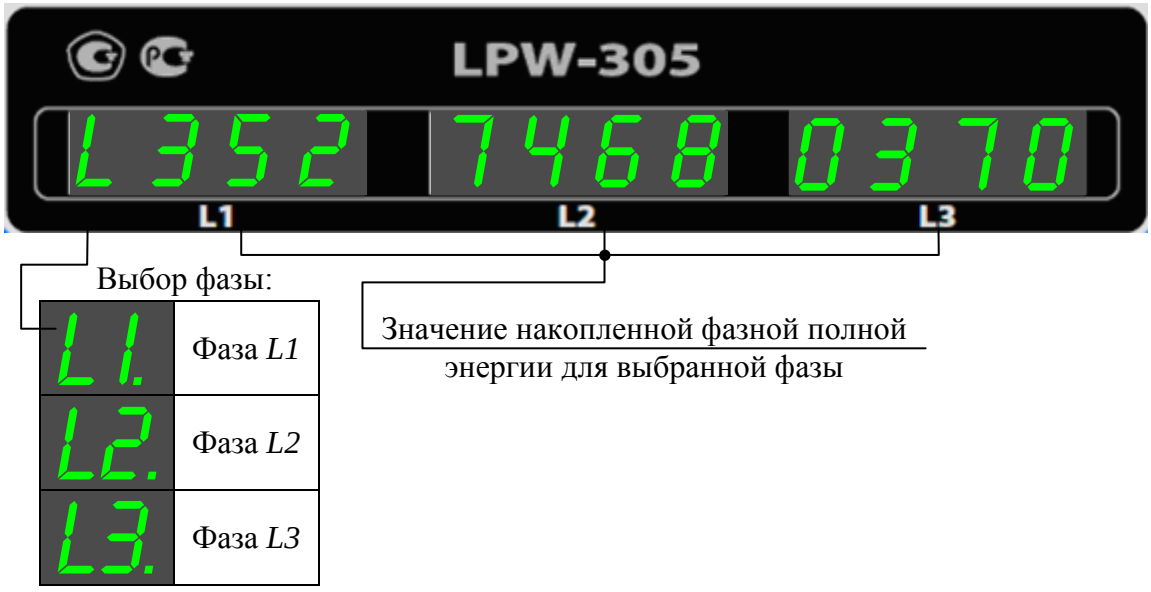


при индикации в вольт-ампер-часах

при индикации в киловольт-ампер -часах



при индикации в мегавольт-ампер-часах



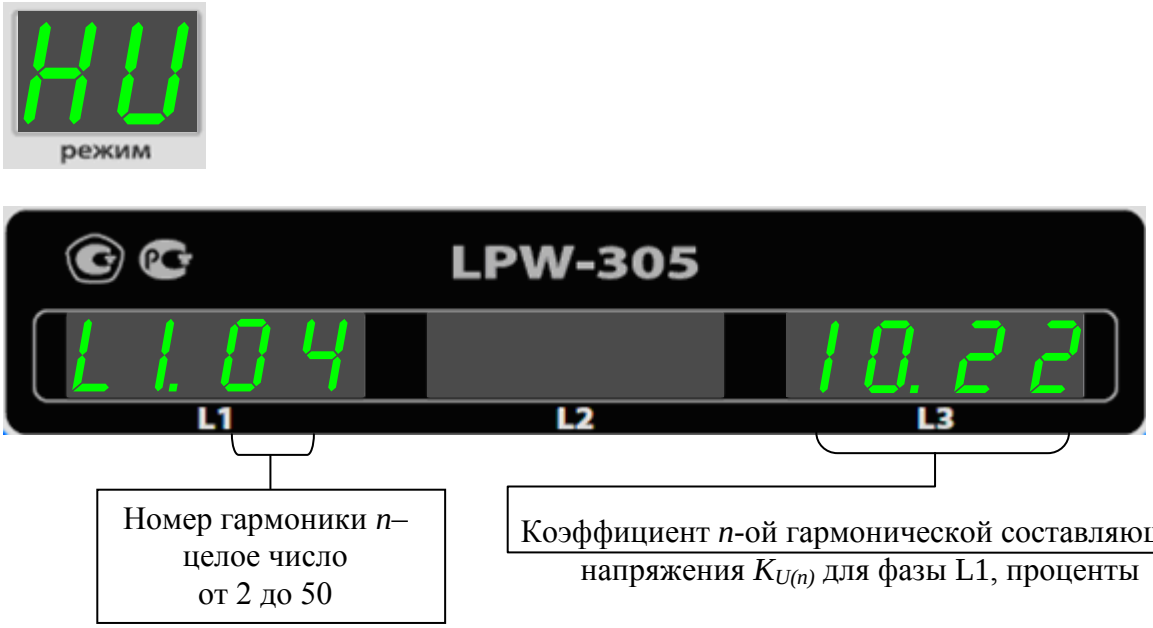
Для отображения три индикатора объединяются в один, образуя, таким образом, единый индикатор на 12 позиций.

Размерность индицируемого значения можно изменять нажатием клавиши ВЫБОР.

Размерность значения можно также изменять при выборе пункта «08.» главного меню и пункта «SE» вложенного меню (п.7.3.23.9).

7.3.17 Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) напряжения для фазы L1 (пункт «02.» главного меню, пункт «HU» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ для фазы L1 имеют следующий вид:



Третья и четвертая позиции крайнего левого индикатора используются для отображения номера гармоники, коэффициент гармонической составляющей для которой выводится на крайнем правом индикаторе.

Последовательное переключение между номерами гармоник осуществляется клавишей «▼».

7.3.18 Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) напряжения для фазы L2 (пункт «03.» главного меню, пункт «HU» вложенного меню)

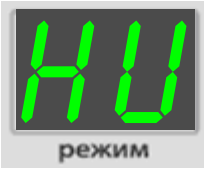
Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ для фазы L2 имеют следующий вид:

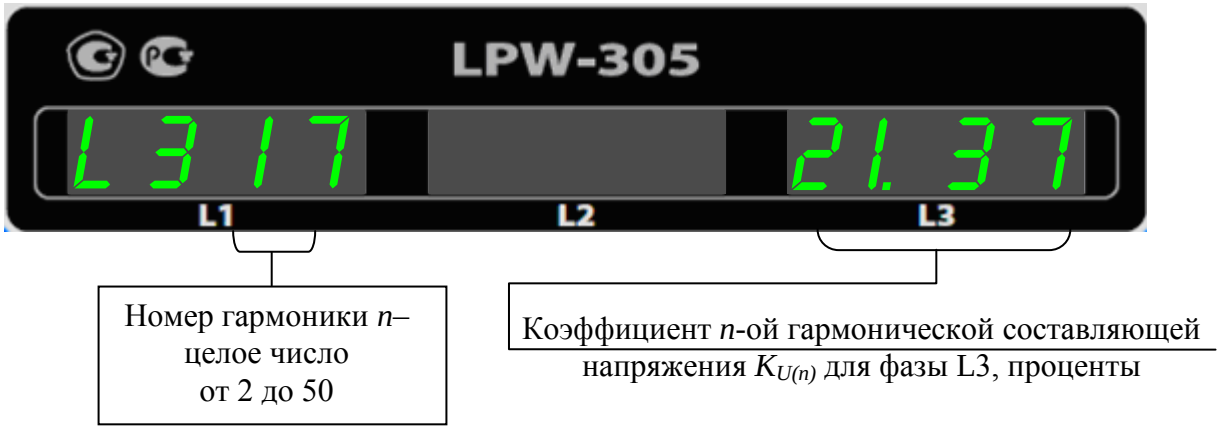
Третья и четвертая позиции крайнего левого индикатора используются для отображения номера гармоники, коэффициент гармонической составляющей для которой выводится на крайнем правом индикаторе.

Последовательное переключение между номерами гармоник осуществляется клавишей «▼».

7.3.19 Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) напряжения для фазы L3 (пункт «04.» главного меню, пункт «HU» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ для фазы L3 имеют следующий вид:



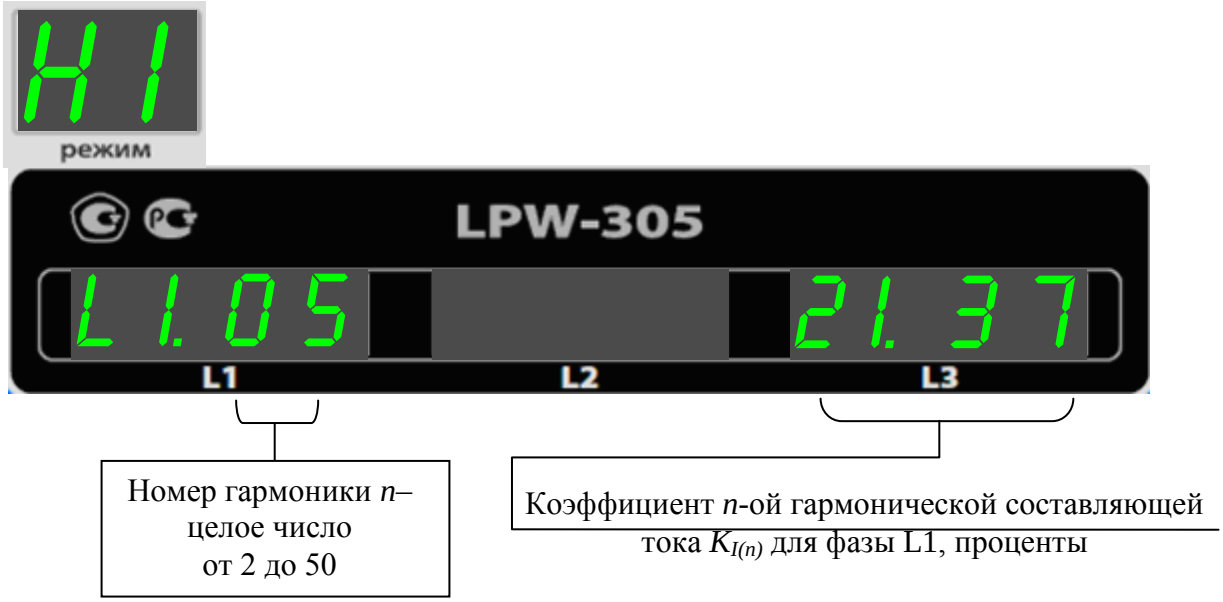


Третья и четвертая позиции крайнего левого индикатора используются для отображения номера гармоники, коэффициент гармонической составляющей для которой выводится на крайнем правом индикаторе.

Последовательное переключение между номерами гармоник осуществляется клавишей «▼».

7.3.20 Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) тока для фазы L1 (пункт «05.» главного меню, пункт «HI») вложенного меню

Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ для фазы L1 имеют следующий вид:



Третья и четвертая позиции крайнего левого индикатора используются для отображения номера гармоники, коэффициент гармонической составляющей для которой выводится на крайнем правом индикаторе.

Последовательное переключение между номерами гармоник осуществляется клавишей «▼».

7.3.21 Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) тока для фазы L2 (пункт «06.» главного меню, пункт «HI» вложенного меню)

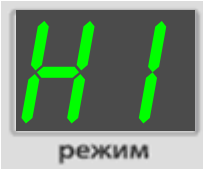
Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ для фазы L2 имеют следующий вид:

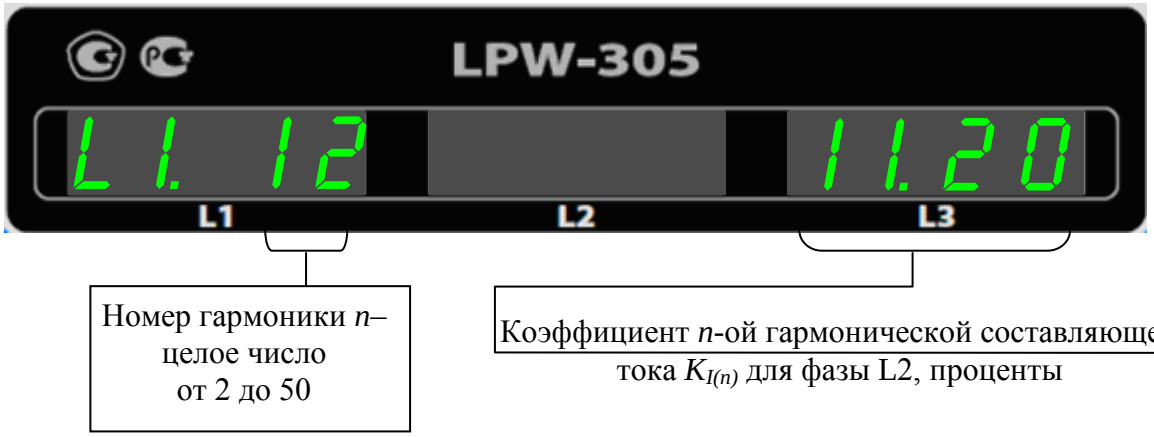
Третья и четвертая позиции крайнего левого индикатора используются для отображения номера гармоники, коэффициент гармонической составляющей для которой выводится на крайнем правом индикаторе.

Последовательное переключение между номерами гармоник осуществляется клавишей «▼».

7.3.22 Индикация значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей (*n* – порядок гармоники от 2 до 50) тока для фазы L3 (пункт «07.» главного меню, пункт «HI» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации значения коэффициента *n*-ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ для фазы L3 имеют следующий вид:





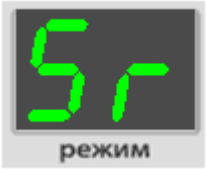
Третья и четвертая позиции крайнего левого индикатора используются для отображения номера гармоники, коэффициент гармонической составляющей для которой выводится на крайнем правом индикаторе.

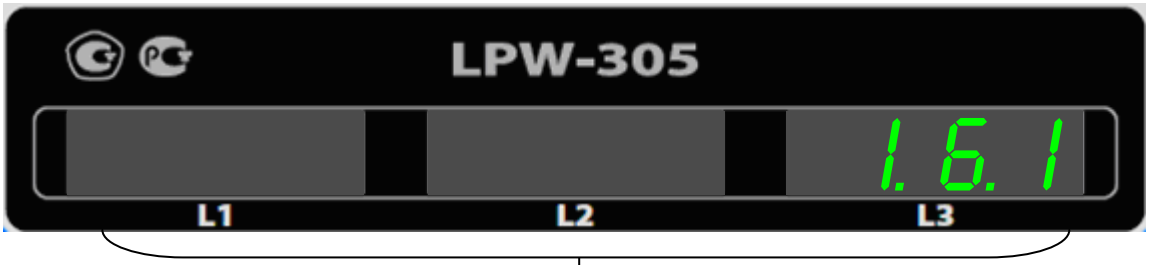
Последовательное переключение между номерами гармоник осуществляется клавишей «▼».

7.3.23 Настройки меню, доступные для чтения и изменения без введения пароля (пункт «08.» главного меню)

7.3.23.1 Индикация версии программного обеспечения (пункт «08.» главного меню, пункт «Sr» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации версии программного обеспечения имеют следующий вид:

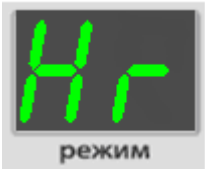




Версия внутреннего программного обеспечения LPW-305:
общий вид записи XXX.YYY.ZZZ

7.3.23.2 Индикация версии аппаратуры (пункт «08.» главного меню, пункт «Hr» вложенного меню)

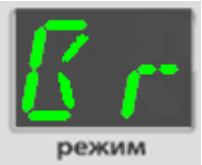
Состояния индикаторов при индикации версии аппаратуры имеют следующий вид:



Версия аппаратного обеспечения LPW-305:
целое число от 0 до 1000

7.3.23.3 Настройка яркости дисплея (пункт «08.» главного меню, пункт «Br» вложенного меню)

Состояния индикаторов при настройке яркости дисплея имеют следующий вид:



Яркость –
целое число от 0 до
100 условных единиц;
изменение – с шагом
5 условных единиц

Установленное значение определяет яркость свечения всех индикаторов (индикатор РЕЖИМ и три индикатора «*L1*», «*L2*», «*L3*»).

Для настройки яркости свечения индикаторов:

1) установить режим редактирования нажатием клавиши ВЫБОР;

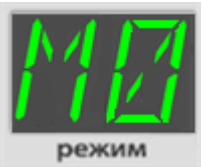
2) выбрать новое значение яркости свечения индикаторов, используя клавишу «▼» (уменьшение яркости) или клавишу «►» (увеличение яркости);

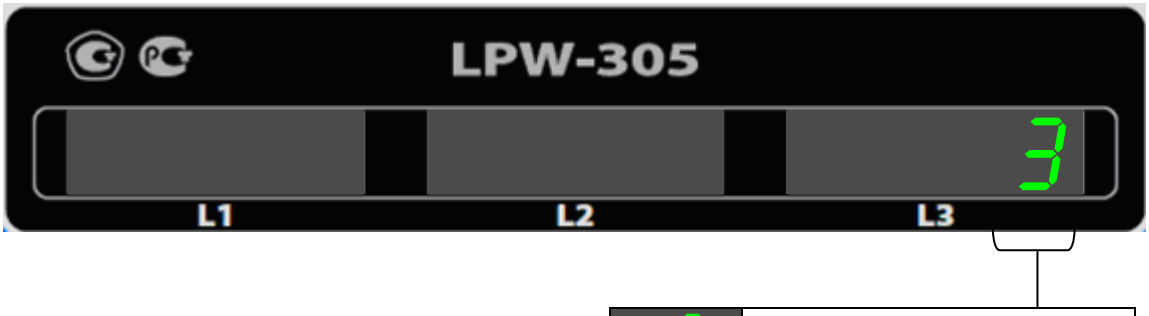
3) подтвердить сделанный выбор и сохранить настройки, нажав клавишу ВЫБОР;

4) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.23.4 Индикация и выбор пункта главного меню, выполняемого первым при включении LPW-305 (пункт «08.» главного меню, пункт «М0» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе пункта главного меню, выполняемого первым при включении LPW-305, имеют следующий вид:





0	Пункт «00.» главного меню
2	Пункт «01.» главного меню
3	Пункт «03.» главного меню
4	Пункт «04.» главного меню
5	Пункт «05.» главного меню
6	Пункт «06.» главного меню
7	Пункт «07.» главного меню

Выбор пункта главного меню, выполняемого первым при включении LPW-305, осуществляют в следующем порядке:

1) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

2) выбрать пункт главного меню, выполняемый первым при включении LPW-305, переключением между возможными значениями последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

3) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

4) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.23.5 Индикация и выбор пункта вложенного меню, выполняемого первым при включении LPW-305 (пункт «08.» главного меню, пункт «М1» вложенного меню)

Данная настройка определяет, содержимое какого пункта вложенного меню будет отображаться на индикаторах при включении LPW-305. Она взаимосвязана с настройкой, задающей пункт главного меню при включении LPW-305.

Состояния индикаторов при индикации и выборе пункта вложенного меню, выполняемого первым при включении LPW-305, имеют следующий вид:

Порядковый номер пункта вложенного меню из табли-

Выбор пункта вложенного меню, выполняемого первым при включении LPW-305, осуществляют в следующем порядке:

1) определить пункт главного меню, выполняемый первым при включении LPW-305, установить его, если требуется, пользуясь указаниями, приведенными в п.7.3.23.4;

2) определить требуемый порядковый номер пункта вложенного меню из таблицы 17;

3) установить пункт «08.» главного меню, пункт «М1» вложенного меню;

4) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

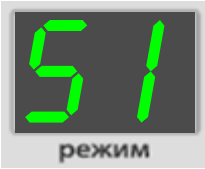
5) выбрать определённый в операции 2) порядковый номер пункта вложенного меню, выполняемого первым при включении LPW-305, переключением между возможными значениями последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

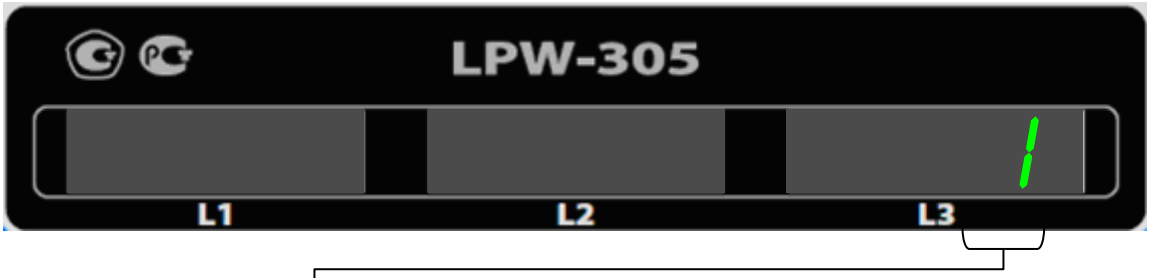
6) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

7) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.23.6 Индикация и выбор размерности индицируемых значений тока (пункт «08.» главного меню, пункт «SI» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе размерности индицируемых значений тока имеют следующий вид:





-3	Результаты измерений отображаются в миллиамперах
1	Результаты измерений отображаются в амперах
3	Результаты измерений отображаются в килоамперах
6	Результаты измерений отображаются в мегаамперах

Выбор размерности индицируемых значений тока осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «08.» главного меню, пункт «SI» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

3) выбрать требуемую размерность переключением между возможными значениями последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

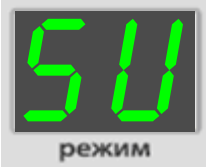
4) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

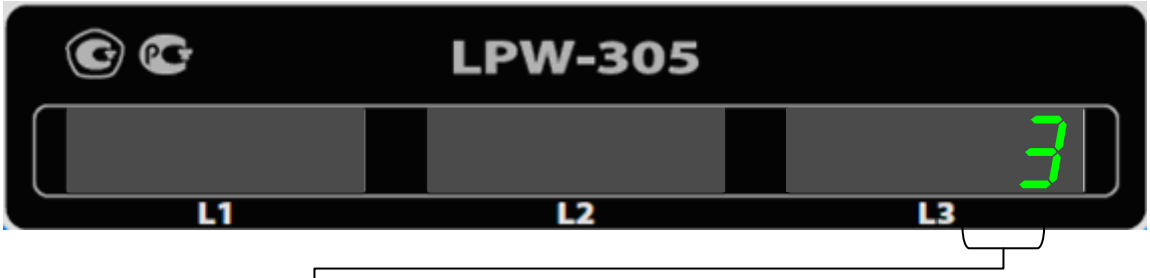
5) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

Размерность значения *I* можно также изменять при выборе пункта «00.» главного меню и пункта «I» вложенного меню (п.7.3.5).

7.3.23.7 Индикация и выбор размерности индицируемых значений напряжения (пункт «08.» главного меню, пункт «SU» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе размерности индицируемых значений напряжения имеют следующий вид:





-3	Результаты измерений отображаются в милливольтах
1	Результаты измерений отображаются в вольтах
3	Результаты измерений отображаются в киловольтах
6	Результаты измерений отображаются в мегавольтах

Выбор размерности индицируемых значений напряжения осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «08.» главного меню, пункт «SU» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

3) выбрать требуемую размерность переключением между возможными значениями последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

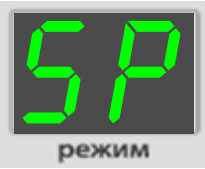
4) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

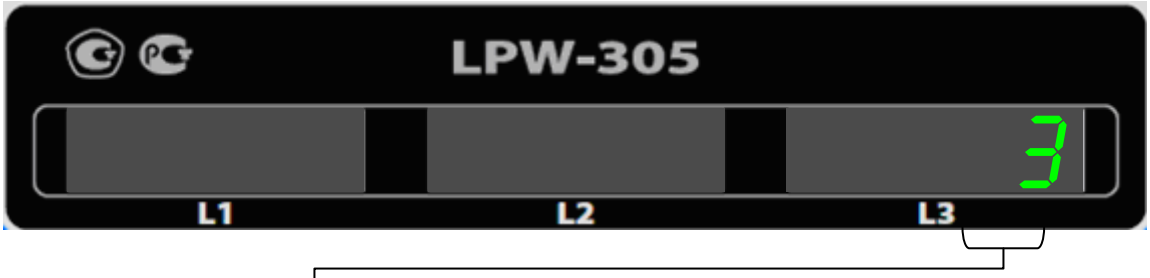
5) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

Размерность значения *U* можно также изменять при выборе пункта «00.» главного меню и пункта «U» вложенного меню (п.7.3.3).

7.3.23.8 Индикация и выбор размерности индицируемых значений мощности (пункт «08.» главного меню, пункт «SP» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе размерности индицируемых значений мощности имеют следующий вид:





-3	Результаты измерений отображаются в милливаттах, милливарах и милливольт-амперах
1	Результаты измерений отображаются в ваттах, варах и вольт-амперах
3	Результаты измерений отображаются в киловаттах, киловарах и киловольт-амперах
6	Результаты измерений отображаются в мегаваттах, мегаварах и мегавольт-амперах

Выбор размерности индицируемых значений мощности осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «08.» главного меню, пункт «SP» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

3) выбрать требуемую размерность переключением между возможными значениями последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

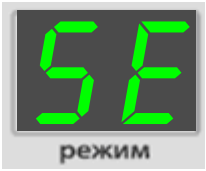
4) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

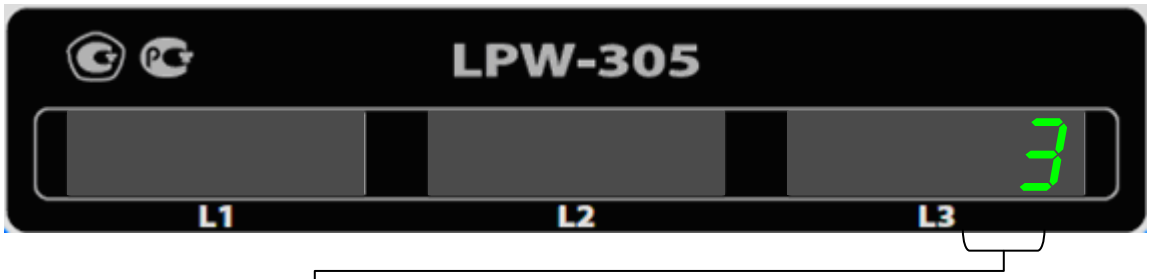
5) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

Размерность индицируемых значений мощности можно также изменять при выборе пункта «00.» главного меню и пунктов «P», «Q», «S», «PS» вложенного меню (пп.7.3.8 – 7.3.11, соответственно).

7.3.23.9 Индикация и выбор размерности индицируемых значений энергии (пункт «08.» главного меню, пункт «SE» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе размерности индицируемых значений энергии имеют следующий вид:





-3	Результаты измерений отображаются в милли-ватт-часах, милливар-часах и милливольт-ампер-часах
1	Результаты измерений отображаются в ватт-часах, вар-часах и вольт-ампер-часах
3	Результаты измерений отображаются в киловатт-часах, киловар-часах и киловольт-ампер-часах
6	Результаты измерений отображаются в мегаватт-часах, мегавар-часах и мегавольт-ампер-часах

Выбор размерности индицируемых значений энергии осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «08.» главного меню, пункт «SE» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

3) выбрать требуемую размерность переключением между возможными значениями последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

4) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

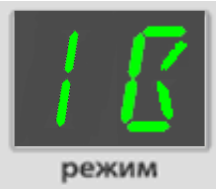
5) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

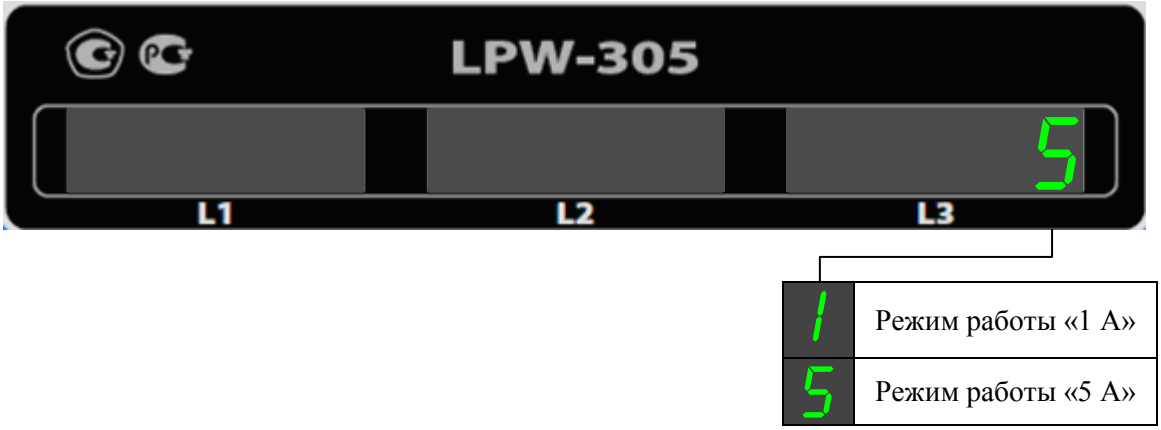
Размерность индицируемых значений энергии можно также изменять при выборе пункта «00.» главного меню и пунктов «AP», «AN», «RP», «RN», «EF» вложенного меню (пп.7.3.16.1 – 7.3.16.10, соответственно).

7.3.24 Настройки меню, доступные для чтения и изменения только после введения пароля (пункт «09.» главного меню)

7.3.24.1 Индикация и выбор режима работы по измерительным входам тока (пункт «09.» главного меню, пункт «IB» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе режима работы по измерительным входам тока имеют следующий вид:





ВНИМАНИЕ: применение выбранного режима работы по измерительным входам тока происходит сразу же после нажатия клавиши ВЫБОР при выполнении операции 4), поэтому рекомендуется быть внимательными во избежание перегрузок LPW-305 по измерительным входам тока.

Выбор режима работы по измерительным входам тока осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «IB» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

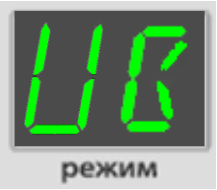
3) выбрать требуемый режим работы по измерительным входам тока последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

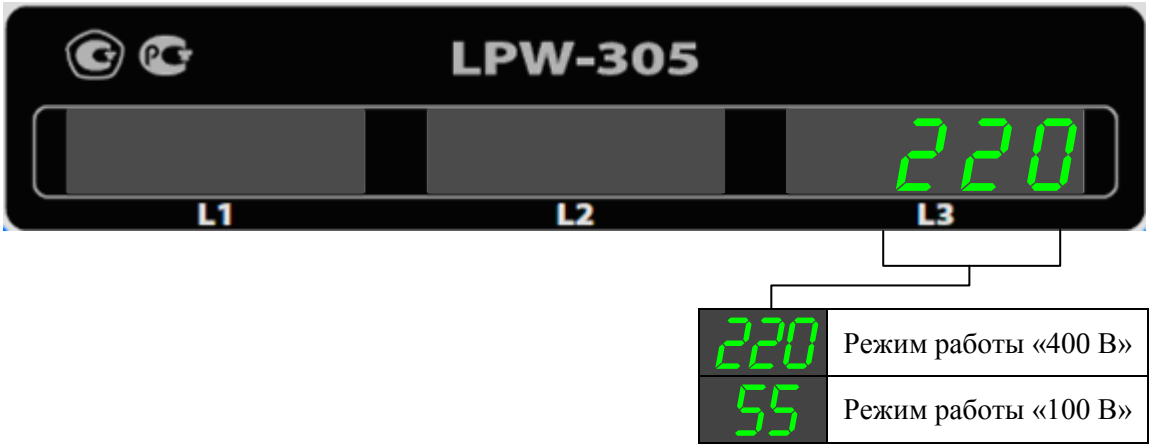
4) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

5) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.2 Индикация и выбор режима работы по измерительным входам напряжения (пункт «09.» главного меню, пункт «UB» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе режима работы по измерительным входам напряжения имеют следующий вид:





Выбор режима работы по измерительным входам напряжения осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «IB» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР для входа в режим редактирования;

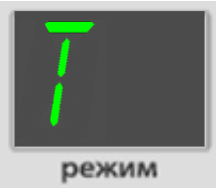
3) выбрать требуемый режим работы по измерительным входам напряжения последовательным нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений);

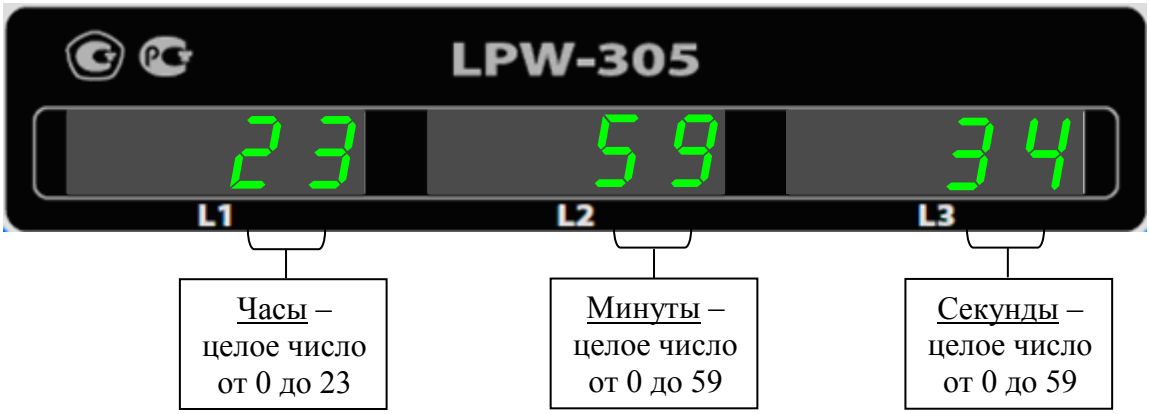
4) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

5) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.3 Индикация и установка времени (пункт «09.» главного меню, пункт «Т» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и установке времени имеют следующий вид:





Установку времени осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «Т» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

4) установить секунды нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L2» должно мигать;

6) установить минуты нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

7) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

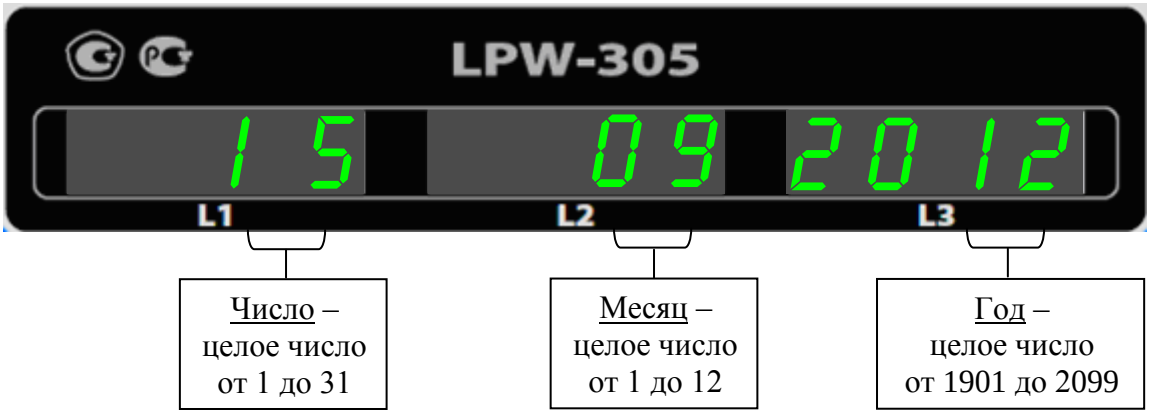
8) установить часы нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

9) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

10) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.4 Индикация и установка даты (пункт «09.» главного меню, пункт «D» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и установке даты имеют следующий вид:



Установку даты осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «D» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

4) установить год нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L2» должно мигать;

6) установить месяц нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

7) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

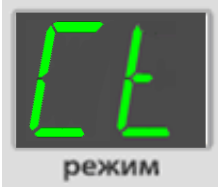
8) установить число нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

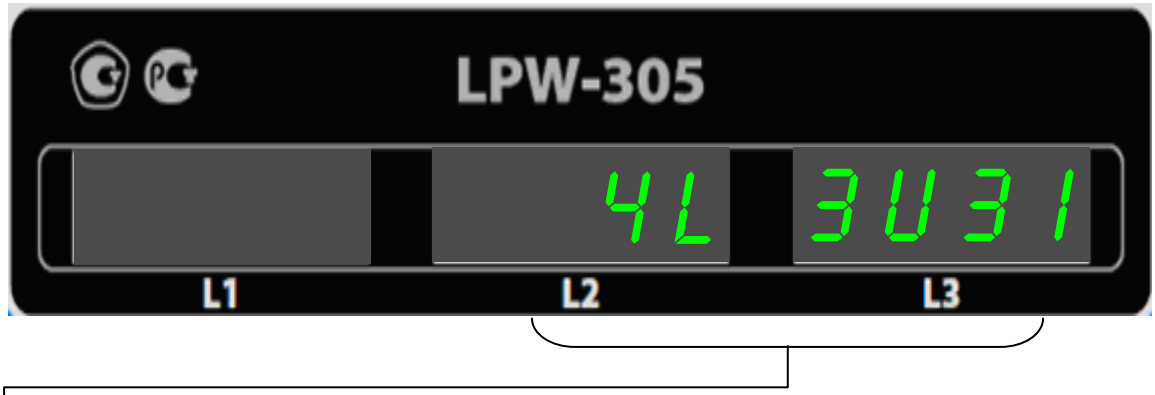
9) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

10) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.5 Индикация и выбор схемы включения LPW-305 в сеть переменного тока (пункт «09.» главного меню, пункт «Ct» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе схемы включения LPW-305 в сеть переменного тока имеют следующий вид:





4L3U31	Четырёхпроводное подключение с тремя ТТ и тремя ТН), подключенными «звездой»	Рисунок Б.1 приложения Б
4L31	Четырёхпроводное подключение с тремя ТТ	Рисунок Б.2 приложения Б
4L2U31	Четырёхпроводное подключение с тремя ТТ и двумя ТН, подключенными «звездой»	Рисунок Б.3 приложения Б
3L21	Трёхпроводное подключение с двумя ТТ	Рисунок Б.4 приложения Б
3Lt2U31	Трёхпроводное подключение с тремя ТТ и двумя ТН, подключенными «открытым треугольником»	Рисунок Б.5 приложения Б

Выбор схемы включения LPW-305 в сеть переменного тока осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «Ct» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показания на индикаторах «L2» и «L3» должны мигать;

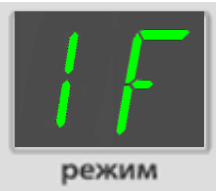
4) установить требуемую схему включения нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

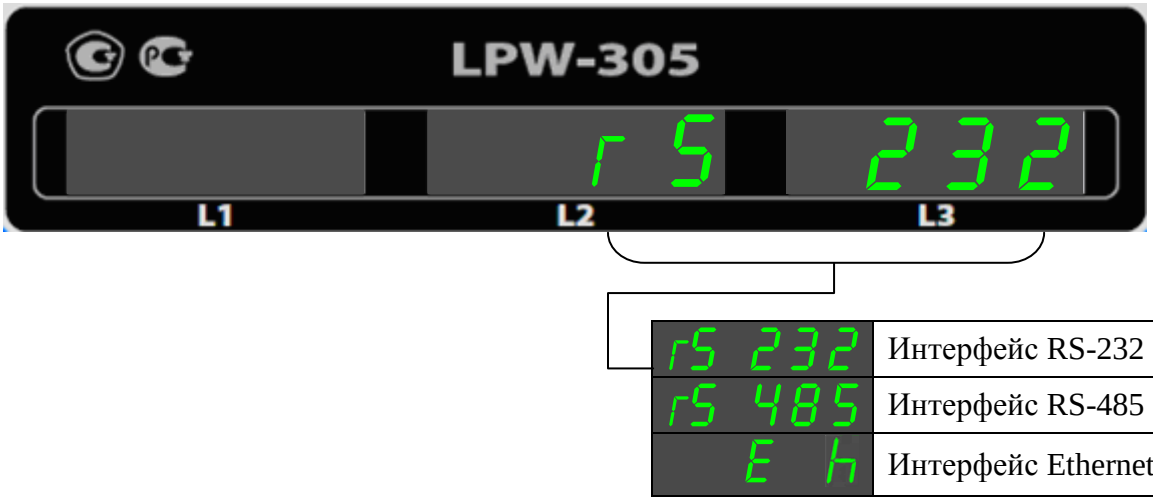
5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.6 Индикация и выбор активного интерфейса (пункт «09.» главного меню, пункт «IF» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и выборе схемы включения LPW-305 в сеть переменного тока имеют следующий вид:





Выбор активного интерфейса осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «IF» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

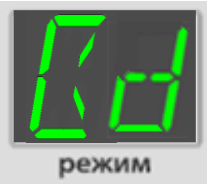
4) установить требуемый активный интерфейс нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

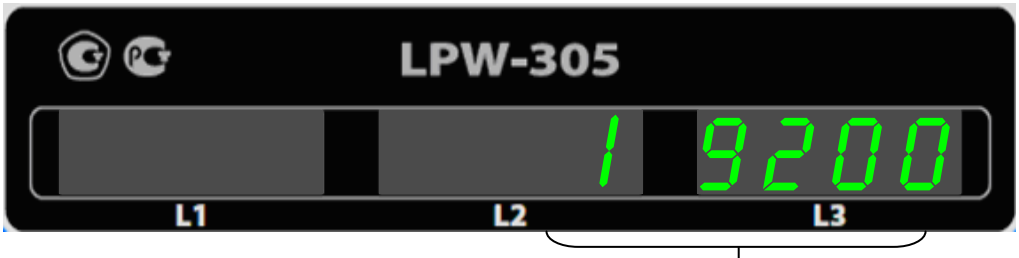
5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.7 Индикация и изменение скорости обмена по интерфейсам RS-232, RS-485 (пункт «09.» главного меню, пункт «Bd» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении скорости обмена по интерфейсам RS-232, RS-48 имеют следующий вид:





1200	Скорость обмена 1200 бит/с
2400	Скорость обмена 2400 бит/с
4800	Скорость обмена 4800 бит/с
9600	Скорость обмена 9600 бит/с
14400	Скорость обмена 14400 бит/с
19200	Скорость обмена 19200 бит/с
38400	Скорость обмена 38400 бит/с
57600	Скорость обмена 57600 бит/с
115200	Скорость обмена 115200 бит/с

Изменение скорости обмена по интерфейсам RS-232, RS-485 осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «Bd» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

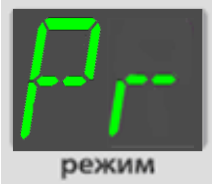
3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

4) установить требуемую скорость обмена нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.8 Контроль чётности последовательного интерфейса (пункт «09.» главного меню, пункт «Pr» вложенного меню)



E	Контроль чётности
0	Контроль нечётности
_	Контроль отключён

Установку контроля чётности осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «Pr» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

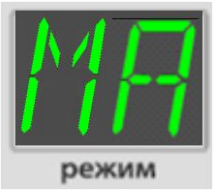
4) установить требуемую скорость обмена нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

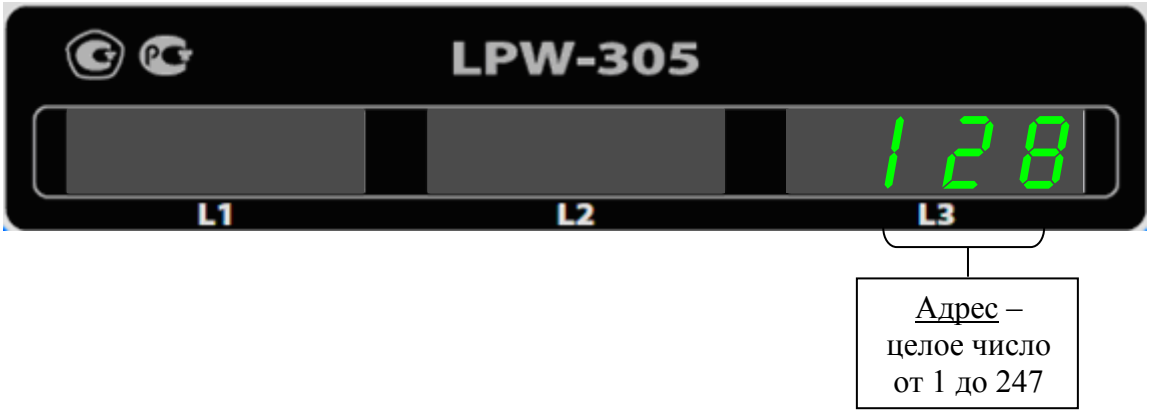
5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.9 Индикация и изменение адреса MODBUS-RTU (пункт «09.» главного меню, пункт «МА» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении адреса MODBUS-RTU имеют следующий вид:





Индикацию и изменение адреса MODBUS-RTU осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «МА» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

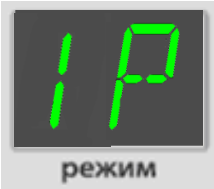
4) установить требуемую скорость обмена нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

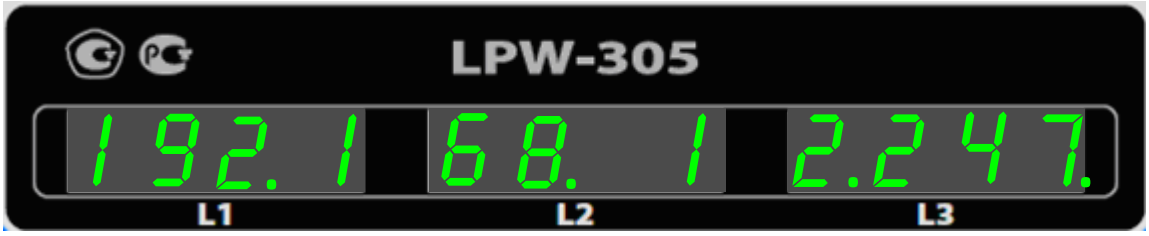
5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.10 Индикация и изменение IP-адреса LPW-305 в сети Ethernet (пункт «09.» главного меню, пункт «IP» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении IP-адреса LPW-305 в сети Ethernet имеют следующий вид:





IP-адрес состоит из четырёх групп цифр. Каждая группа – это целое число от 0 до 255 с точкой на конце.

Изменение IP-адреса LPW-305 в сети Ethernet осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «IP» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L1» должно мигать;

4) установить требуемое для первой группы значение нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) аналогично установке значения для первой группы установить значения для второй, третьей, четвёртой групп;

6) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

7) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.11 Индикация и изменение маски подсети (пункт «09.» главного меню, пункт «NM» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении маски подсети имеют следующий вид:

Маска подсети состоит из четырёх групп цифр. Каждая группа – это целое число от 0 до 255 с точкой на конце.

Изменение маски подсети осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «NM» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L1» должно мигать;

4) установить требуемое для первой группы значение нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

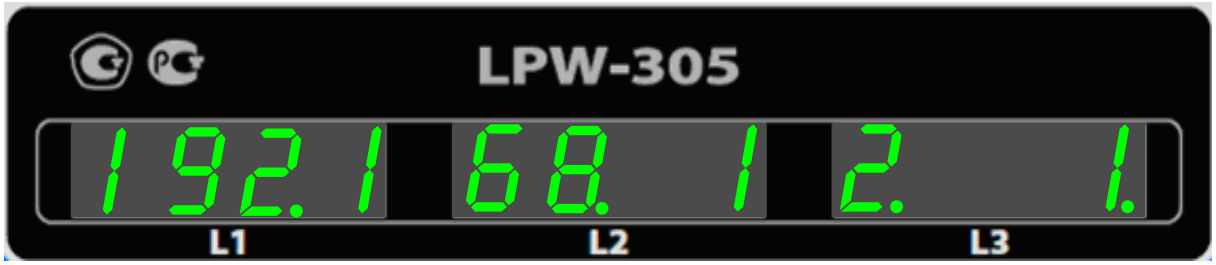
5) аналогично установке значения для первой группы установить значения для второй, третьей, четвёртой групп;

6) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

7) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.12 Индикация и изменение адреса шлюза (пункт «09.» главного меню, пункт «GW» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении адреса шлюза имеют следующий вид:



Адрес шлюза состоит из четырёх групп цифр. Каждая группа – это целое число от 0 до 255 с точкой на конце.

Изменение адреса шлюза осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «GW» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L1» должно мигать;

4) установить требуемое для первой группы значение нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

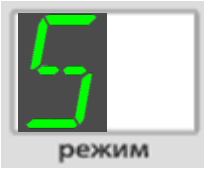
5) аналогично установке значения для первой группы установить значения для второй, третьей, четвёртой групп;

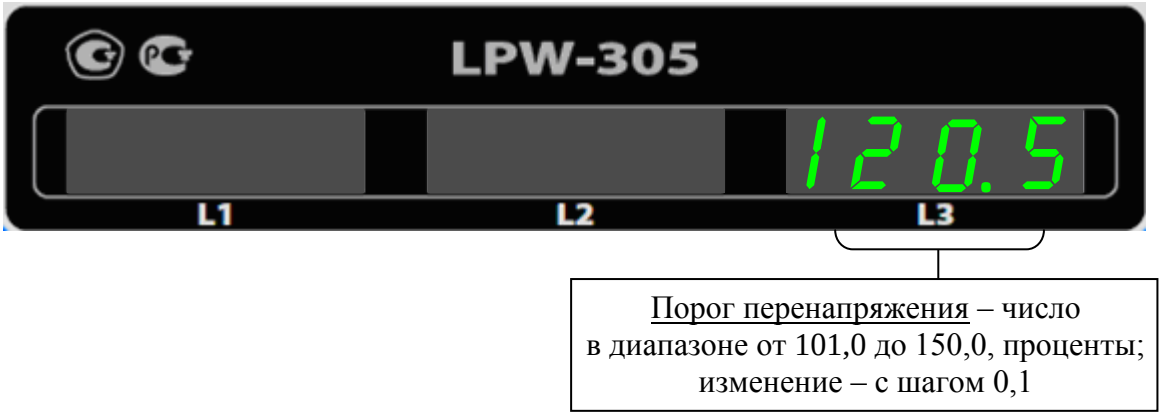
6) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

7) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.13 Индикация и изменение порога перенапряжения (пункт «09.» главного меню, пункт «Sw» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении порога перенапряжения имеют следующий вид:





Порог перенапряжения устанавливают в процентах от номинального значения фазного напряжения (п.2.1).

Изменение порога перенапряжения осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «Sw» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

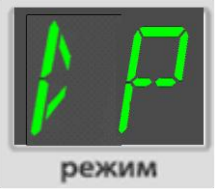
4) установить требуемое значение порога перенапряжения нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

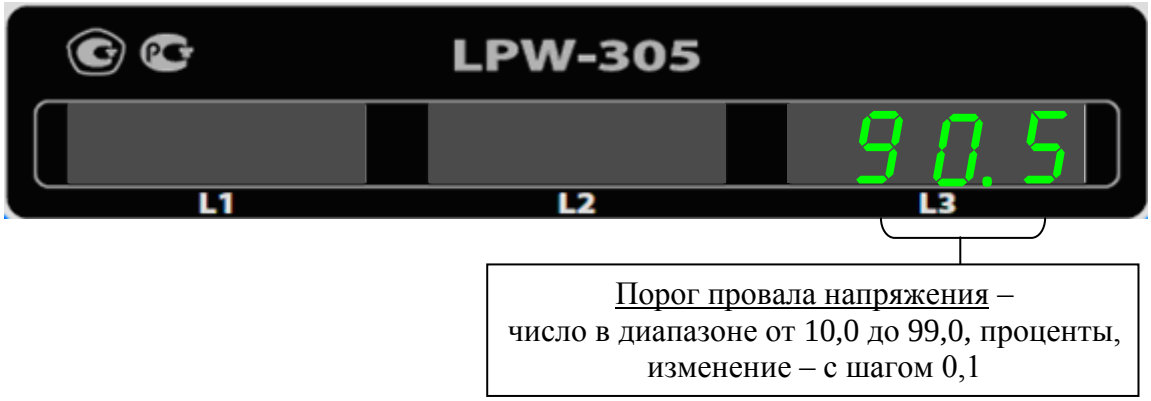
5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.14 Индикация и изменение порога провала напряжения (пункт «09.» главного меню, пункт «DP» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении порога провала напряжения имеют следующий вид:





Изменение порога провала напряжения осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «DP» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

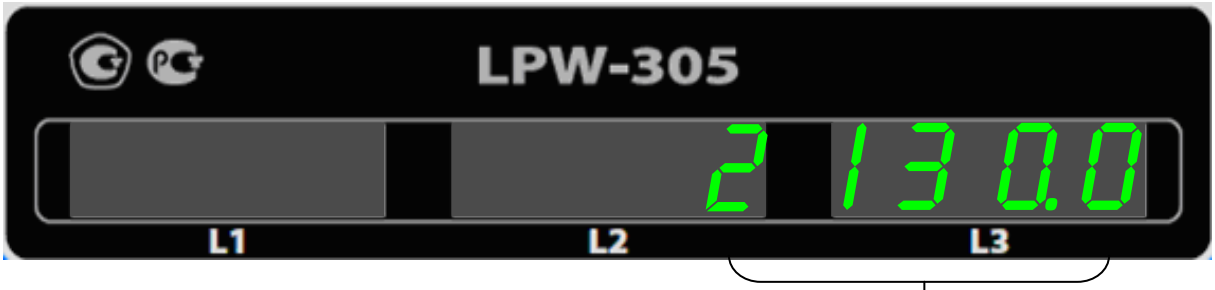
4) установить требуемое значение порога провала напряжения нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.15 Индикация и изменение поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения (пункт «09.» главного меню, пункт «KU» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения имеют следующий вид:



Поправочный коэффициент для результатов измерений напряжения – число в диапазоне от 1,0 до 6500,0; изменение – с шагом 0,1

Изменение поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «KU» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

4) установить требуемое значение поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.16 Индикация и изменение поправочного коэффициента для результатов измерений тока (пункт «09.» главного меню, пункт «KI» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении поправочного коэффициента для результатов измерений тока имеют следующий вид:

Изменение поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «KI» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

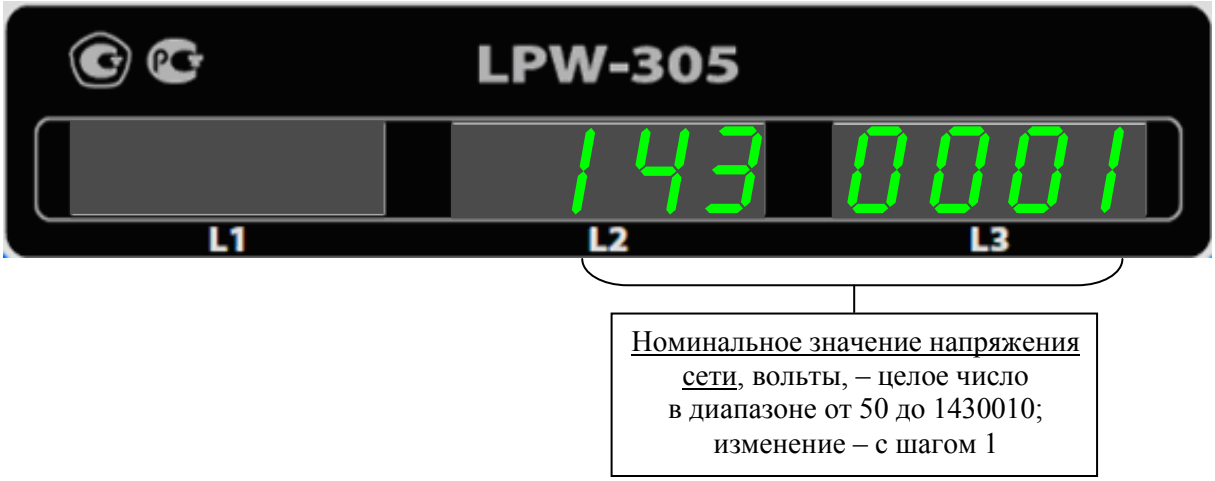
4) установить требуемое значение поправочного коэффициента для результатов измерений напряжения нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.3.24.17 Индикация и изменение номинального значения напряжения сети (пункт «09.» главного меню, пункт «UN» вложенного меню)

Состояния индикаторов при индикации и изменении поправочного коэффициента для результатов измерений тока имеют следующий вид:



Изменение номинального значения напряжения сети осуществляют в следующем порядке:

1) установить пункт «09.» главного меню, пункт «UN» вложенного меню;

2) нажать клавишу ВЫБОР;

3) убедиться в возможности начала редактирования – показание на индикаторе «L3» должно мигать;

4) установить требуемое номинальнot значенит напряжения сети нажатием клавиши «►» (прямой порядок перебора значений) или «▼» (обратный порядок перебора значений) и нажать клавишу ВЫБОР;

5) нажать клавишу ВЫБОР для подтверждения сделанного выбора и сохранения настройки;

6) при необходимости отмены ввода нажать клавишу СБРОС.

7.4 Возможные неисправности и рекомендации по их устранению

7.4.1 Перечень возможных неисправностей модификаций LPW-305 с креплением на DIN-рейке и рекомендации по их устранению приведены в таблице 19.

Таблица 19

Описание неисправности	Возможная причина неисправности	Рекомендации по устранению
Индикаторы не светятся	Не подано напряжение питания LPW-305	Проверить вольтметром напряжение в цепи подачи питания «220 В, 50 Гц, 20 В·А 1», «220 В, 50 Гц, 20 В·А 2».
	LPW-305 перешёл в копотребляющий режим работы (п.3.4.1.2). знак перехода в этот режим – свечение только одного светодиода "Rx" на передней панели LPW-305	Причиной перехода в низкопотребляющий режим является долговременное перенапряжение по цепи питания LPW-305, повышенная температура окружающей среды, либо сочетание этих факторов. В низкопотреляющем режиме при погашенных индикаторах все остальные штатные функции LPW-305 нормально выполняются. Возврат из низкопотребляющего режима произойдёт автоматически по мере остывания радиатора блока питания LPW-305
Нет связи с компьютером по интерфейсу Ethernet	Нет физического соединения LPW-305 с компьютером	Проверить подключение разъёма «Ethernet». Воспользоваться командой «ping» хост-компьютера для проверки физического соединения
	Неправильно заданы IP-адрес и маски подсети в LPW-305	Правильно задать IP-адрес и маски подсети в LPW-305, воспользовавшись меню LPW-305
	Не задан тип интерфейса Ethernet в меню LPW-305	Задать тип интерфейса Ethernet в меню LPW-305
Нет связи по интерфейсу RS-232 или RS-485 с компьютером	Требуемый интерфейс не подключен	Проверить подключение требуемого интерфейса
	Неправильно задан адрес устройства	Правильно задать адрес устройства, воспользовавшись меню LPW-305
	Не задан тип требуемого интерфейса	Задать тип требуемого интерфейса, воспользовавшись меню LPW-305
	Не задана скорость передачи и количество стоп-бит	Задать скорость передачи и количество стоп-бит, воспользовавшись меню LPW-305

7.4.2 Перечень возможных неисправностей LPW-305-7 и рекомендации по их устранению приведены в таблице 20.

Таблица 20

Описание неисправности	Возможная причина неисправности	Рекомендации по устранению
Индикаторы не светятся	Не подано напряжение питания LPW-305-7	Проверить вольтметром наличие напряжения переменного тока 220 В, 50 Гц на входе блока питания LPW-305-7.
		Проверить вольтметром наличие напряжения постоянного тока 12 В на выходе блока питания LPW-305-7
Нет связи с компьютером по интерфейсу Ethernet	Нет физического соединения LPW-305 с компьютером	Проверить подключение разъёма «Ethernet». Воспользоваться командой «ping» хост-компьютера для проверки физического соединения
	Неправильно заданы IP-адрес и маски подсети в LPW-305	Правильно задать IP-адрес и маски подсети в LPW-305, воспользовавшись меню LPW-305
	Не задан тип интерфейса Ethernet в меню LPW-305	Задать тип интерфейса Ethernet в меню LPW-305

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА

8.1 **ВНИМАНИЕ:** при проведении технического обслуживания необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в разделе 5.

8.2 Техническое обслуживание LPW-305 проводится перед проведением его поверки и включает в себя:

1) проведение технического осмотра;

2) выполнение самодиагностики;

3) очистку клавиш и индикаторов от пыли и грязи;

4) очистку контактов клеммных соединителей в случае появления на них окисных пленок;

5) проверку крепления клеммных соединителей;

6) замену элемента питания LPW-305.

8.3 Поверка LPW-305 проводится в соответствии с нормативным документом – методикой поверки ДЛИЖ.411722.0001 МП «Измерители электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрические LPW-305», утверждённой ООО «ИЦРМ».

Межповерочный интервал – три года.

9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

9.1 Транспортирование LPW-305 должно производиться в закрытых транспортных средствах любого вида при относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре 25 °С; температуре окружающей среды от минус 25 до плюс 60 °С для всех модификаций, кроме LPW-305-7 с характеристической буквой «В» в обозначении; температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 60 °С для LPW-305-7 с характеристической буквой «В» в обозначении.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования LPW-305 не должны подвергаться резким ударам и воздействиям атмосферных осадков.

Транспортирование должно производиться в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на конкретном виде транспорта.

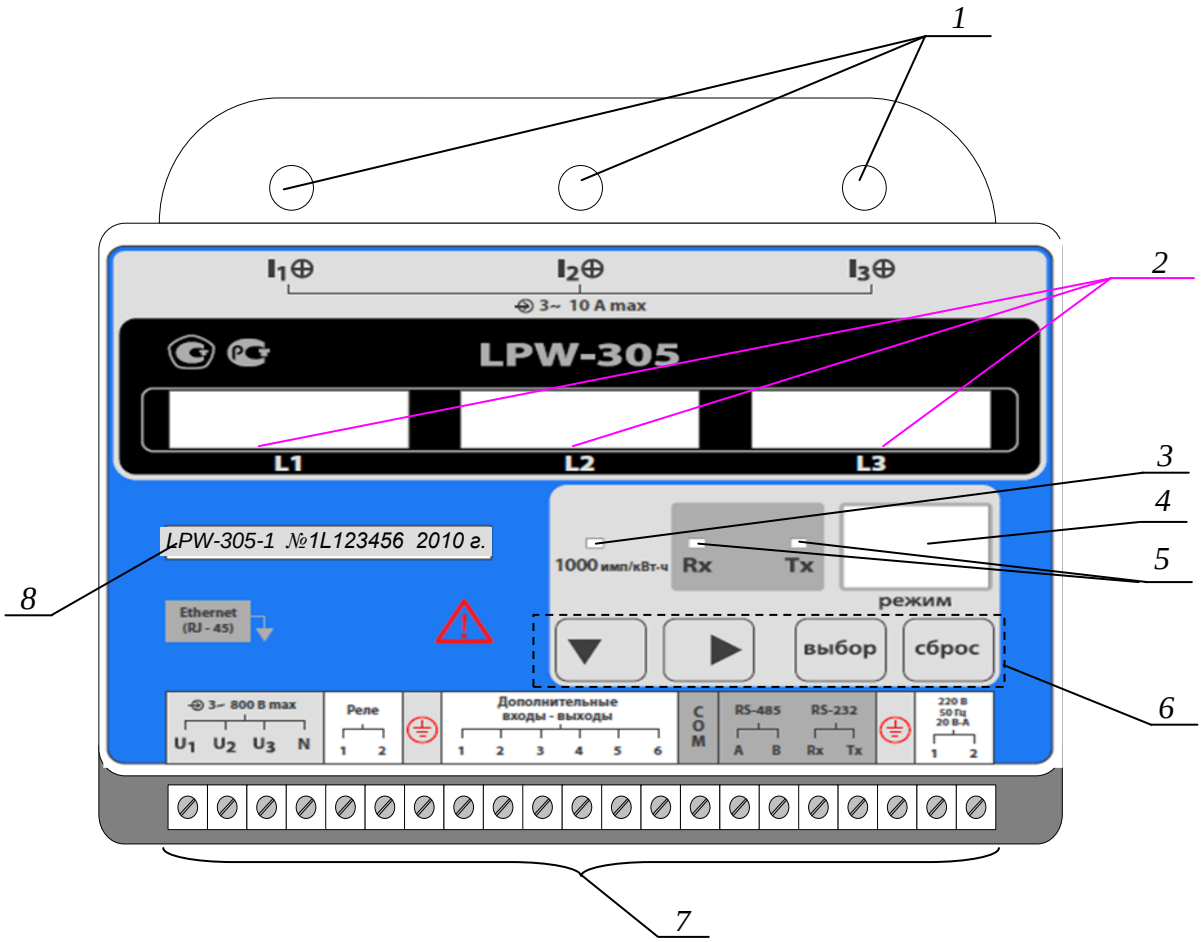
9.2 LPW-305 должны храниться при температуре от 0 до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 35 °С.

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержания коррозионноактивных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ВНЕШНИЙ ВИД LPW-305



1 – сквозные отверстия для подключения измерительных входов тока LPW-305 к внешним цепям;

2 – светодиодные индикаторы для отображения результатов измерений и служебной информации;

3 – оптический испытательный выход;

4 – светодиодный индикатор для отображения дополнительной информации;

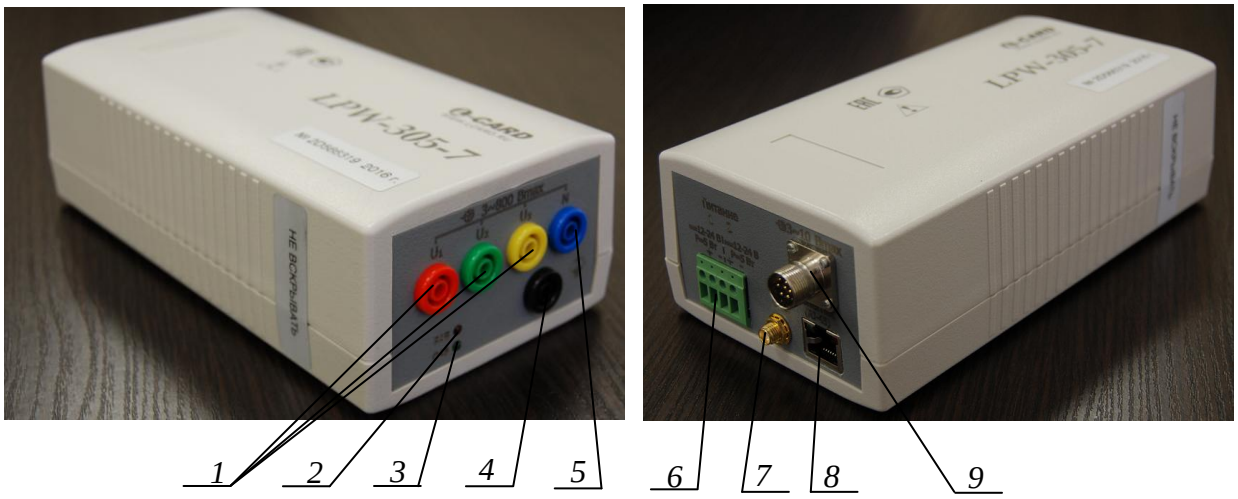
5 – светодиодные индикаторы наличия обмена по интерфейсам RS-232, RS-485 («Rx» – прием информации; «Tx» – передача информации);

6 – клавиатура;

7 – винтовые клеммные соединители для подключения измерительных входов напряжений, цепи питания, интерфейсов, цепи заземления и управления;

8 – место нанесения маркировки с обозначением модификации, заводского номера и года изготовления

Рисунок А.1 – Внешний вид LPW-305 с креплением на DIN-рейке



1 – гнёзда для подключения измеряемых фазных напряжений;
2 – светодиодный индикатор «РАБ» для (подключение напряжения питания);
3 – светодиодный индикатор «ФАЗ» (правильность подключения фазных напряжений);
4 – гнездо защитного заземления;
5 – гнездо для подключения нейтрали трёхфазной сети;
6 – винтовые клеммные соединители для подключения напряжения питания;
7 –разъём «GPS» для подключения выносной антенны системы GPS;
8 – разъём для подключения интерфейса Ethernet;
9 – разъём для подключения токовых клещей (LPW-305-7 с характеристической буквой А в обозначении) и вывода сигнала текущего времени из LPW-305-7

Рисунок А.2 – Внешний вид модификации LPW-305-7

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ LPW-305 К ВНЕШНИМ ЦЕПЯМ

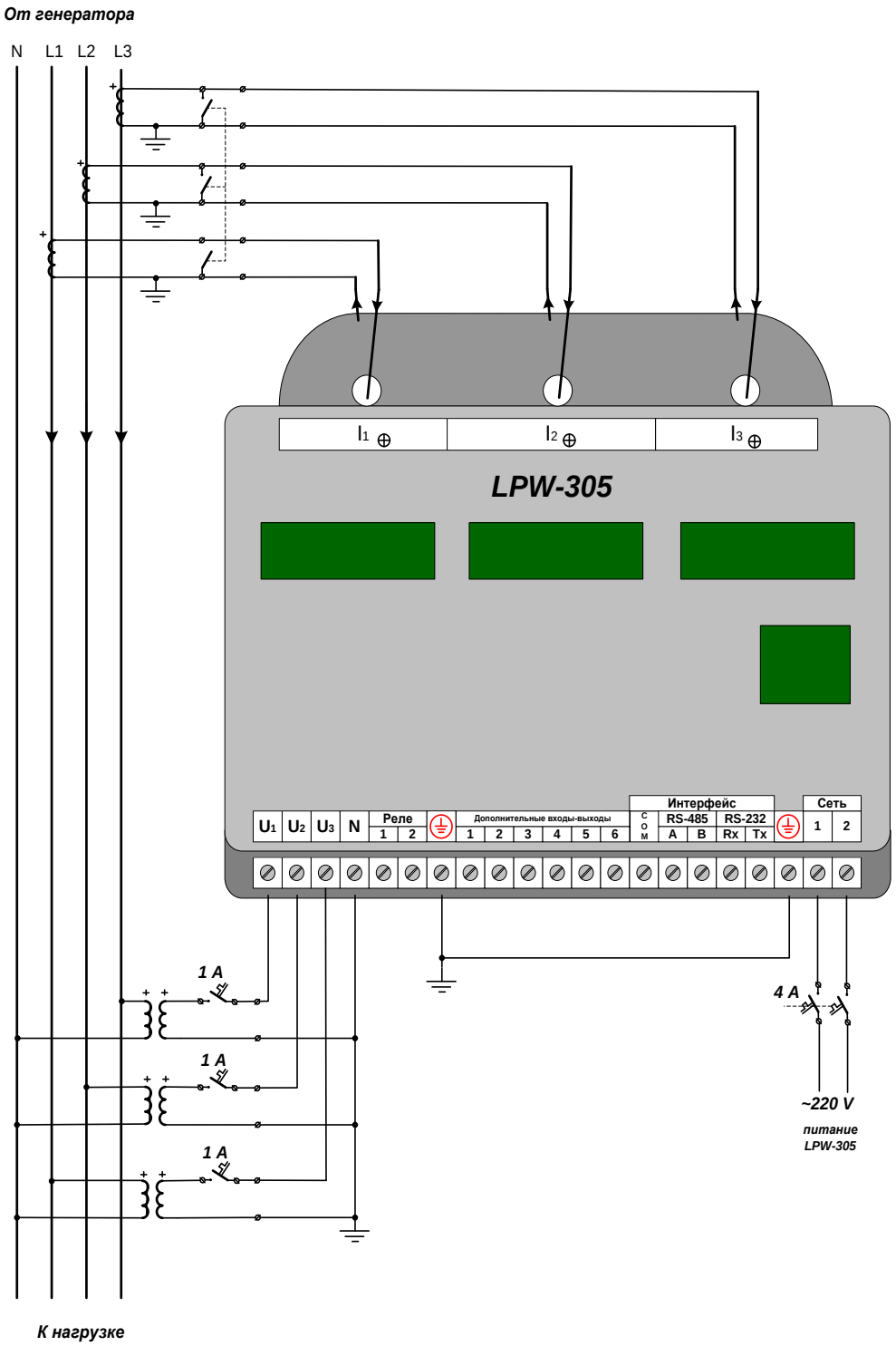


Рисунок Б.1 –Схема четырёхпроводного подключения с тремя ТТ и тремя ТН, подключёнными «звездой», для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

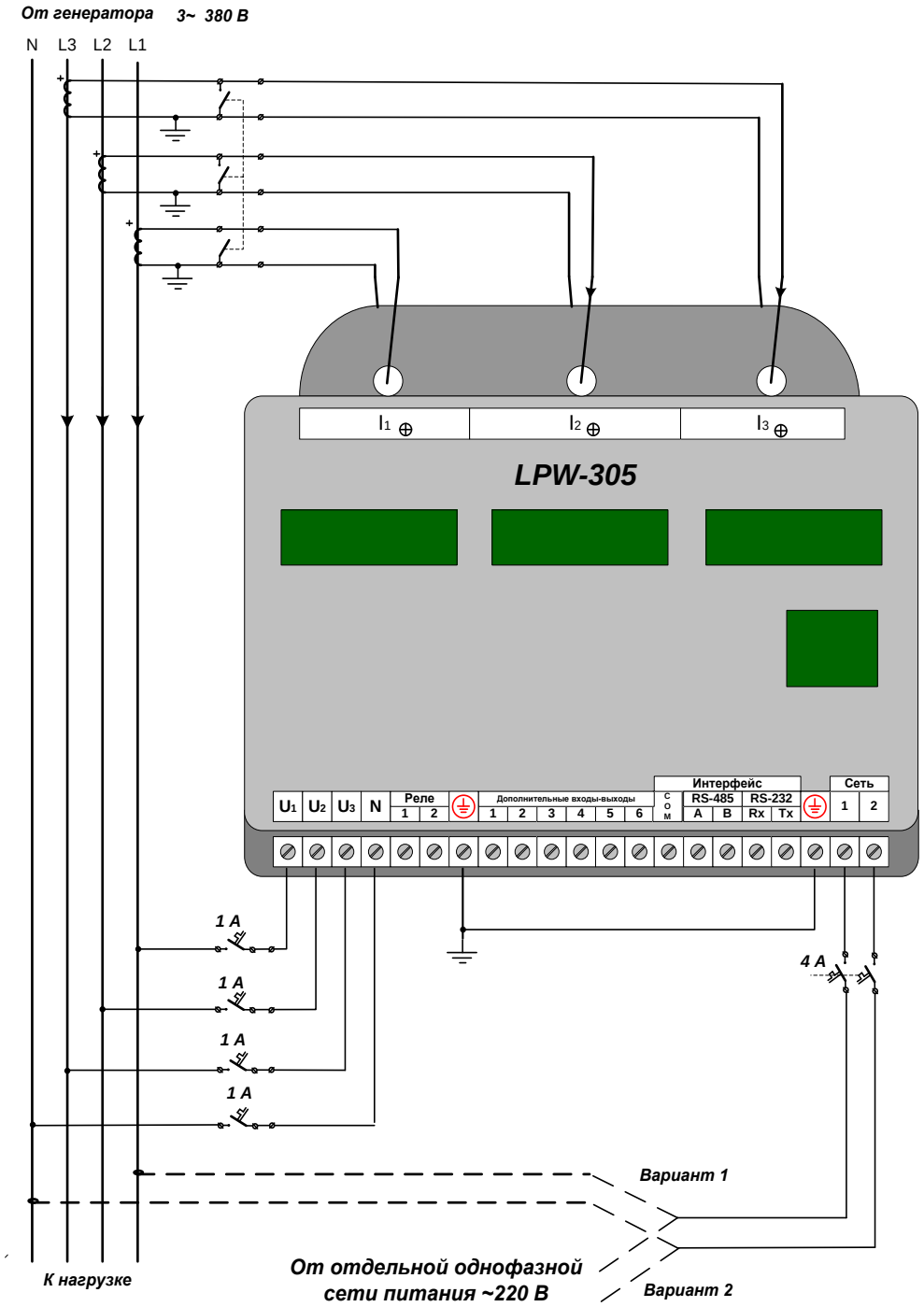


Рисунок Б.2 – Схема четырёхпроводного подключения с тремя ТТ и двумя вариантами питания: от отдельной сети, либо от одной из фаз цепи измерения напряжений для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

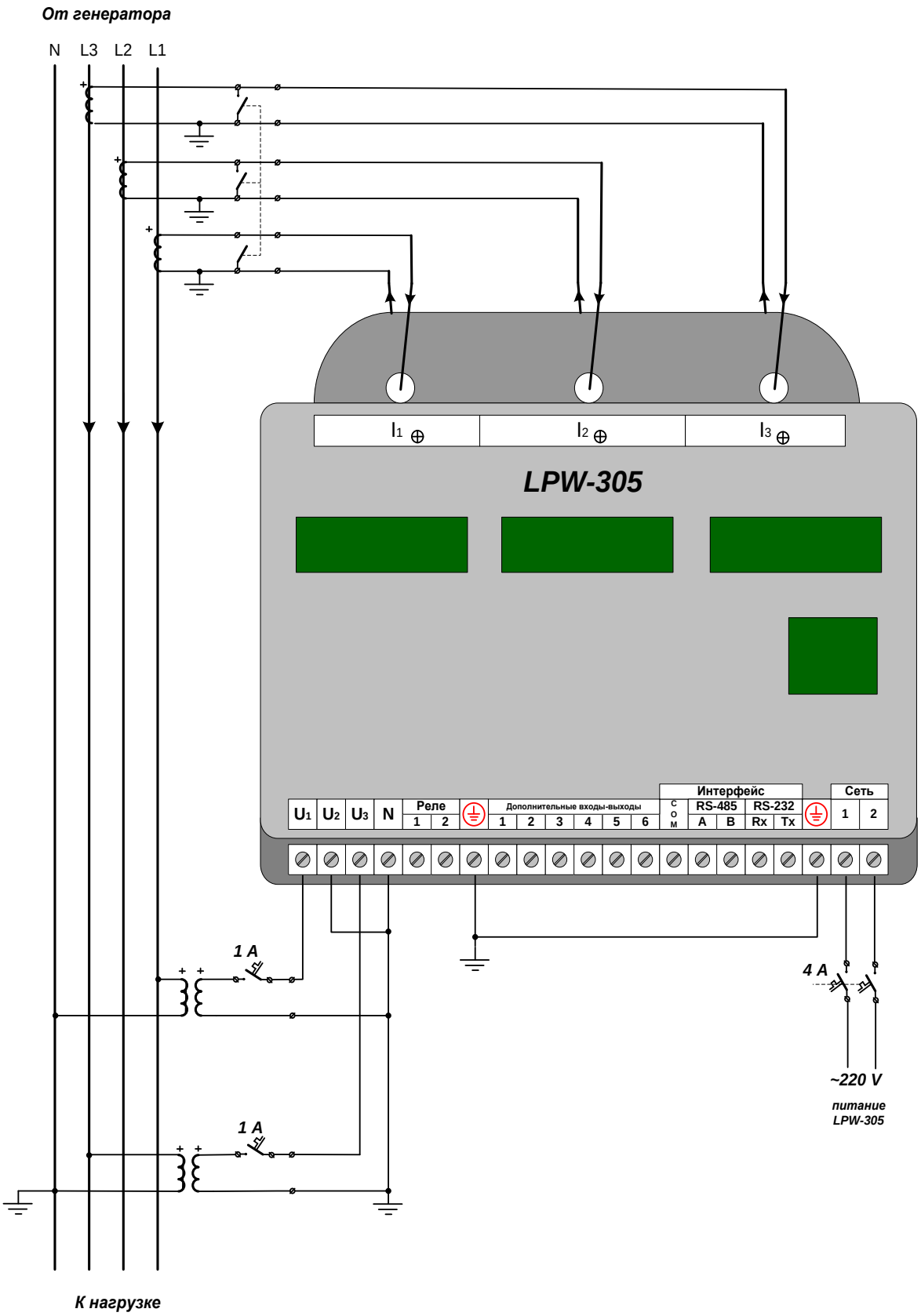


Рисунок Б.3 – Схема четырёхпроводного подключения с тремя ТТ и двумя ТН, подключёнными «звездой», для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

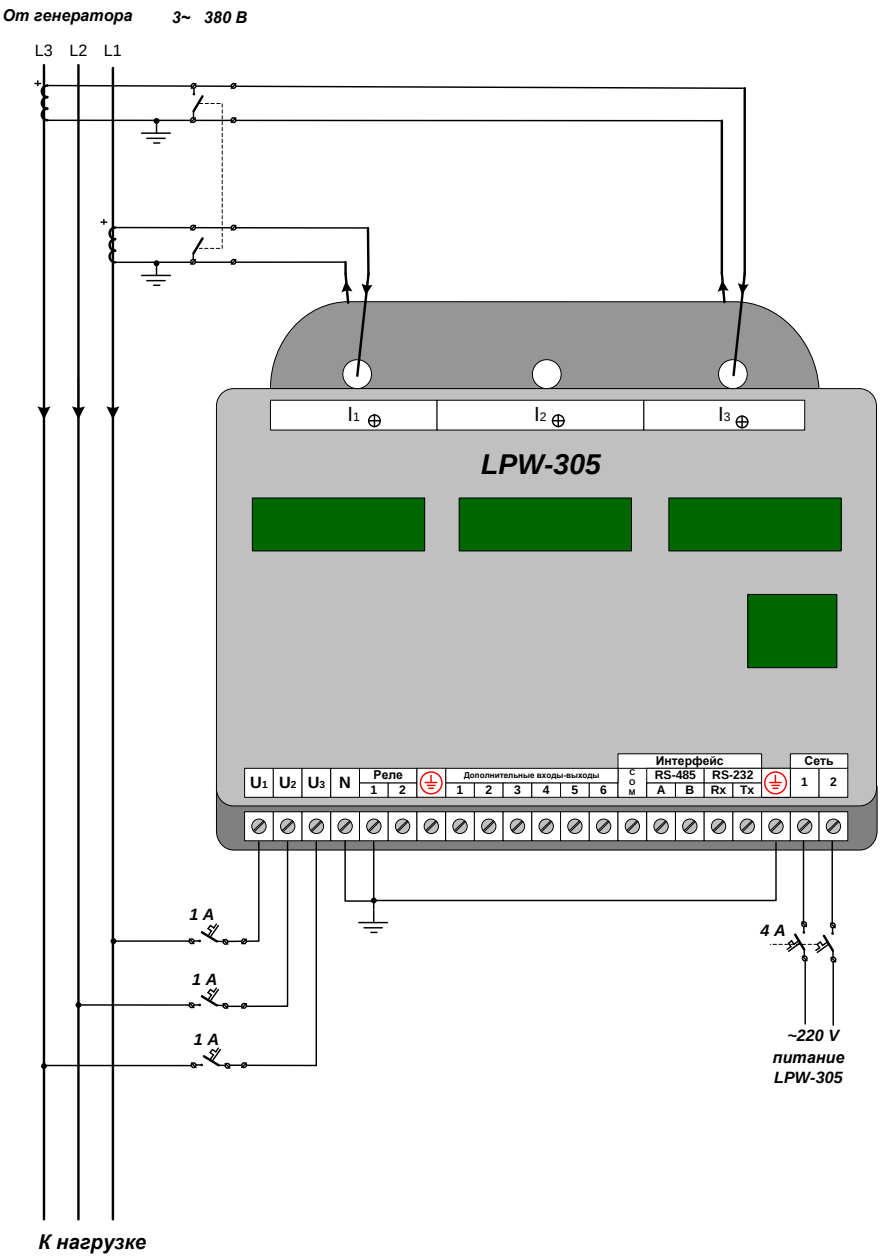


Рисунок Б.4 – Схема трёхпроводного подключения с двумя ТТ для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

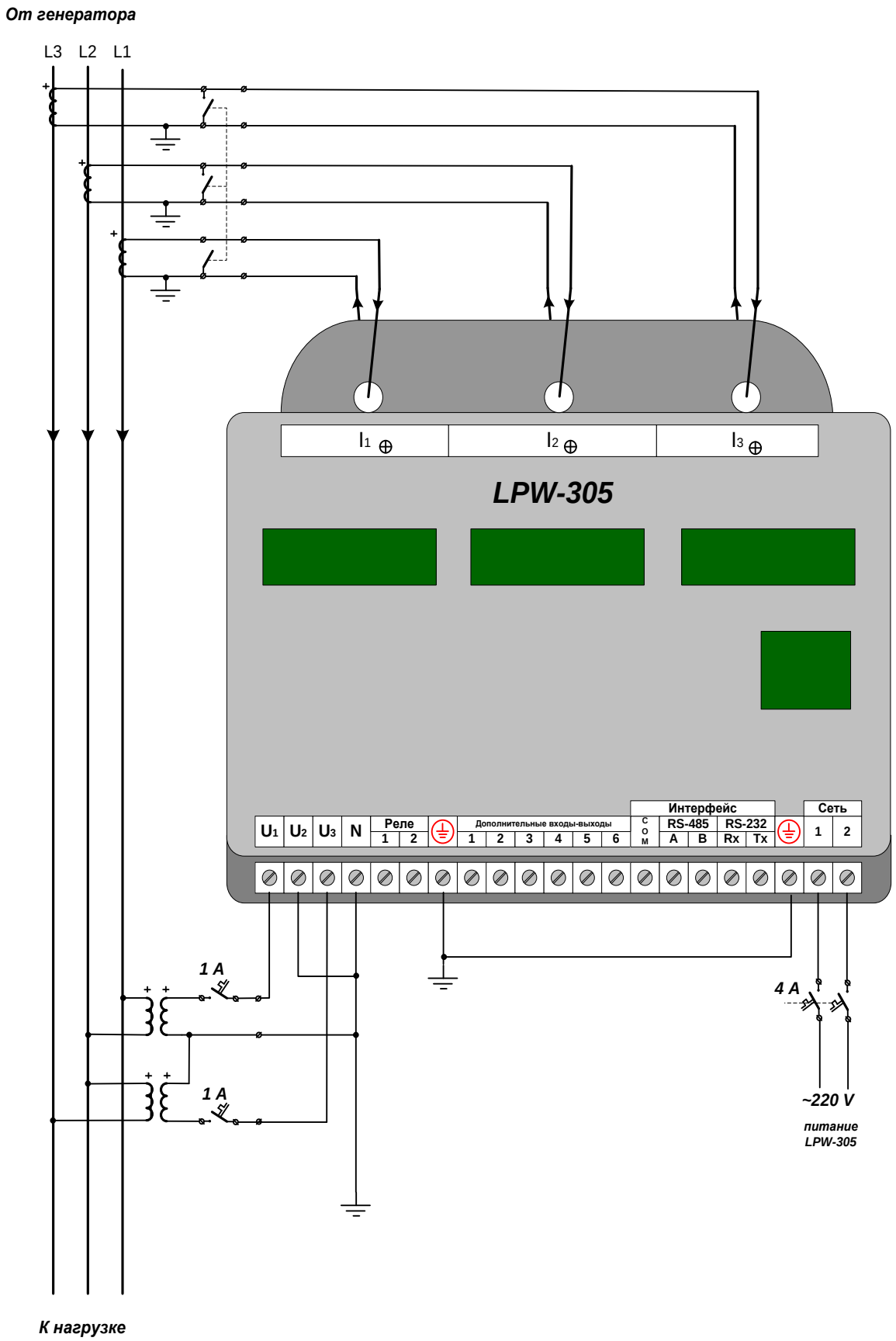


Рисунок Б.5 – Схема трёхпроводного подключения с тремя ТТ и двумя ТН, подключёнными «открытым треугольником», для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

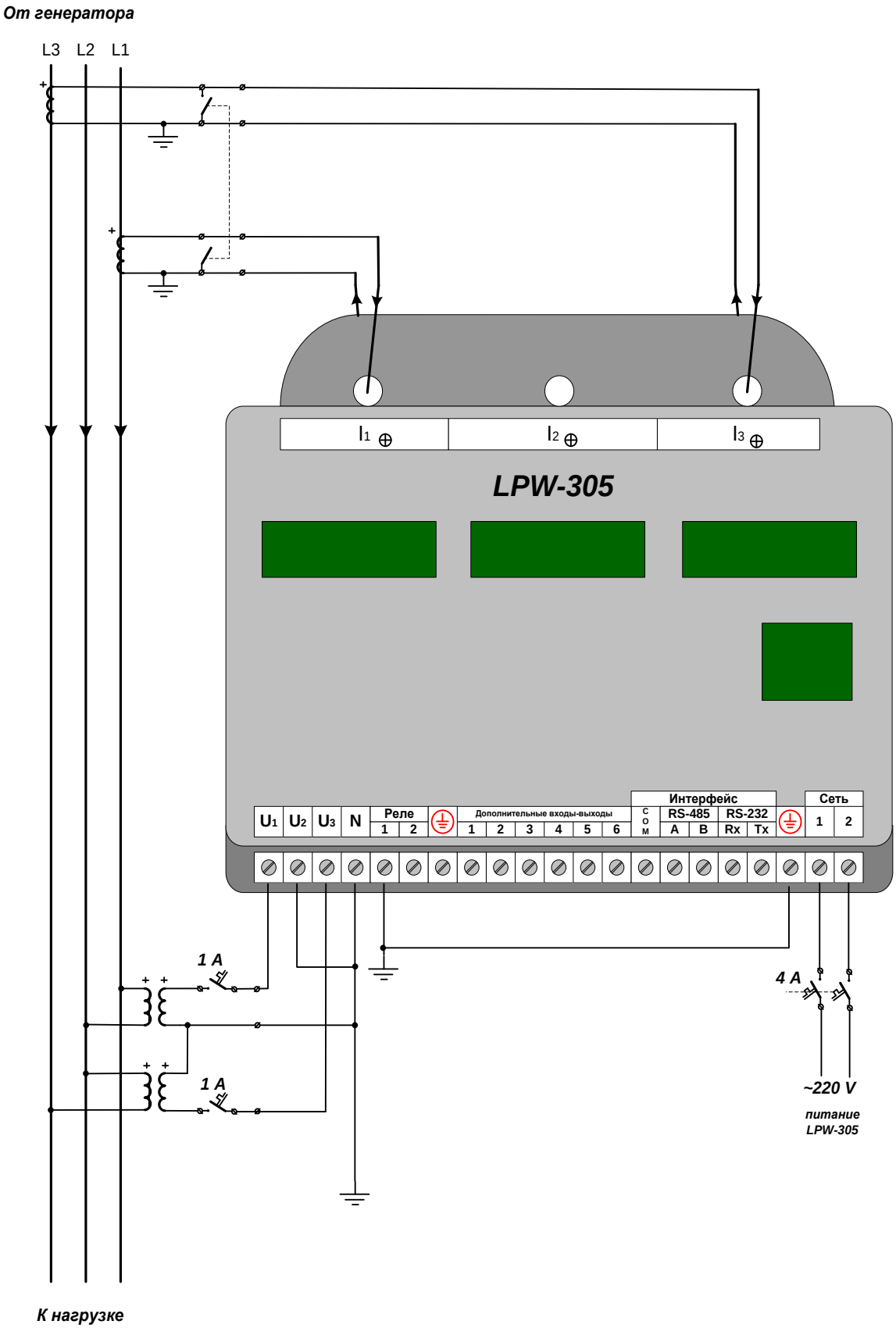


Рисунок Б.6 – Схема трёхпроводного подключения с двумя ТТ и двумя ТН, подключёнными «открытым треугольником», для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

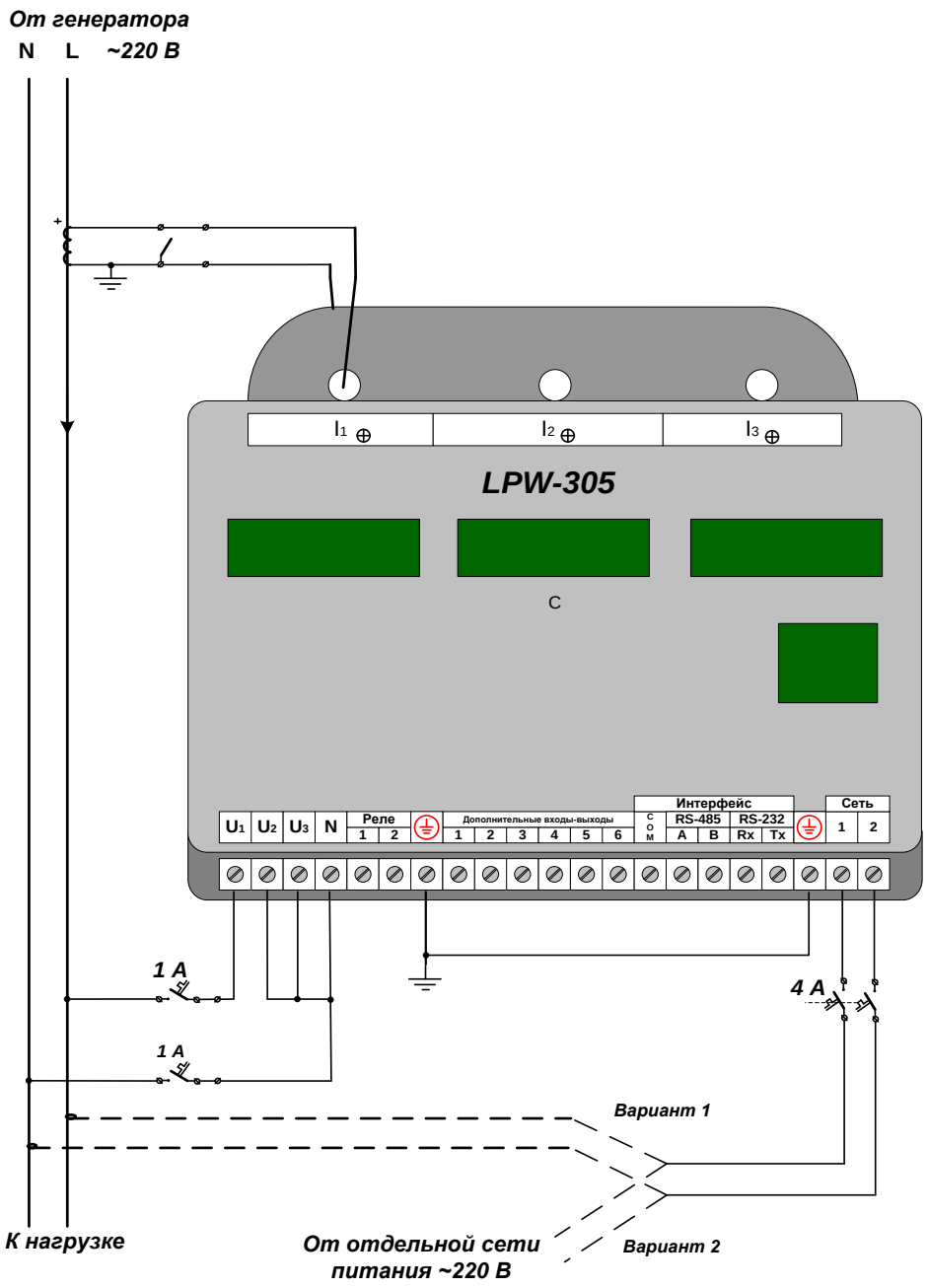


Рисунок Б.7 – Схема подключения в однофазную сеть с двумя вариантами питания: от отдельной сети, либо от цепи измерения для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

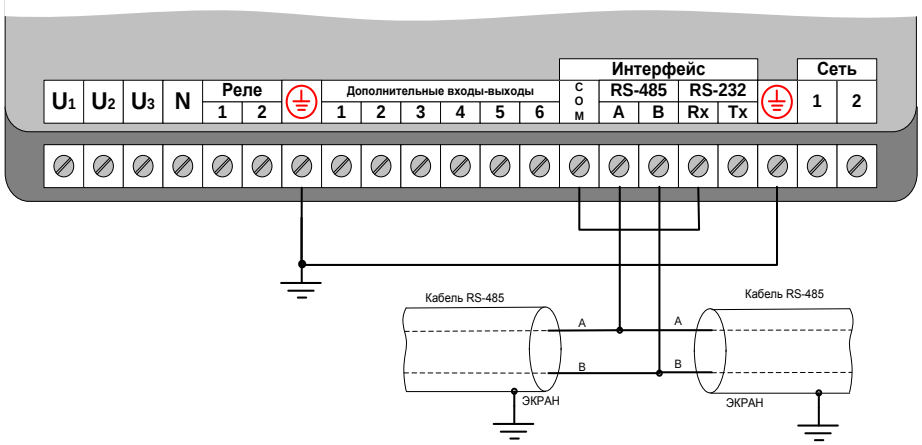


Рисунок Б.8 – Подключение LPW-305 с креплением на DIN-рейке к интерфейсу RS-485 в качестве проходного устройства

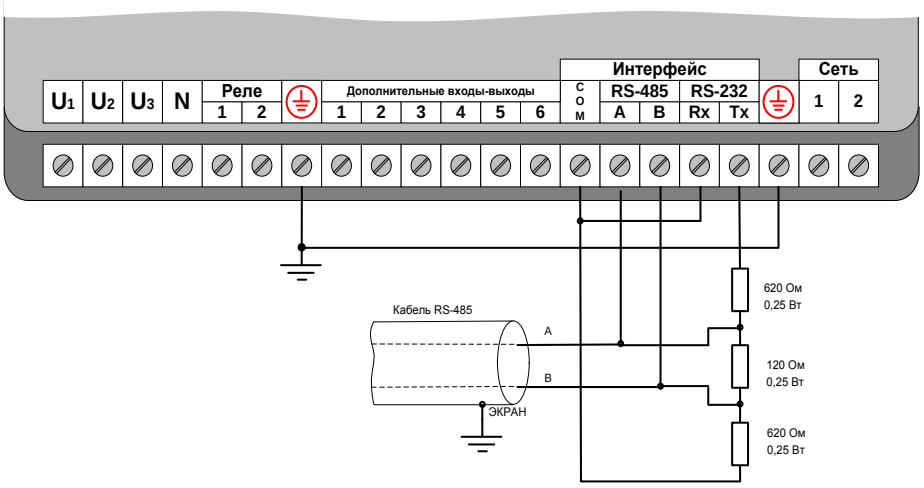


Рисунок Б.9 – Подключение LPW-305 с креплением на DIN-рейке к интерфейсу RS-485 в качестве оконечного устройства

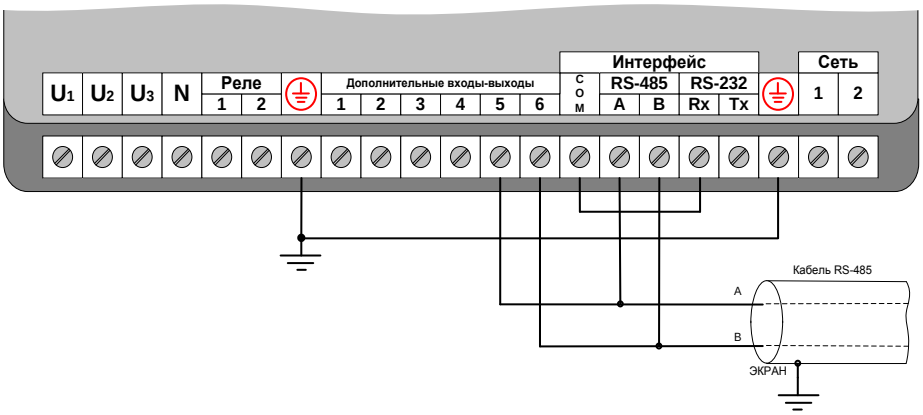


Рисунок Б.10 – Подключение модификаций LPW-305-2 и LPW-305-5 к линии интерфейса RS-485 в качестве устройства с нагрузкой линии 120 Ом

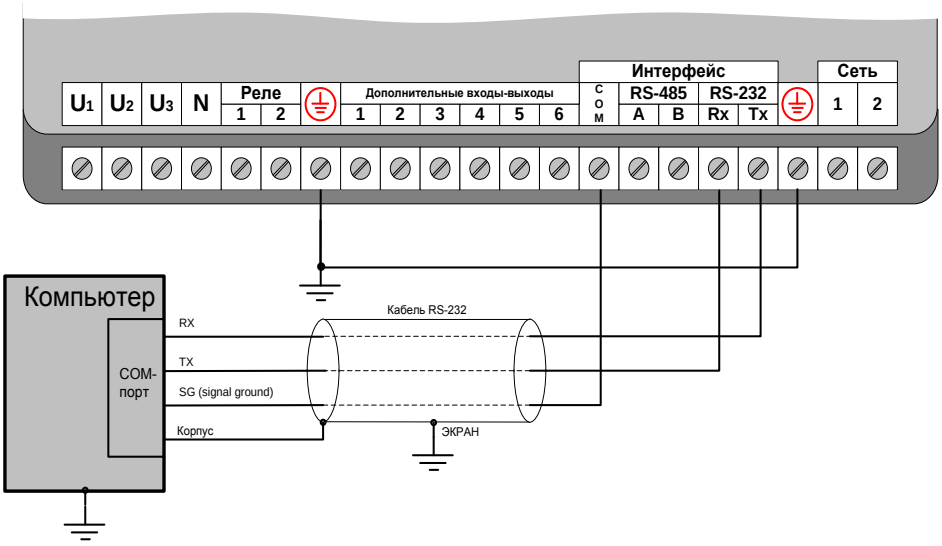


Рисунок Б.11 – Подключение LPW-305 для LPW-305 с креплением на DIN-рейке к интерфейсу RS-232

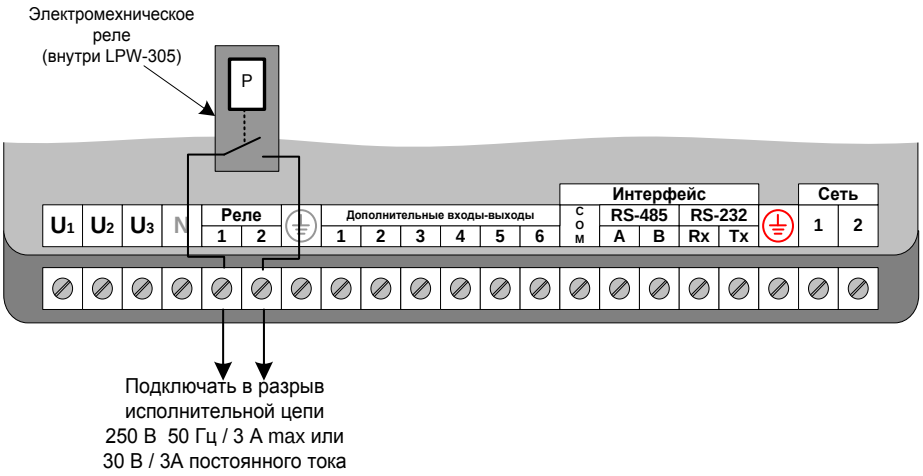


Рисунок Б.12 – Подключение к контактам электромеханического реле для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

Рисунок Б.13 – Подключение импульсного выхода оптореле LPW-305 с креплением на DIN-рейке к цепи переменного тока

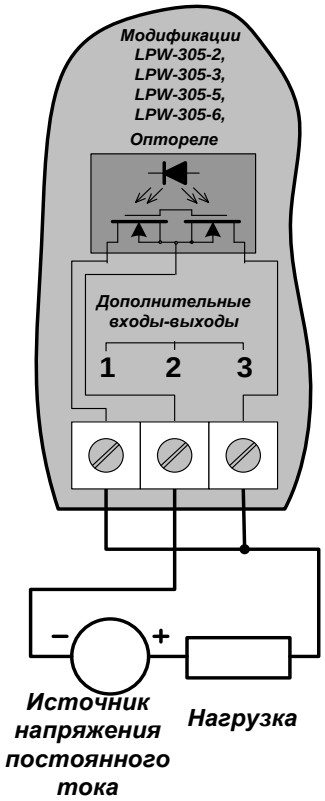


Рисунок Б.14 – Подключение импульсного выхода оптореле LPW-305 с креплением на DIN-рейке к цепи постоянного тока

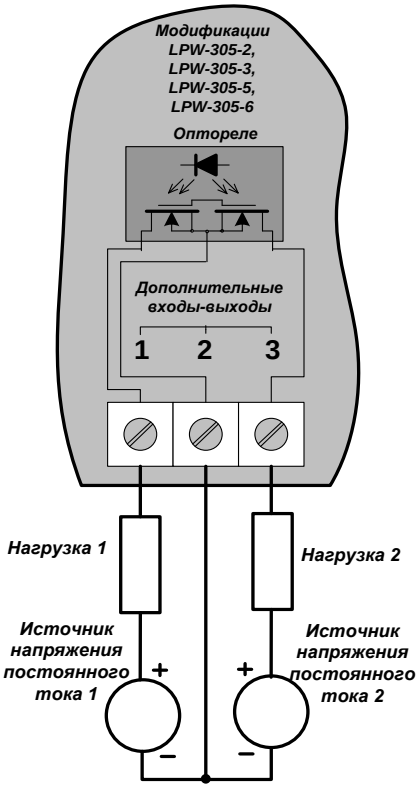


Рисунок Б.15 – Подключение импульсного выхода оптореле LPW-305 с креплением на DIN-рейке к двум цепям постоянного тока

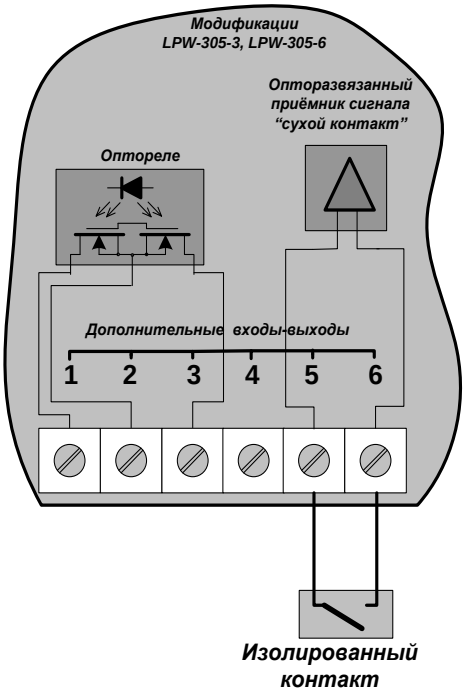


Рисунок Б.16 – Подключение механического контакта к дискретному входу LPW-305 с креплением на DIN-рейке

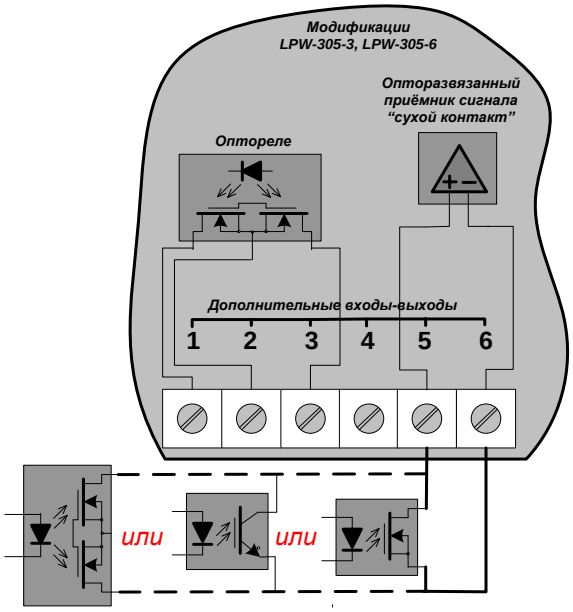


Рисунок Б.17– Варианты подключения «электронных контактов» к дискретному входу LPW-305 с креплением на DIN-рейке

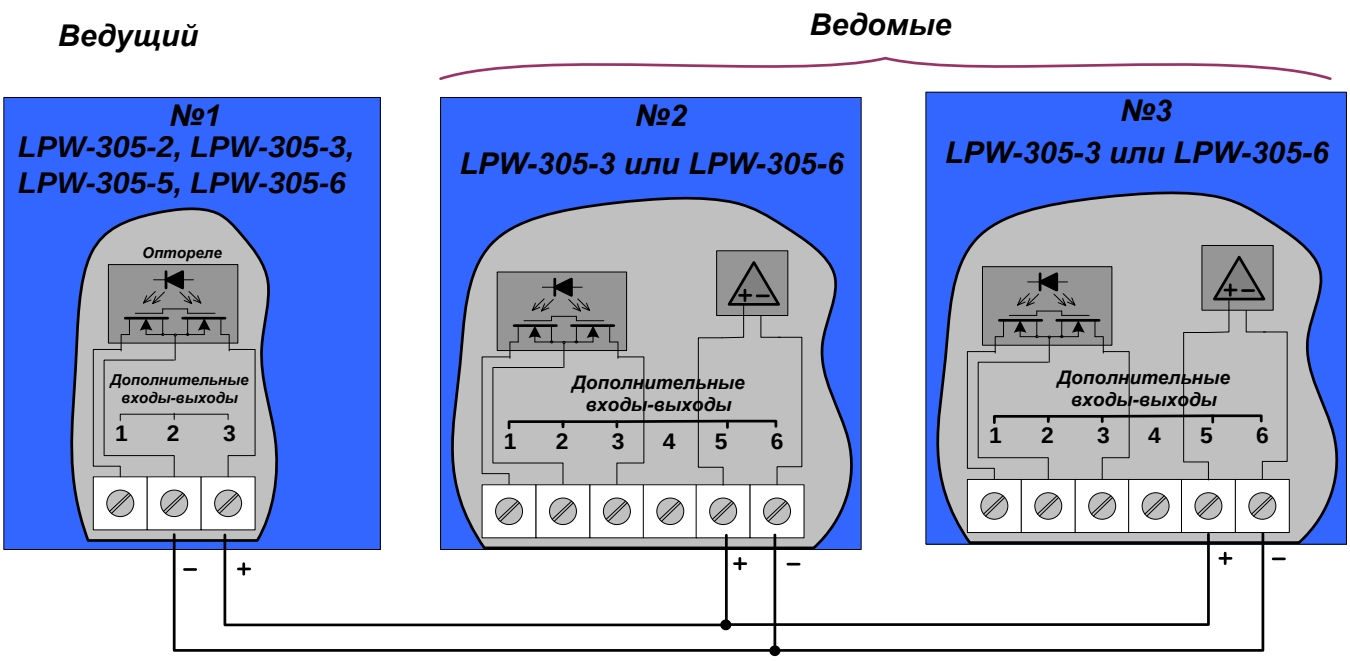


Рисунок Б.18 – Сигнализация по принципу «ведущий-ведомые» для LPW-305 с креплением на DIN-рейке

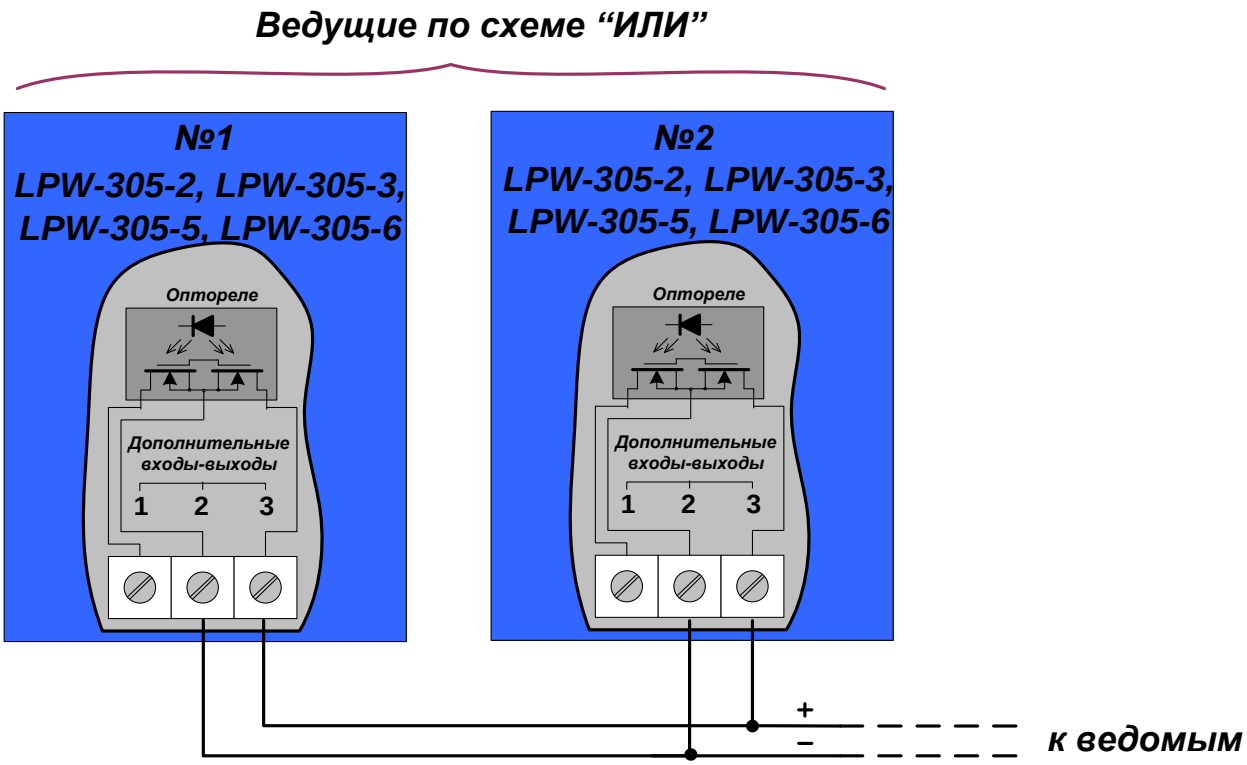


Рисунок Б.19 – Соединение ведущих LPW-305 с креплением на DIN-рейке в схеме сигнализация по принципу логического «ИЛИ»

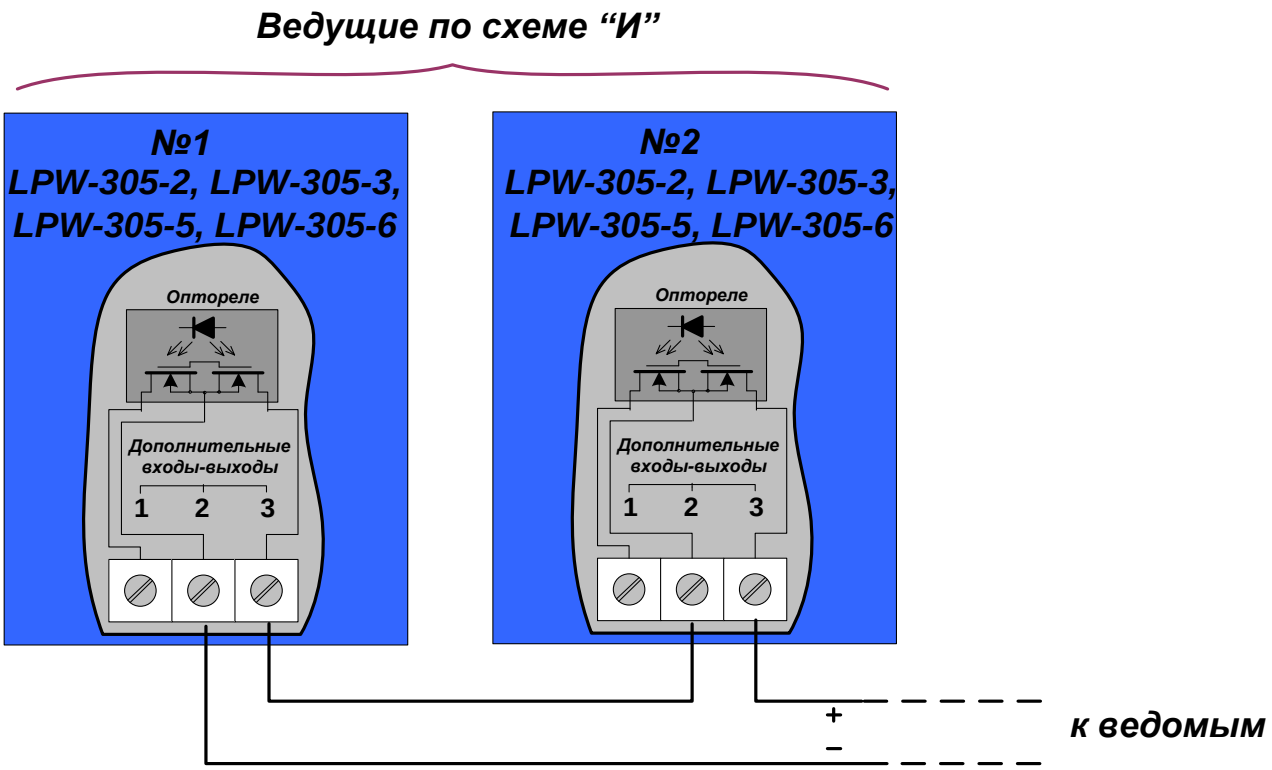


Рисунок Б.20 – Соединение ведущих LPW-305 с креплением на DIN-рейке в схеме сигнализация по принципу логического «И»

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам.инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

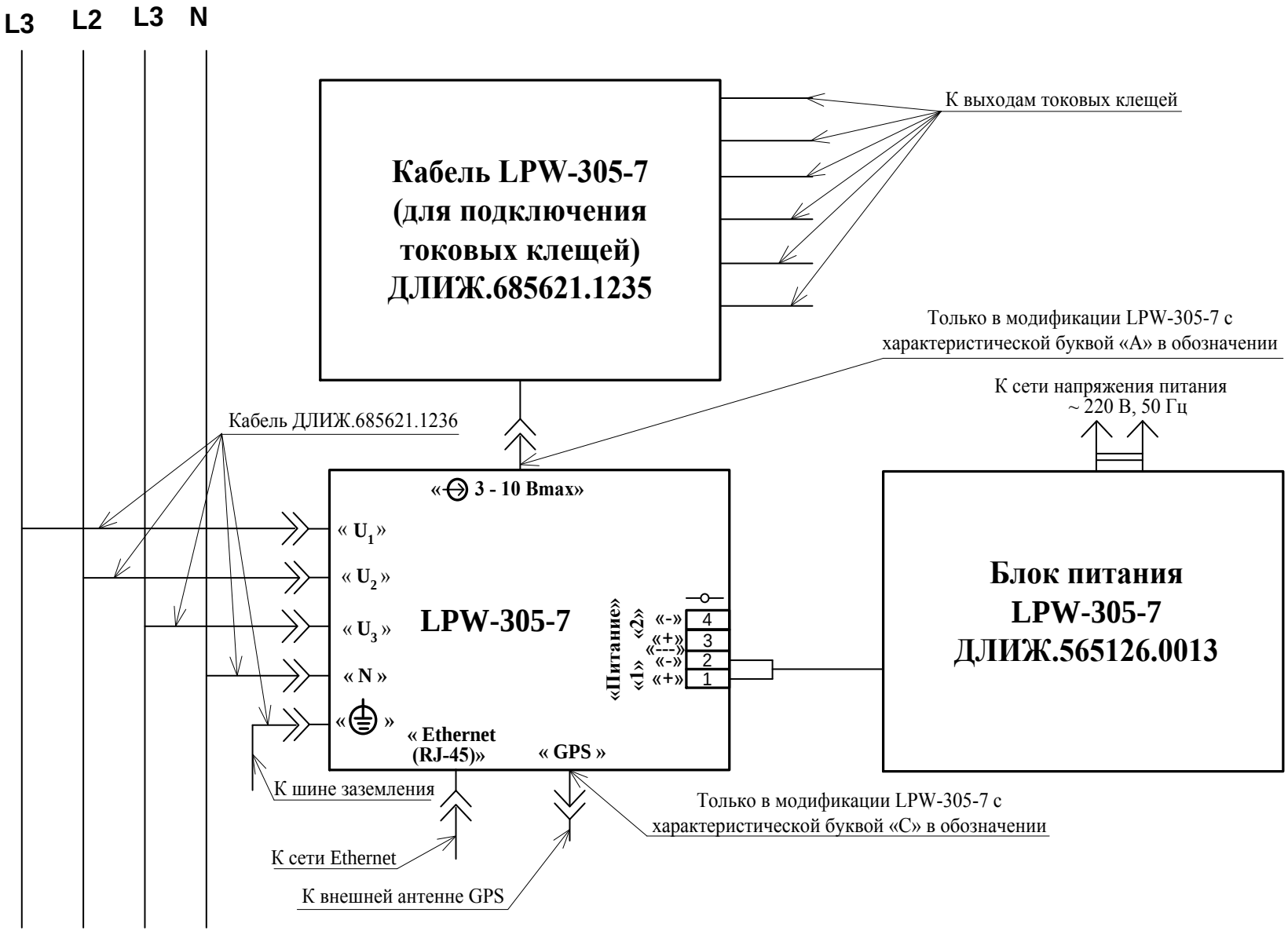


Рисунок Б.21- Схема электрическая структурная четырёхпроводного подключения LPW-305-7

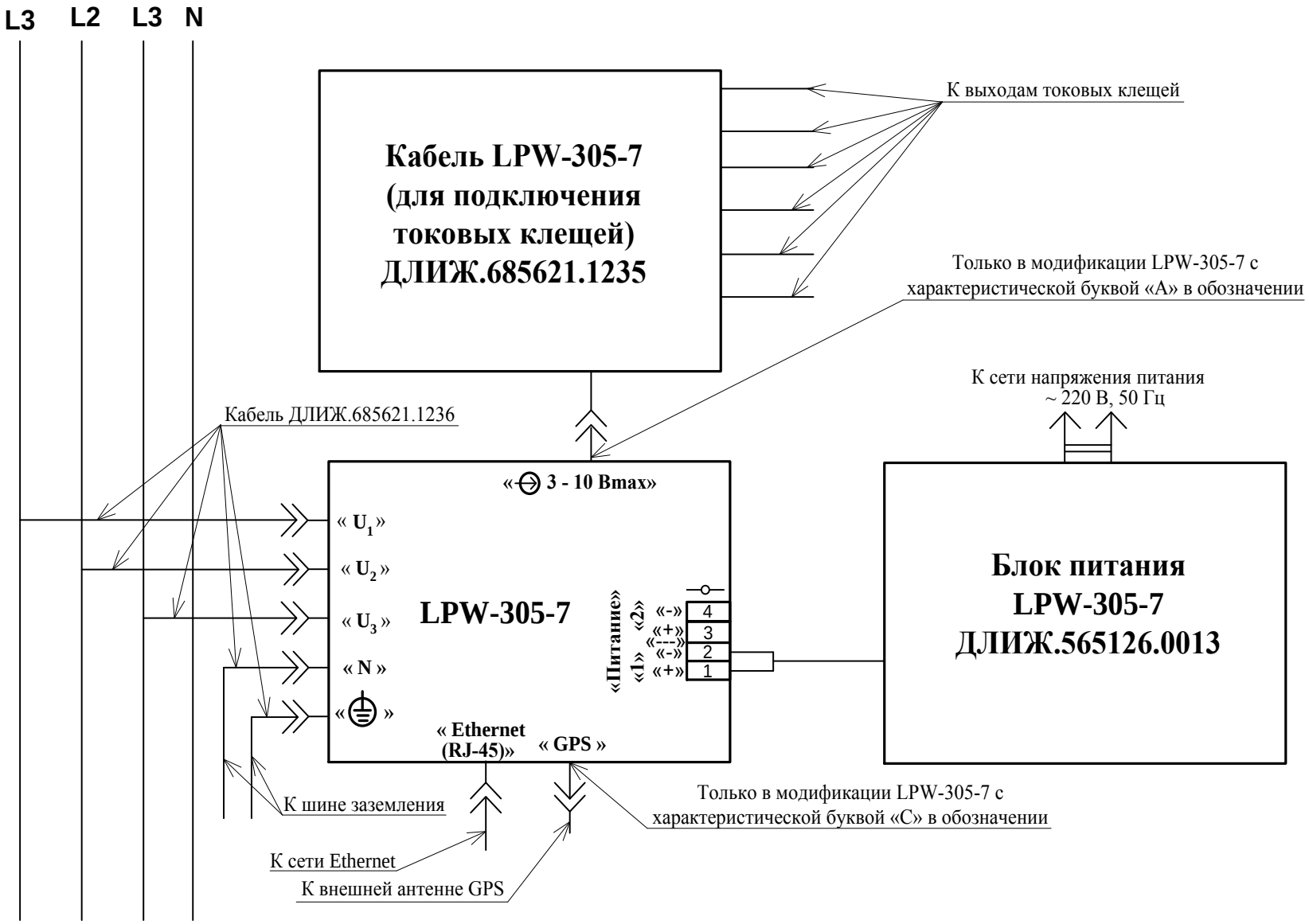


Рисунок Б.22- Схема электрическая структурная трёхпроводного подключения LPW-305-7

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ К-ФАКТОРА

Значение К-фактора K_f рассчитывается по формуле:

$$K_f = \sum_{i=1n} \quad [(I_i)^2 \times i^2], \qquad (B.1)$$

где n – количество учитываемых гармонических составляющих тока, n=25;

i – текущий номер гармонической составляющей, от 1 до n;

I_i – среднеквадратическое значение i-той гармонической составляющей тока в относительных единицах.

Сумма квадратов среднеквадратических значений гармонических составляющих тока в относительных единицах равна единице:

$$\sum_{i=1}^{n}[(I_i)^2] = 1. \qquad (B.2)$$

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (стр.) в докум	№ документа	Входящий № сопроводительного документа	Подпись	Дата
	Измен.	Замен.	Новых	Аннулированных					