

ОКПД 2: 26.51.43.120



**УСТАНОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
LTR**

Руководство по эксплуатации

ДЛИЖ.301422.0010 РЭ

Содержание

1 Назначение и состав	4
2 Технические характеристики	9
3 Устройство и работа	40
4 Маркировка и пломбирование	129
5 Меры безопасности	130
6 Использование по назначению	131
7 Порядок работы	135
8 Техническое обслуживание и поверка	137
9 Транспортирование и хранение	138
Приложение А (обязательное). Внешний вид LTR	139
Лист регистрации изменений	142

Инв.№ подл.	Подпись и дата				Инв.№ дубл.	Подпись и дата				
	Взам.инв.№					Взам.инв.№				
	Изм.					Изм.				
	Лист	Лист	№ докум.	Подпись		Дата	Лист	Лист	№ докум.	Подпись
ДЛИЖ.301422.0010 РЭ										Лист
										2

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с конструкцией, принципом действия, характеристиками и указаниями по правильной и безопасной эксплуатации установки измерительной LTR.

К эксплуатации LTR допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже III, удостоверение на право работы на электроустановках до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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

Инв.№ подл.	Подпись и дата		Инв.№ дубл.		Подпись и дата	
	Взам.инв.№		Инв.№ дубл.		Подпись и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	
						3

1 НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

1.1 Установки измерительные LTR (далее – установки LTR) предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока, силы постоянного и переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, частоты и сдвига фаз электрических сигналов, а также для воспроизведений различных электрических сигналов в высокопроизводительных системах сбора данных и управления объектами.

Основная область применения – на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских и учебных учреждениях.

Принцип действия установок LTR основан на аналого-цифровом преобразовании входных электрических сигналов и цифро-аналоговом преобразовании выходных электрических сигналов. Установки LTR представляют собой модульную конструкцию, состоящую из прямоугольного корпуса с установленными в нем модулями.

Установки LTR выпускаются в модификациях и исполнениях, которые отличаются максимальным количеством устанавливаемых модулей, напряжением питания и типом интерфейса для связи с персональным компьютером.

В зависимости от назначения установки LTR комплектуются следующими модулями:

– модули измерительные LTR11 предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах (одноканальный или многоканальный режимы, соответственно);

– модули измерительные LTR114 предназначены для измерений напряжения постоянного тока или электрического сопротивления постоянному току в одном или нескольких измерительных каналах;

– модули измерительные LTR12 предназначены для измерений силы постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах;

– модули измерительные LTR210 предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока в одном или двух измерительных каналах;

– модули измерительные LTR212 (модификации LTR212M-1, LTR212M-2, LTR212M-3) предназначены для формирования напряжения питания и измерения напряжения разбаланса одного или нескольких мостов постоянного и переменного тока;

– модули измерительные LTR216 предназначены для измерений напряжения разбаланса между датчиками рабочих каналов и опорным датчиком, обеспечивая при этом формирование равных токов питания для датчиков рабочих каналов и опорного датчика;

– модули измерительные LTR22 предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах;

– модули измерительные LTR24 (модификации LTR24-1, LTR24-2) предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах с возможностью измерений переменной составляющей напряжения с выходов ИСР-датчиков (только для модификации LTR24-2), а также для измерений угла фазового сдвига между сигналами в разных каналах;

Изнв.№ подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изнв. № дубл.

Изнв.№ подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
							4

– модули измерительные LTR25 предназначены для измерений переменной составляющей напряжения с выходов ИСР-датчиков в одном или нескольких измерительных каналах, а также для измерений угла фазового сдвига между сигналами в разных каналах;

– модули измерительные LTR27 являются носителями преобразователей измерительных Н-27 (далее – преобразователей Н-27), предназначенных для измерений напряжения или силы постоянного тока, или электрического сопротивления постоянному току;

– модули измерительные LTR51 являются носителями преобразователей измерительных Н-51 (далее – преобразователей Н-51), предназначенных для измерений частоты синусоидальных или периодических импульсных сигналов;

– модули-генераторы сигналов LTR34 (модификации LTR34-4, LTR34-8) предназначены для воспроизведений напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких каналах;

– модули-генераторы сигналов LTR35 (модификации LTR35-1-4, LTR35-1-8, LTR35-2-4 и LTR35-2-8) предназначены для воспроизведений напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких каналах;

– модули управления LTR41 предназначены для ввода и вывода цифровых сигналов посредством 16 дискретных входов и двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод;

– модули управления LTR42 (модификации LTR42, LTR42-1) предназначены для управления электрическими цепями посредством 16 электронных ключей управления и двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод;

– модули управления LTR43 (модификации LTR43, LTR43-0) предназначены для ввода и вывода цифровых сигналов посредством 32 цифровых линий ввода-вывода, образующих четыре восьмиразрядные группы, с групповой конфигурацией на ввод или вывод и двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод.

Максимальное количество модулей в составе установки LTR определяется ее исполнением (см. рисунок 1).

Конкретный набор измерительных преобразователей для модулей измерительных LTR27 и LTR51 определяется при заказе из следующего перечня:

– Н-27U01, Н-27U10, Н-27U20, Н-27Т, Н-27I5, Н-27I10, Н-27I20, Н-27R100, Н-27R250 для модуля измерительного LTR27;

– Н-51FH, Н-51FL для модуля измерительного LTR51.

Максимальное количество преобразователей в составе модуля измерительного – 8 шт.

Примеры записи обозначения:

– «Установка измерительная LTR-EU-16-1 ДЛИЖ.301422.0010 ТУ»;

– «Установка измерительная LTR-CEU-1-4 ДЛИЖ.301422.0010 ТУ»;

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Изн.№ дубл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Изн.№ дубл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

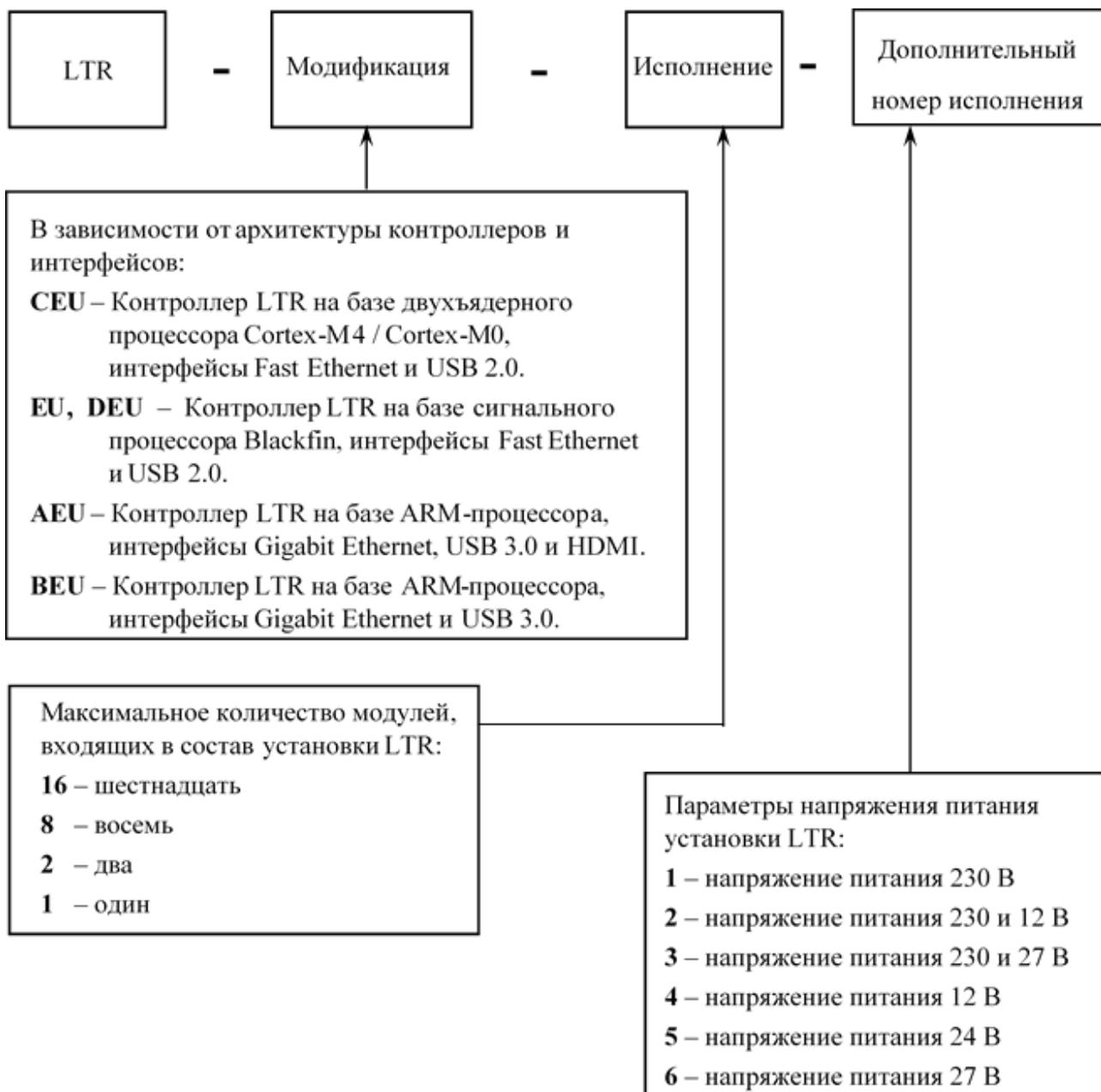


Рисунок 1 – Модификации и исполнения установок LTR

1.2 LTR удовлетворяет требованиям ГОСТ 22261-94, ГОСТ 14014-91, ГОСТ 30605-98, технических условий ДЛИЖ.301422.0010 ТУ и комплекта конструкторской документации ДЛИЖ.301422.0010.

1.3 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.4 Рабочие условия применения – в соответствии с ГОСТ 22261-94, группа 3 с расширенным диапазоном рабочих температур:

- нижнее значение температуры окружающего воздуха плюс 5 °С;
- верхнее значение относительной влажности воздуха 90 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление от 70 до 106,7 кПа.

Но при этом:

- верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 50 °С.

1.5 Комплект поставки LTR приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Количество
Установка измерительная LTR	ДЛИЖ.301422.0010	1 шт. ¹⁾
Кабель USB A-B 28AWG 24AWG	–	1 шт.
Кабель Ethernet Patchcord 5e	–	1 шт.
Кабель питания	–	1 шт. ²⁾
Блок питания	ДЛИЖ.565126.0006	1 шт. ³⁾
Блок питания	ДЛИЖ.565126.0012	1 шт. ⁴⁾
Розетка DB-37F с кожухом	–	количество определяется при заказе ⁵⁾
Вилка кабельная MDN-9	–	1 шт.
Переходник LTR216-C15	ДЛИЖ.687281.0706-01	1 шт. ⁶⁾
Переходник LTR216-C16	ДЛИЖ.687281.0706-02	1 шт. ⁶⁾
Плата-мезонин LTR212H	ДЛИЖ.687281.0565	1 шт. ⁷⁾
Кабель RS-485/422-UART	ДЛИЖ.685621.0954	1 шт. ⁸⁾
Кабель LTR-JTAG	ДЛИЖ.685622.0203	1 шт. ⁸⁾
Синфазный фильтр LTR-CMF	ДЛИЖ.685625.0057	количество определяется при заказе ⁸⁾
Переходник DB-37F	ДЛИЖ.687281.0065	
Крепление DIN-LTR2	ДЛИЖ.305619.0011	1 шт. ⁹⁾
Установка измерительная LTR. Паспорт	ДЛИЖ.301422.0010 ПС	1 экз. ¹⁰⁾

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						7

Продолжение таблицы 1

Диск CD-ROM с данными: – руководство по эксплуатации – методика поверки – руководство программиста – программное обеспечение	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ ДЛИЖ.301422.0010 М П – –	1 шт. ¹¹⁾
Упаковка	–	1 шт.

1) Наименования, модификации и количество модулей и преобразователей, входящих в состав установок LTR, определяются при заказе.
 2) Кабель питания поставляется только для установок LTR, имеющих дополнительный номер исполнения «1», «2», «3».
 3) Блок питания ДЛИЖ.565126.0006 поставляется только для установок LTR, имеющих дополнительный номер исполнения «5».
 4) Блок питания ДЛИЖ.565126.0012 поставляется только для установок LTR, имеющих дополнительный номер исполнения «4».
 5) Розетка DB-37F с кожухом поставляется для каждого модуля входящего в состав установки LTR, кроме модуля измерительного LTR210.
 6) Переходник поставляется для каждого модуля измерительного LTR216 входящего в состав установки LTR.
 7) Плата-мезонин LTR212Н поставляется для каждого модуля измерительного LTR212М-1 входящего в состав установки LTR.
 8) Поставляется по отдельному заказу.
 9) Поставляется только для установок LTR, имеющих номер исполнения «2».
 10) К паспорту на установку LTR прилагаются паспорта на модули, входящие в ее состав.
 11) Диск CD-ROM с данными поставляется по требованию заказчика.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 LTR обеспечивает измерение напряжения постоянного и переменного тока, силы постоянного и переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, частоты и сдвига фаз электрических сигналов, а также воспроизведение различных электрических сигналов. Технические характеристики входящих в состав LTR модулей приведены в пп.2.2 – 2.17.

2.2 Характеристики модулей измерительных LTR11

2.2.1 Модули измерительные LTR11 (далее – LTR11) предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах (одноканальный или многоканальный режимы, соответственно). Максимальное количество измерительных каналов – 16 в дифференциальной схеме подключения или 32 в схеме подключения с «общей землей».

2.2.2 LTR11 обеспечивают измерение напряжения в режимах работы и при выходном сопротивлении источника сигнала, указанных в таблице 2.

Таблица 2

Измеряемая величина	Режим работы LTR11	Выходное сопротивление источника сигнала
Напряжение постоянного тока	Одноканальный, частота преобразования АЦП от 1 до 400 кГц	Не более 5 кОм
	Многоканальный, частота преобразования АЦП 20 кГц	Активное, не более 5 кОм
Напряжение переменного тока	Частота преобразования АЦП от 20 до 400 кГц	Активное, не более 600 Ом

2.2.3 Диапазон измерений напряжения постоянного тока – от минус 10 до плюс 10 В.

2.2.4 LTR11 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений 10; 2,5; 0,6 или 0,15 В.

2.2.5 Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,02 до 199 кГц – от 1 мВ до 7 В.

Примечание – Пиковое значение измеряемого напряжения не должно превышать значение установленного предела измерений.

2.2.6 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока составляют:

- $\pm 0,05$ % для пределов измерений 2,5 В и 10 В;
- $\pm 0,1$ % для предела измерений 0,6 В;
- $\pm 0,5$ % для предела измерений 0,15 В.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Подпись и дата
Изн.№ дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						9

2.2.7 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока – согласно таблице 3.

Таблица 3

Диапазон частот входного сигнала, кГц	Частота преобразований АЦП, кГц	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока ¹⁾ , %, для пределов измерений		
		10 и 2,5 В	0,6 В	0,15 В
от 0,02 до 9/ <i>N</i> ²⁾	20	±0,15		±0,5
от 0,02 до 49/ <i>N</i>	100	±1,0		±10
от 0,02 до 199/ <i>N</i>	400	±5,0	±10	–

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока нормируются для сигналов, пиковые значения которых не превышают значение установленного предела измерений.
²⁾ *N* – количество опрашиваемых измерительных каналов.

2.2.8 Коэффициент подавления синфазных помех:

- не менее 70 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока (помеха прикладывается к входу относительно цепи «AGND» при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм);
- не менее 70 дБ для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно цепи «AGND» при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.2.9 Коэффициент подавления помех общего вида:

- не менее 100 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм);
- не менее 90 дБ для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.2.10 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.2.6, 2.2.7.

2.2.11 Входное электрическое сопротивление постоянному току в одноканальном режиме работы – не менее 10 МОм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.2.12 LTR11 устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом – напряжением постоянного тока:

- ± 27 В при включенном напряжении питания;
- ± 16 В при выключенном напряжении питания.

2.3 Характеристики модулей измерительных LTR114

2.3.1 Модули измерительные LTR114 (далее – LTR114) предназначены для измерений напряжения постоянного тока или электрического сопротивления постоянному току в одном или нескольких измерительных каналах в режимах работы «Постоянная автокалибровка» и «Начальная автокалибровка».

2.3.2 Подключение сигналов к разъему LTR114 осуществляется:

- по дифференциальной схеме при измерении напряжения постоянного тока;
- по четырехпроводной схеме при измерении электрического сопротивления постоянному току.

2.3.3 Максимальное количество измерительных каналов LTR114 определяется в зависимости от выбранной схемы подключения согласно таблице 4.

Таблица 4

Максимальное количество измерительных каналов	
напряжения постоянного тока	электрического сопротивления постоянному току
16	0
14	1
12	2
10	3
8	4
6	5
4	6
2	7
0	8

2.3.4 В LTR114 обеспечена работа на одной одинаковой для всех измерительных каналов частоте преобразований АЦП из следующего ряда значений: 5; 10; 20; 25; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000; 4000 Гц.

2.3.5 Диапазон измерений напряжения постоянного тока – от минус 10 до плюс 10 В.

2.3.6 LTR114 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений напряжения постоянного тока 10; 2 или 0,4 В.

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

2.3.7 Диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току – от 0,1 до 4000 Ом.

2.3.8 LTR114 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений электрического сопротивления постоянному току 4000; 1200 или 400 Ом.

2.3.9 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока – согласно таблицам 5, 6.

Таблица 5

Частота преобразований АЦП, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока в режиме работы «Постоянная автокалибровка», %, для пределов измерений		
	10 В	2 В	0,4 В
5	$\pm \left[0,01 + 0,005 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]^{1,2)}$		
10; 20; 25; 50; 100; 200; 500; 1000	$\pm \left[0,015 + 0,005 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$		
2000; 4000	$\pm \left[0,03 + 0,005 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$	$\pm \left[0,05 + 0,005 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$	

1) X_K – значение установленного предела измерений.
2) X – значение измеряемого напряжения.

Таблица 6

Частота преобразований АЦП, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока в режиме работы «Начальная автокалибровка», %, для пределов измерений		
	10 В	2 В	0,4 В
5	$\pm \left[0,015 + 0,006 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]^{1,2)}$		
10; 20; 25; 50; 100; 200; 500; 1000	$\pm \left[0,02 + 0,006 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$		
2000; 4000	$\pm \left[0,03 + 0,006 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$	$\pm \left[0,05 + 0,006 \cdot \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$	

1) X_K – значение установленного предела измерений.
2) X – значение измеряемого напряжения.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изн.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

2.3.10 Пределы относительной основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току – согласно таблицам 7, 8.

Таблица 7

Частота преобразований АЦП, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току в режиме работы «Постоянная автокалибровка», %, для пределов измерений		
	4000 Ом	1200 Ом	400 Ом
5	$\pm \left[0,025 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]^{1,2)}$		
10; 20; 25; 50; 100; 200; 500; 1000	$\pm \left[0,03 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$		
2000; 4000	$\pm \left[0,07 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$	$\pm \left[0,05 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$	
<p>1) X_K – значение установленного предела измерений. 2) X – значение измеряемого электрического сопротивления постоянному току.</p>			

Таблица 8

Частота преобразований АЦП, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току в режиме работы «Начальная автокалибровка», %, для пределов измерений		
	4000 Ом	1200 Ом	400 Ом
5	$\pm \left[0,025 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]^{1,2)}$		
10; 20; 25; 50; 100; 200; 500; 1000	$\pm \left[0,05 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$		
2000; 4000	$\pm \left[0,1 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$		
<p>1) X_K – значение установленного предела измерений. 2) X – значение измеряемого электрического сопротивления постоянному току.</p>			

2.3.11 Коэффициент подавления синфазных помех – не менее 90 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно цепи «AGND» при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.3.12 Коэффициент подавления помех общего вида – не менее 90 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.3.13 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения постоянного тока и электрического сопротивления постоянному току от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности указанных в пп. 2.3.9. и 2.3.10.

2.3.14 Входное электрическое сопротивление постоянному току в одноканальном режиме работы – не менее 100 МОм.

2.4 Характеристики модулей измерительных LTR12

2.4.1 Модули измерительные LTR12 (далее – LTR12) предназначены для измерений силы постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах. Максимальное количество измерительных каналов – 32.

2.4.2 Диапазон измерений силы постоянного тока – от минус 20 до плюс 20 мА.

2.4.3 Диапазон измерений среднеквадратического значения силы переменного тока в диапазоне частот от 0,02 до 30 кГц – от 0,03 до 14 мА.

2.4.4 Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона измерений) основной погрешности измерений силы постоянного тока составляют $\pm 0,05$ %.

2.4.5 Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона измерений среднеквадратического значения силы переменного тока) основной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока – согласно таблице 9.

Таблица 9

Диапазон частот входного сигнала, кГц	Частота преобразований АЦП, кГц	Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона измерений среднеквадратического значения силы переменного тока) основной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока ¹⁾ , %
от 0,02 до $5/N$ ²⁾	20	$\pm 0,3$
от 0,02 до $30/N$	100	$\pm 1,5$
от 0,02 до 30 ³⁾	400	$\pm 5,0$
от 0,02 до $199/N$ ⁴⁾		

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока нормируются для сигналов, пиковые значения которых не превышают граничных значений диапазона измерений.
²⁾ N – количество опрашиваемых измерительных каналов.
³⁾ При количестве опрашиваемых измерительных каналов от 1 до 6 включительно.
⁴⁾ При количестве опрашиваемых измерительных каналов свыше 6 до 32 включительно.

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
										14
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

2.4.6 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений силы постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.4.4, 2.4.5.

2.4.7 Входное электрическое сопротивление постоянному току в одноканальном режиме работы составляет $25,0 \pm 0,3$ Ом.

2.4.8 LTR12 устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом (постоянным током) силой ± 50 мА.

2.5 Характеристики модулей измерительных LTR210

2.5.1 Модули измерительные LTR210 (далее – LTR210) предназначены для измерений напряжения постоянного и переменного тока в одном или двух измерительных каналах.

2.5.2 В LTR210 обеспечена работа на одной одинаковой для обоих измерительных каналов частоте преобразований АЦП из следующего ряда значений: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 МГц.

2.5.3 Диапазон измерений напряжения постоянного тока – от минус 10 до плюс 10 В.

2.5.4 LTR210 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений 10; 5; 2; 1 или 0,5 В.

2.5.5 Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,01 до 499 кГц – от 1 мВ до 7 В.

Примечание – Пиковое значение измеряемого напряжения не должно превышать значение установленного предела измерений.

2.5.6 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока составляют $\pm 0,2$ %.

2.5.7 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока – согласно таблице 10.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 10

Частота преобразований АЦП, МГц	Частота входного сигнала, кГц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока ¹⁾ , %
1	от 0,01 до 10 включ.	$\pm \left[0,2 + 0,03 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]^{2),3)}$
10	от 0,1 до 10 включ.	
1, 10	св. 10 до 100 включ.	$\pm \left[0,5 + 0,03 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$
1, 10	св. 100 до 499 включ.	$\pm \left[3 + 0,15 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока нормируются для сигналов, пиковые значения которых не превышают значение установленного предела измерений.

²⁾ X_{AC} – предел измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока, $X_{AC} = \frac{X_K}{\sqrt{2}}$, где X_K – значение установленного предела измерений, $X_K = 10; 5; 2; 1; 0,5$ В.

³⁾ X – значение измеряемого напряжения переменного тока.

2.5.8 Коэффициент подавления помех общего вида – не менее 100 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 50 Ом).

2.5.9 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.5.6, 2.5.7.

2.5.10 Входное электрическое сопротивление постоянному току измерительного канала в одноканальном режиме работы – $(1 \pm 0,01)$ МОм при включенном напряжении питания.

2.5.11 LTR210 устойчив к перегрузкам входным измерительным сигналом – (напряжение постоянного тока) ± 20 В.

2.5.12 LTR210 имеет многофункциональный цифровой вход-выход синхронизации «SYNC».

Изм. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.6 Характеристики модулей измерительных LTR212

2.6.1 Модули измерительные LTR212 (модификации LTR212M-1, LTR212M-2, LTR212M-3) (далее – LTR212) содержат источник опорного напряжения (далее – ИОН), обеспечивающий формирование напряжения постоянного тока для питания измерительных мостов (далее – мостов).

2.6.2 Номинальное значение напряжения постоянного тока ИОН 2,5 или 5,0 В (в зависимости от модификации в соответствии с таблицей 11) при силе тока нагрузки не более 400 мА.

Таблица 11

Модификация LTR212	Напряжение постоянного тока, формируемое ИОН	
	5,0 В	2,5 В
LTR212M-3	да	нет
LTR212M-1	да	да
LTR212M-2		

2.6.3 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока ИОН $\pm 4\%$.

2.6.4 LTR212 обеспечивают измерение напряжения разбаланса одного или нескольких мостов при подключении их измерительных и питающих диагоналей к LTR212. Максимальное количество подключаемых к LTR212 мостов – четыре для четырехканального и восемь для восьмиканального режимов работы.

В значении напряжения разбаланса моста, измеренном LTR212, должна быть учтена зависимость результата измерения от напряжения питания моста в соответствии с формулой:

$$U_{изм} = \hat{U}_{изм} \cdot \frac{U_{ref}}{U_{ref0}}, \quad (1)$$

где $U_{изм}$ – значение напряжения разбаланса моста, измеренное модулем, мВ;

$\hat{U}_{изм}$ – значение входного напряжения модуля, мВ;

U_{ref} – значение напряжения питания моста при выполнении измерений, В;

U_{ref0} – значение напряжения питания моста при градуировке модуля (2,5 или 1,25) В.

2.6.5 Измерение напряжения разбаланса моста обеспечивается при условии, что напряжение между каждым выводом измерительной диагонали и выводом питающей диагонали «–ЕХС», находится в пределах:

- от 1,25 до 3,75 В при напряжении питания моста $(5 \pm 0,2)$ В;
- от 1,25 до 2,5 В при напряжении питания моста $(2,5 \pm 0,1)$ В.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изн.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изн.№ подл.	Изн.№ дубл.	Взам.инв.№	Подпись и дата	Изн.№ подл.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	17

2.6.6 Диапазон измерений напряжения разбаланса моста – от минус 80 до плюс 80 мВ.

2.6.7 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений напряжения разбаланса постоянного тока – согласно таблице 12.

Таблица 12

Пределы измерений	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений напряжения разбаланса постоянного тока, %
от –80 до 80 мВ	$\pm \left[0,05 + 0,015 \cdot \left(\left \frac{X_N}{X} \right - 1 \right) \right]^{1,2)}$
от 0,02 до 80 мВ	
от –40 до 40 мВ	
от 0,01 до 40 мВ	$\pm \left[0,07 + 0,02 \cdot \left(\left \frac{X_N}{X} \right - 1 \right) \right]$
от –20 до 20 мВ	
от 0,01 до 20 мВ	$\pm \left[0,1 + 0,05 \cdot \left(\left \frac{X_N}{X} \right - 1 \right) \right]$
от –10 до 10 мВ	
от 0,01 до 10 мВ	
<p>¹⁾ X_N – нормирующее значение, равное сумме модулей пределов измерений для двуполярных пределов измерений и равное большему из пределов измерений для однополярных пределов измерений.</p> <p>²⁾ X – значение измеряемого напряжения разбаланса постоянного тока.</p>	

2.6.8 Диапазон компенсации начального разбаланса моста – не менее 1,5 % от номинального значения напряжения постоянного тока ИОН, указанного в п. 2.6.2.

2.6.9 Коэффициент подавления помех общего вида:

- не менее 100 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм);
- не менее 100 дБ для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.6.10 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения разбаланса постоянного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в п.2.6.7.

2.6.11 Входной ток смещения – не более 50 нА.

2.6.12 Входное электрическое сопротивление постоянному току – не менее 10 МОм при включенном напряжении питания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изнв.№ подл.	Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.	Подпись и дата	

2.6.13 ИОН устойчив к замыканию в течение 1 мин его выходных контактов между собой.

2.7 Характеристики модулей измерительных LTR216

2.7.1 Модули измерительные LTR216 (далее – LTR216) предназначены для измерения напряжения разбаланса между датчиками рабочих каналов и опорным датчиком, обеспечивая при этом равенство токов питания датчиков. Максимальное количество рабочих каналов – 16.

В значении напряжения разбаланса моста, измеренном LTR216, должна быть учтена зависимость результата измерения от напряжения на опорном датчике в соответствии с формулой:

$$U_{изм} = \hat{U}_{изм} \cdot \frac{U_{ref}}{U_{refO}}, \quad (2)$$

где $U_{изм}$ – значение напряжения разбаланса моста, измеренное модулем, мВ;

$\hat{U}_{изм}$ – значение входного напряжения модуля, мВ;

U_{ref} – значение напряжения на опорном датчике, В;

U_{refO} – номинальное значение напряжения на опорном датчике, $U_{refO} = 2,5$ В.

2.7.2 В LTR216 обеспечена работа на одной одинаковой для всех измерительных каналов частоте преобразований АЦП от 10 Гц до 20 кГц в многоканальном и до 50 кГц в одноканальном режиме.

2.7.3 LTR216 содержат источник тока питания датчиков, обеспечивающий формирования силы постоянного тока для питания датчиков.

2.7.4 Диапазон воспроизведений силы постоянного тока питания датчиков – от 2,5 до 30 мА при суммарной выходной мощности не более 1,1 Вт.

2.7.5 Диапазон измерений напряжения разбаланса постоянного тока – от минус 70 до плюс 70 мВ.

2.7.6 LTR216 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений 35 или 70 мВ.

2.7.7 Диапазон измерений напряжения разбаланса переменного тока в диапазоне частот от 0,01 до 10 кГц – от 1 до 50 мВ.

Примечание – Пиковое значение измеряемого напряжения не должно превышать значение установленного предела измерений.

2.7.8 Измерение напряжения разбаланса обеспечивается при условии, что напряжение на опорном датчике находится в пределах:

- от 0,7 до 4,3 В без компенсации начального разбаланса;
- от 1,3 до 3,7 В с возможностью компенсации начального разбаланса в диапазоне $\pm 100\%$ от верхнего значения предела измерений;
- от 2,0 до 3,0 В с возможностью компенсации начального разбаланса в диапазоне $\pm 200\%$ от верхнего значения предела измерений.

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

				Лист	
				19	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ

2.7.9 Пределы допускаемой относительной основной погрешности воспроизведений силы постоянного тока питания датчиков $\pm 0,1$ %.

2.7.10 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения разбаланса постоянного тока – согласно таблице 13.

Таблица 13

Сила тока питания датчиков, мА	Частота преобразований АЦП, кГц	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения разбаланса постоянного тока, % для пределов измерений	
		35 мВ	70 мВ
от 2,5 до 20 включ.	20	$\pm 0,3$	$\pm 0,15$
св. 20 до 30 включ.		$\pm 0,15$	$\pm 0,1$

2.7.11 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения разбаланса переменного – согласно таблице 14.

Таблица 14

Частота измеряемого сигнала, кГц	Частота преобразований АЦП, кГц	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения разбаланса переменного тока, % для пределов измерений 35 и 70 мВ	
		в одноканальном режиме работы	в многоканальном режиме работы
от 0,01 до 0,6 включ.	20	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
св. 0,6 до 2 включ.	50	± 1	–
св. 2 до 10 включ.		± 20	–

2.7.12 Коэффициент подавления помех общего вида:

- не менее 100 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм);
- не менее 100 дБ для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.7.13 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения разбаланса постоянного и переменного тока, воспроизведений силы постоянного тока от

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изнв.№ подл.	Изнв.№ дубл.	Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.	Подпись и дата

изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.7.9 - 2.7.11.

2.8 Характеристики модулей измерительных LTR22

2.8.1 Модули измерительные LTR22 (далее – LTR22) предназначены для измерения напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах. Максимальное количество измерительных каналов – четыре.

2.8.2 В LTR22 обеспечена работа на одной одинаковой для всех измерительных каналов частоте преобразований АЦП из следующего ряда значений: 3472; 3720; 4006; 4340; 4735; 5208; 5580; 5787; 6010; 6510; 7102; 7440; 7812,5; 8681; 9766; 10417; 11161; 13021; 13021; 15625; 17361; 19531; 26042; 26042; 39062,5; 52083; 78125 Гц.

Точные значения этих частот вычисляются по формуле:

$$F_{ADC} = \frac{2 \cdot 10^7}{128 \cdot n \cdot k}, \quad (3)$$

где $n = 1, 2 \dots 15$; $k = 2, 3$.

2.8.3 Диапазон измерений напряжения постоянного тока – от минус 10 до плюс 10 В.

2.8.4 LTR22 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений 10; 3; 1; 0,3; 0,1 или 0,03 В.

2.8.5 Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,02 до 25 кГц – от 1 мВ до 7 В.

Примечание – Пиковое значение измеряемого напряжения не должно превышать значение установленного предела измерений.

2.8.6 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока:

- ±1,0 % для предела измерений 0,03 В;
- ±0,5 % для предела измерений 0,1 В;
- ±0,2 % для пределов измерений 0,3; 1; 3; 10 В.

2.8.7 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока – согласно таблице 15.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист				
										21				
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись		Дата				

Таблица 15

Диапазон частот входного сигнала, кГц	Частота преобразований АЦП, кГц	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока ¹⁾ , %, для пределов измерений	
		10; 3 и 1 В	0,3; 0,1 и 0,03 В
от 0,02 до 5 включ.	78,125; 39,062; 17,361	±0,15	±0,3
св. 5 до 15 включ.	78,125; 39,062	±0,5	±1,0
св. 15 до 25 включ.	78,125	±2,0	±4,0

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока нормируются для сигналов, пиковые значения которых не превышают значение установленного предела измерений.

2.8.8 Межканальное прохождение входного напряжения постоянного и переменного тока – не более минус 80 дБ.

2.8.9 Коэффициент подавления синфазных помех – не менее 80 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно цепи «AGND» при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.8.10 Коэффициент подавления помех общего вида – не менее 90 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.8.11 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.8.6, 2.8.7.

2.8.12 Входное электрическое сопротивление постоянному току – не менее 10 МОм при включенном напряжении питания.

2.8.13 LTR22 устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом (напряжением постоянного тока) ±20 В.

2.8.14 LTR22 обеспечивают формирование двухполярного напряжения питания постоянного тока:

- (15 ± 1) В без подключения нагрузки;
- не менее 13 В при токе нагрузки 50 мА.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изнв.№ подл.	Изнв.№ дубл.	Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.	Подпись и дата

2.8.15 LTR22 устойчивы к короткому замыканию в течение 1 с контактов разъема LTR22:

- контакта «+15 В» на контакт «AGND»;
- контакта «-15 В» на контакт «AGND»;
- контакта «+15 В» на контакт «-15 В».

2.9 Характеристики модулей измерительных LTR24

2.9.1 Модули измерительные LTR24 (модификации LTR24-1 и LTR24-2) (далее – LTR24) предназначены для измерения напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах с возможностью измерений переменной составляющей напряжения с выходов ИСР-датчиков (только для модификации LTR24-2), а также угла фазового сдвига между сигналами в разных каналах. Максимальное количество измерительных каналов – четыре.

2.9.2 В LTR24 обеспечена программная установка разрядности АЦП 20 или 24 бит.

2.9.3 В LTR24 обеспечена работа на одной одинаковой для всех измерительных каналов частоте преобразований АЦП F_{np} , Гц из следующего ряда значений: 610,352; 915,527; 1220,7; 1831,05; 2441,41; 3662,11; 4882,81; 7324,22; 9765,63; 14648; 19531; 29297; 39063; 58594; 78125; 117188.

2.9.4 Количество одновременно работающих измерительных каналов – согласно таблице 16.

Таблица 16

Частота преобразований АЦП, Гц	Количество одновременно работающих измерительных каналов при разрядности АЦП LTR24	
	20 бит	24 бит
117188	1 – 4	1 – 2
78125		1 – 3
58594; 39063; 29297; 19531; 14648; 9765,63; 7324,22; 4882,81; 3662,11; 2441,41; 1831,05; 1220,7; 915,527; 610,352		1 – 4

2.9.5 В LTR24 обеспечена работа в следующих режимах:

- измерение напряжения постоянного и переменного тока в режиме «Дифференциальный вход»;
- измерение переменной составляющей напряжения с выходов ИСР-датчиков в режиме «ИСР датчик» для модификации LTR24-2.

2.9.6 В LTR24 обеспечено измерение напряжения:

- без отсечки постоянной составляющей входного напряжения в режиме «Дифференциальный вход»;
- с отсечкой постоянной составляющей входного напряжения в режиме

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.	Подпись и дата					Лист
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ				23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

«Дифференциальный вход»;

– с отсечкой постоянной составляющей входного напряжения в режиме «ICP-датчик» для модификации LTR24-2.

2.9.7 Диапазон измерений напряжения постоянного тока от минус 10 до плюс 10 В.

2.9.8 LTR24 имеют возможность для каждого измерительного канала программно задать предел измерений 10 или 2 В в режиме «Дифференциальный вход», 5 или 1 В в режиме «ICP датчик» (для модификации LTR24-2).

2.9.9 Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,01 до 50 кГц в режиме «Дифференциальный вход» – от 1 мВ до 7 В.

2.9.10 Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,025 до 50 кГц в режиме «ICP датчик» с постоянной составляющей напряжения ($10,0 \pm 0,5$) В для модификации LTR24-2 – от 1 мВ до 5 В.

2.9.11 Диапазон измерений угла фазового сдвига в диапазоне частот от 42,5 до 57,5°Гц – от 0 до 360 °.

2.9.12 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока в режиме «Дифференциальный вход» для пределов измерений 10 и 2 В – $\pm 0,05$ %.

2.9.13 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в режиме «Дифференциальный вход» – согласно таблице 17.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	24

Таблица 17

Частота преобразований АЦП, F_{np} , Гц	Частота входного сигнала, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока ¹⁾ , %
610,352; 915,527; 1220,7; 1831,05; 2441,41; 3662,11; 4882,81; 7324,22; 9765,63; 14648	от 10 до $0,43F_{np}$	$\pm \left[0,05 + 0,006 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$ ^{2),3)}
19531; 29297; 39063	от 10 до $0,25F_{np}$ включ.	$\pm \left[0,1 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$
	св. $0,25F_{np}$ до $0,43F_{np}$	$\pm \left[0,2 + 0,02 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$
58594; 78125; 117188	от 10 до $0,25F_{np}$ включ.	$\pm \left[0,2 + 0,02 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$
	св. $0,25F_{np}$ до $0,43F_{np}$	$\pm \left[2 + 0,1 \cdot \left(\frac{X_{AC}}{X} - 1 \right) \right]$

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока нормируются для сигналов, пиковые значения которых не превышают значение установленного предела измерений.
²⁾ X_{AC} – предел измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока, $X_{AC} = \frac{X_K}{\sqrt{2}}$, где X_K – значение установленного предела измерений, $X_K = 10$ или 2 В.
³⁾ X – значение измеряемого напряжения переменного тока.

2.9.14 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в режиме «ICP датчик» для модификации LTR24-2 – согласно таблице 18.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Таблица 18

Частота преобразований АЦП, F_{np} , Гц	Частота входного сигнала, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока ¹⁾ , %
610,352; 915,527; 1220,7; 1831,05; 2441,41; 3662,11; 4882,81; 7324,22; 9765,63; 14648	от 25 до $0,43F_{np}$	$\pm \left[0,1 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]^{2),3)}$
19531; 29297; 39063	от 25 до $0,25F_{np}$ включ.	$\pm \left[0,2 + 0,02 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
	св. $0,25F_{np}$ до $0,43F_{np}$	$\pm \left[0,4 + 0,02 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
58594; 78125; 117188	от 25 до $0,25F_{np}$ включ.	
	св. $0,25F_{np}$ до $0,43F_{np}$	$\pm \left[4 + 0,1 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока нормируются для сигналов с изменением мгновенного значения напряжения в диапазоне от 0 до 22 В для предела измерений 5 В или в диапазоне от 8 до 12 В для предела измерений 1 В.

²⁾ X_K – значение установленного предела измерений; $X_K = 5$ или 1 В.

³⁾ X – значение измеряемого напряжения переменного тока.

2.9.15 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига – $\pm 0,2^\circ$.

2.9.16 Межканальное прохождение входного напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока частотой 5 кГц – не более минус 90 дБ.

2.9.17 Коэффициент подавления синфазных помех напряжения в режиме «Дифференциальный вход» – не менее 77 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно цепи «AGND» при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.9.18 Коэффициент подавления помех общего вида в режиме «Дифференциальный вход» – не менее 75 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу относительно корпуса LTR при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей, равном 1 кОм).

2.9.19 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10°C равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.9.12 – 2.9.14.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.9.20 Входное электрическое сопротивление постоянному току в режиме «Дифференциальный вход» при включенном напряжении питания – не менее 10 МОм.

2.9.21 Входное электрическое сопротивление переменному току частотой 50 Гц в режиме «ICP датчик» для модификации LTR24-2, не менее 25 кОм.

2.9.22 LTR24 в режиме «Дифференциальный вход» устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом (напряжением постоянного тока) ± 20 В.

2.9.23 LTR24 в режиме «ICP датчик» устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом (напряжением постоянного тока):

- от минус 0,5 до плюс 25 В при включенном напряжении питания;
- от минус 0,5 до плюс 1,5 В при выключенном напряжении питания.

2.9.24 В LTR24 обеспечена компенсация постоянной составляющей входного напряжения в соответствии с таблицей 19 при измерении среднеквадратического значения напряжения переменного тока с отсечкой постоянной составляющей входного напряжения в режиме «Дифференциальный вход» при подаче измеряемого напряжения на контакт «X_i» по отношению к контакту «Y_i», соединенному с контактом «AGND».

Таблица 19

Предел измерений	Пиковое значение переменной составляющей входного напряжения, В, не более	Диапазон компенсации постоянной составляющей входного напряжения, В
10 В	1	± 10
	10	$\pm 1,7$
2 В	0,25	$\pm 4,5$
	2	$\pm 2,5$

2.9.25 Каждый из четырех измерительных каналов модификации LTR24-2 для обеспечения режима работы «ICP-датчик» содержит источник постоянного тока со значениями силы постоянного тока $(10,0 \pm 0,2)$ мА и $(2,86 \pm 0,06)$ мА.

2.9.26 Нестабильность силы тока источников постоянного тока, указанных в п.2.9.25, находится в пределах $\pm 0,05$ % в нормальных условиях применения (п.1.3) и в пределах $\pm 0,15$ % в рабочих условиях применения (п.1.4).

2.9.27 В LTR24 обеспечено формирование двухполярного напряжения питания постоянного тока:

- (15 ± 1) В без подключения нагрузки;
- не менее 13 В при токе нагрузки 30 мА.

2.9.28 LTR24 устойчивы к короткому замыканию в течение 1 с контактов разъема:

- контакта «+15 В» на контакт «AGND»;
- контакта «-15 В» на контакт «AGND»;
- контакта «+15 В» на контакт «-15 В».

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						27

2.10 Характеристики модулей измерительных LTR25

2.10.1 Модули измерительные LTR25 предназначены для измерения переменной составляющей напряжения с выходов ИСР-датчиков в одном или нескольких измерительных каналах, а также угла фазового сдвига между сигналами в разных каналах. Максимальное количество измерительных каналов – восемь.

2.10.2 В LTR25 обеспечена работа на одной одинаковой для всех измерительных каналов частоте преобразований АЦП F_{np} , Гц из следующего ряда значений: 610,352; 915,527; 1220,7; 1831,05; 2441,41; 3662,11; 4882,81; 7324,22; 9765,63; 14648; 19531; 29297; 39063; 58594; 78125; 117188.

2.10.3 Диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,025 до 30 кГц с постоянной составляющей напряжения $(10,0 \pm 0,5)$ В – от 1 мВ до 5 В.

2.10.4 Диапазон измерений угла фазового сдвига в диапазоне частот от 42,5 до 57,5 Гц – от 0 до 360 °.

2.10.5 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока – согласно таблице 20.

Таблица 20

Частота преобразований АЦП, F_{np} , Гц	Частота входного сигнала, Гц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока ¹⁾ , %
610,352; 1220,7; 2441,41; 4882,81; 9765,63	от 25 до $0,43F_{np}$	$\pm \left[0,2 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]^{2),3)}$
19531; 39063	от 25 до $0,25F_{np}$ включ.	
78125	св. $0,25F_{np}$ до $0,43F_{np}$	$\pm \left[1 + 0,03 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
	от 25 до $0,25F_{np}$ включ.	$\pm \left[2 + 0,1 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$

¹⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока нормируются для сигналов с постоянной составляющей напряжения в диапазоне от 8 до 12 В и изменением мгновенного значения напряжения в диапазоне от 0 до 22 В

²⁾ X_K – верхняя граница диапазона измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока; $X_K = 5$ В.

³⁾ X – значение измеряемого напряжения переменного тока.

2.10.6 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига – $\pm 0,2$ °.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.10.7 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны пределам допускаемой основной погрешности, указанным в п. 2.10.5.

2.10.8 Входное электрическое сопротивление переменному току частотой 50 Гц, не менее 31 кОм.

2.10.9 LTR25 устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом (напряжением постоянного тока):

- от минус 0,5 до плюс 25 В при включенном напряжении питания в режиме измерений;
- от минус 5,2 до плюс 0,5 В при включенном напряжении питания в режиме обращения к памяти TEDS;
- от минус 0,5 до плюс 1,5 В при выключенном напряжении питания или в режиме пониженного энергопотребления.

2.10.10 Каждый из восьми измерительных каналов содержит источник постоянного тока со значениями силы тока $(10,0 \pm 0,2)$ мА и $(2,86 \pm 0,06)$ мА.

2.10.11 Нестабильность силы тока источников постоянного тока находится в пределах $\pm 0,05$ % в нормальных условиях применения (п.1.3) и в пределах $\pm 0,15$ % в рабочих условиях применения (п.1.4).

2.11 Характеристики модулей измерительных LTR27

2.11.1 Модули измерительные LTR27 (далее – LTR27) являются носителями преобразователей электрических измерительных Н-27 (далее – преобразователей Н-27). Максимальное количество преобразователей Н-27, устанавливаемых на плате LTR27 – восемь.

2.11.2 LTR27 обеспечивает измерение электрических величин в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21

Установленный преобразователь Н-27	Измеряемая электрическая величина	Диапазон измерений	Количество измерительных каналов
Н-27U01	Напряжение постоянного тока, В	от –1 до +1	2
Н-27U10		от –10 до +10	
Н-27U20		от 0 до +20	
Н-27Т		от –0,025 до +0,075	
Н-27I5	Сила постоянного тока, мА	от 0 до +5	2
Н-27I10		от –10 до +10	
Н-27I20		от 0 до +20	
Н-27R100	Сопротивление постоянному току, Ом	от 0 до 100	1
Н-27R250		от 0 до 250	

Изнв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

2.11.3 Пределы допускаемой приведенной (к сумме модулей пределов измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока при частоте опроса преобразователей 5 Гц – $\pm 0,05$ %.

2.11.4 Пределы допускаемой приведенной (к сумме модулей пределов измерений) основной погрешности измерений силы постоянного тока при частоте опроса преобразователей 5 Гц – $\pm 0,05$ %.

2.11.5 Пределы допускаемой приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току при частоте опроса преобразователей 5 Гц – $\pm 0,05$ %.

2.11.6 Коэффициент подавления помех общего вида – не менее 80 дБ для помехи, представляющей собой напряжение постоянного тока, и для помехи, представляющей собой напряжение переменного тока частотой 50 Гц (помеха прикладывается к входу преобразователей Н-27U, Н-27Т относительно цепи «Экран» LTR27 при разбалансе сопротивлений внешних входных цепей преобразователя, равном 1 кОм, допустимая амплитуда помехи общего вида – не более 100 В).

2.11.7 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, силы постоянного тока и электрического сопротивления постоянному току от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.11.3 – 2.11.5.

2.11.8 Входное электрическое сопротивление постоянному току при включенном напряжении питания – согласно таблице 22.

Таблица 22

Установленный преобразователь Н-27	Входное сопротивление
Н-27U10, Н-27U20	(1,02 \pm 0,02) МОм
Н-27U01, Н-27Т	не менее 10 МОм
Н-27I5	(392 \pm 4) Ом
Н-27I10	(100 \pm 1) Ом
Н-27I20	

2.11.9 LTR27 устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом, указанным в таблице 23 в течение 1 мин.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изн.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Таблица 23

Преобразователь, установленный на плате LTR27	Перегрузка
H-27U01	Напряжение постоянного тока ± 15 В
H-27U10	Напряжение постоянного тока ± 15 В
H-27U20	Напряжение постоянного тока ± 30 В
H-27T	Напряжение постоянного тока ± 2 В
H-27I5	Сила постоянного тока $\pm 7,5$ мА
H-27I10	Сила постоянного тока ± 15 мА
H-27I20	Сила постоянного тока ± 30 мА

2.12 Характеристики модулей измерительных LTR51

2.12.1 Модули измерительные LTR51 (далее – LTR51) являются носителями преобразователей измерительных H-51 (далее – преобразователей H-51). Максимальное количество преобразователей H-51, устанавливаемых в LTR51 – восемь.

2.12.2 LTR51 обеспечивают измерение частоты синусоидальных и периодических импульсных сигналов при напряжении на входе измерительного канала согласно таблице 24.

Таблица 24

Порядковый номер измерительного канала преобразователя H-51	Положение переключки «Х3» в преобразователе H-51	Положение переключки «Х4» в преобразователе H-51	Амплитудное значение напряжения на входе измерительного канала преобразователя, В
1	установлена	–	от 0,02 до 1
	не установлена		от 0,2 до 10
2	–	установлена	от 0,02 до 1
		не установлена	от 0,2 до 10

2.12.3 Диапазоны измерений частоты синусоидальных и периодических импульсных сигналов:

- от 0,02 до 150 кГц для преобразователей H-51FH;
- от 0,02 до 30 кГц для преобразователей H-51FL.

2.12.4 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты синусоидальных и периодических импульсных сигналов в рабочих условиях применения – $\pm 0,01$ %.

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

2.12.5 Входное электрическое сопротивление постоянному току при включенном напряжении питания – не менее 100 кОм.

2.12.6 LTR51 устойчивы к перегрузкам входным измерительным сигналом по каждому из входов установленных на его плате преобразователей Н-51 в течение 1 мин:

- напряжением постоянного тока ± 18 В при включенном напряжении питания;
- напряжением постоянного тока ± 15 В при выключенном напряжении питания.

2.13 Характеристики модулей-генераторов сигналов LTR34

2.13.1 Модули-генераторы сигналов LTR34, модификации LTR34-4 и LTR34-8, (далее – LTR34) предназначены для воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких каналах. Максимальное количество каналов – четыре для модификации LTR34-4 и восемь для модификации LTR34-8.

2.13.2 Режимы работы LTR34:

- циклический;
- потоковый.

2.13.3 Каждый канал LTR34 имеет два выхода, при этом метрологические характеристики (пп.2.13.7, 2.13.8) обеспечены при использовании одного из них.

2.13.4 Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока:

- от минус 10 до плюс 10 В на выходе «1:1»;
- от минус 1 до плюс 1 В на выходе «1:10».

2.13.5 Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока синусоидальной формы (среднеквадратическое значение):

- от 10^{-3} до 7 В на выходе «1:1»;
- от 10^{-3} до 0,7 В на выходе «1:10».

2.13.6 Диапазон воспроизведений частоты переменного тока синусоидальной формы соответствует таблице 25 в зависимости от количества каналов, одновременно воспроизводящих сигнал.

Таблица 25

Количество каналов, одновременно воспроизводящих сигнал	Диапазон установки частоты, кГц
1	от 0,01 до 16
2	от 0,01 до 8
4	от 0,01 до 4
8	от 0,01 до 2

2.13.7 Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока – $\pm 0,1$ %.

Интв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Интв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

2.13.8 Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений напряжения переменного тока) основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока синусоидальной формы – согласно таблице 26.

Таблица 26

Частота переменного тока, кГц	Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений напряжения переменного тока) основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока синусоидальной формы, %
0,4	$\pm 0,1$
от 0,01 до $5/N$ ¹⁾ включ. (кроме 0,4 кГц)	$\pm 0,15$
св. $5/N$ до $12/N$ включ.	$\pm 0,5$
св. $12/N$ до $16/N$ включ.	$\pm 1,0$

¹⁾ N – количество каналов, одновременно воспроизводящих сигнал ($N = 1; 2; 4; 8$).

2.13.9 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений частоты переменного тока в рабочих условиях применения (п. 1.4) – $\pm 0,005$ %.

2.13.10 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей воспроизведений напряжения постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые 10°C равны 0,5 от пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.13.7, 2.13.8.

2.13.11 Коэффициент гармоник выходного напряжения переменного тока синусоидальной формы среднеквадратическим значением 3,5 В, частотой 400 Гц – не более 0,05 %.

2.13.12 Выходное электрическое сопротивление постоянному току каждого выхода LTR34:

- $(50,0 \pm 2,5)$ Ом для выхода «1:1»;
- $(389,0 \pm 4,0)$ Ом для выхода «1:10».

2.13.13 LTR34 обеспечивают максимальную силу тока не менее 25 мА на каждом выходе «1:1».

2.13.14 LTR34 устойчивы к короткому замыканию в течение 1 мин каждого выхода на контакт «AGND» этого разъема.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					Лист
										33
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

2.14 Характеристики модулей-генераторов сигналов LTR35

2.14.1 Модули-генераторы сигналов LTR35, модификации LTR35-1-4, LTR35-1-8, LTR35-2-4 и LTR35-2-8 (далее – LTR35) предназначены для воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока в одном или нескольких каналах. Максимальное количество каналов – четыре для модификаций LTR35-1-4, LTR35-2-4 и восемь для модификаций LTR35-1-8, LTR35-2-8.

2.14.2 В LTR35 обеспечены циклический и потоковый режимы работы.

2.14.3 Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока:

- от минус 10 до плюс 10 В для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8 на выходе «1:1»;
- от минус 1 до плюс 1 В для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8 на выходе «1:10»;
- от 0 до плюс 20 В для модификаций LTR35-2-4, LTR35-2-8.

2.14.4 Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока синусоидальной формы (среднеквадратическое значение) в диапазоне частот от 0,01 до 20 кГц:

- от 10^{-3} до 7 В для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8 на выходе «1:1»;
- от 10^{-3} до 0,7 В для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8 на выходе «1:10»;
- от 10^{-3} до 7 В (с постоянной составляющей 10 В) для модификаций LTR35-2-4, LTR35-2-8.

2.14.5 Пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока:

- $\pm 0,1$ % для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8;
- $\pm 0,05$ % для модификаций LTR35-2-4, LTR35-2-8.

2.14.6 Пределы допускаемой относительной основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока синусоидальной формы – согласно таблице 27.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					34

Таблица 27

Частота дискретизации LTR35, кГц	Диапазон частот выходного напряжения, кГц	Пределы допускаемой относительной основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока синусоидальной формы, %
192	от 0,01 до 5 включ.	$\pm \left[0,1 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]^{1,2)}$
	св. 5 до 20 включ.	$\pm \left[0,3 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
96	от 0,01 до 5 включ.	$\pm \left[0,1 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
	св. 5 до 15 включ.	$\pm \left[0,3 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
48	от 0,01 до 3 включ.	$\pm \left[0,1 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$
	св. 3 до 10 включ.	$\pm \left[0,3 + 0,01 \cdot \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) \right]$

1) X_K – верхняя граница диапазона воспроизведений напряжения переменного тока.
2) X – значение воспроизводимого напряжения переменного тока.

2.14.7 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений частоты переменного тока в рабочих условиях применения (п. 1.4) – $\pm 0,005$ %.

2.14.8 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей воспроизведений напряжения постоянного и переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С равны половине пределов допускаемой основной погрешности, указанных в пп. 2.14.5, 2.14.6.

2.14.9 Коэффициент гармоник выходного напряжения переменного тока синусоидальной формы среднеквадратическим значением 3,5 В – не более 0,05 %.

2.14.10 Выходное электрическое сопротивление постоянному току каждого выхода LTR35:

- (50,0 ± 2,5) Ом для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8 на выходе «1:1»;
- (389,0 ± 4,0) Ом для модификаций LTR35-1-4, LTR35-1-8 на выходе «1:10»;
- (50,0 ± 2,5) Ом для модификаций LTR35-2-4, LTR35-2-8.

2.14.10.1 LTR35 обеспечивают максимальную силу тока не менее 10 мА на каждом выходе «1:1».

2.14.10.2 LTR35 устойчивы к короткому замыканию в течение 1 с каждого из выходов по отдельности на контакт «AGND» этого разъема.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.15 Характеристики модулей управления LTR41

2.15.1 Модули управления LTR41 (далее – LTR41) LTR41 предназначены для ввода и вывода цифровых сигналов посредством 16 дискретных входов и двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод.

2.15.2 Диапазон входных напряжений:

- от минус 0,2 до плюс 0,6 В для состояния «логический ноль»;
- от плюс 2,4 до плюс 5,0 В для состояния «логическая единица».

2.15.3 Входной ток дискретных входов:

- не более 1 мА для состояния «логический ноль»;
- не более 5 мА для состояния «логическая единица».

2.15.4 Входной ток цифровых линий синхронизации – не более 10 мкА.

2.15.5 Диапазон выходных напряжений цифровых линий синхронизации:

- от 0 до плюс 0,4 В для состояния «логический ноль»;
- от плюс 2,4 до плюс 5,0 В для состояния «логическая единица».

2.15.6 Максимальное значение силы выходного тока цифровых линий синхронизации – не менее 10 мА.

2.15.7 LTR41 обеспечивают формирование напряжения питания постоянного тока ($5 \pm 0,1$) В при силе тока нагрузки не более 300 мА.

2.15.8 LTR41 устойчивы к короткому замыканию в течение 1 мин контактов напряжения питания постоянного тока ($5 \pm 0,1$) В между собой.

2.16 Характеристики модулей управления LTR42

2.16.1 Модули управления LTR42, модификации LTR42 и LTR42-1, (далее – LTR42) предназначены для управления электрическими цепями посредством 16 электронных ключей управления и двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод.

2.16.2 Значение силы тока, протекающего через закрытый ключ управления – не более 1 мА при напряжении постоянного тока на закрытом ключе управления 250 В для модификации LTR42 и 50 В для модификации LTR42-1.

2.16.3 Максимально допустимое значение силы тока, протекающего через открытый ключ управления – 70 мА для модификации LTR42 и 350 мА для модификации LTR42-1.

2.16.4 Диапазон входных напряжений цифровых линий синхронизации:

- от минус 0,2 до плюс 0,6 В для состояния «логический ноль»;
- от плюс 2,4 до плюс 5,0 В для состояния «логическая единица».

2.16.5 Входной ток цифровых линий синхронизации – не более 10 мкА.

2.16.6 Диапазон выходных напряжений цифровых линий синхронизации:

- от 0 до плюс 0,4 В для состояния «логический ноль»;
- от плюс 2,4 до плюс 5,0 В для состояния «логическая единица».

2.16.7 Максимальное значение силы выходного тока цифровых линий синхронизации – не менее 10 мА.

Инв.№ дубл.	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата					
Инв.№ подл.	Подпись и дата						Лист	
								36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ			

2.16.8 LTR42 обеспечивают формирование напряжения питания постоянного тока ($5 \pm 0,1$) В при силе тока нагрузки не более 300 мА.

2.16.9 LTR42 устойчивы к короткому замыканию в течение 1 мин контактов напряжения питания постоянного тока ($5 \pm 0,1$) В между собой.

2.17 Характеристики модулей управления LTR43

2.17.1 Модули управления LTR43 (модификации LTR43 и LTR43-0) (далее – LTR43) предназначены для ввода и вывода цифровых сигналов посредством:

- 32 цифровых линий ввода-вывода, образующих четыре восьмиразрядные группы, с групповой конфигурацией на ввод или вывод;
- двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод.

2.17.2 Диапазон входных напряжений:

- от минус 0,2 до плюс 0,6 В для состояния «логический ноль»;
- от плюс 2,4 до плюс 5,0 В для состояния «логическая единица».

2.17.3 Входной ток цифровых линий ввода-вывода:

- для LTR43:
 - не более 1 мА для состояния «логический ноль»;
 - не более 0,3 мА для состояния «логическая единица»;
- для LTR43-0:
 - не более 0,3 мА для состояния «логический ноль»;
 - не более 2,5 мА для состояния «логическая единица».

2.17.4 Входной ток цифровых линий синхронизации – не более 10 мкА.

2.17.5 Диапазон выходных напряжений:

- от 0 до плюс 0,4 В для состояния «логический ноль»;
- от плюс 2,4 до плюс 5,0 В для состояния «логическая единица».

2.17.6 Максимальное значение силы выходного тока – не менее 10 мА.

2.18 LTR принимает и передает цифровую информацию по интерфейсам типа USB и Ethernet.

2.19 Гальваническая развязка в LTR

2.19.1 Изоляция между объединенными контактами разъема каждого модуля, кроме контактов разъемов «SYNC» LTR210, с одной стороны, и зажимом заземления LTR, с другой стороны, выдерживает без пробоя воздействие напряжения переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц и среднеквадратическим значением 500 В в течение 1 мин.

2.19.2 Изоляция между объединенными контактами разъема каждого модуля, кроме контактов разъемов «SYNC» LTR210, с одной стороны, и объединенными контактами разъемов остальных модулей, входящих в состав LTR, с другой стороны, выдерживает без пробоя воздействие напряжения переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц и среднеквадратическим значением 500 В в течение 1 мин.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						37

Таблица 29

Номер исполнения LTR (рисунок 1)	Потребляемая мощность, Вт (В·А), не более
1	10
2	19
8	80 (100)
16	150 (180)

2.24 Габаритные размеры LTR – согласно таблице 30.

Таблица 30

Номер исполнения LTR	Габаритные размеры установок LTR (длина × ширина × высота), мм, не более:
1	200 × 150 × 50
2	200 × 150 × 70
8 ¹⁾	390 × 290 × 160
16	490 × 410 × 140

¹⁾ Габариты установок LTR приведены без учета габаритов ручки для транспортирования.

2.25 Масса LTR – согласно таблице 31.

Таблица 31

Номер исполнения LTR	Масса, кг, не более
1	0,5
2	1
8	8
16	14

2.26 Характеристики надежности LTR

2.26.1 Средняя наработка на отказ – 50000 ч.

2.26.2 Средний срок службы – 15 лет.

2.27 Электромагнитная совместимость

2.27.1 По устойчивости к электромагнитным помехам LTR соответствуют требованиям:

- ГОСТ 30804.6.1 для исполнений LTR 1 и 2;
- ГОСТ 30804.6.2 для исполнений LTR 8 и 16.

2.27.2 Эмиссия электромагнитных помех от LTR соответствует требованиям ГОСТ 30804.6.4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДЛИЖ.301422.0010 РЭ

Лист

39

3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

3.1 Общие сведения, конструкция LTR

3.1.1 LTR используется в многоканальных измерительных системах.

Установки LTR представляют собой модульную конструкцию, состоящую из прямоугольного корпуса с установленными в нем модулями. Набор модулей в ее составе определяется заказчиком и зависит от характера решаемых технических задач согласно таблице 32.

Таблица 32

Техническая задача	Модуль из состава LTR, используемый для решения технической задачи
Измерение напряжения постоянного тока	LTR11, LTR114, LTR210, LTR212, LTR216, LTR22, LTR24, LTR27
Измерение напряжения переменного тока	LTR11, LTR210, LTR216, LTR22, LTR24, LTR25
Измерение угла фазового сдвига	LTR24, LTR25
Измерение силы постоянного тока	LTR12, LTR27
Измерение силы переменного тока	LTR12
Измерение электрического сопротивления постоянному току	LTR114, LTR27
Измерение частоты	LTR51
Воспроизведение напряжения постоянного и переменного тока	LTR34, LTR35
Управление электрическими цепями, ввод и вывод цифровых сигналов	LTR41, LTR42, LTR43

Технические характеристики LTR и входящих в ее состав модулей приведены в разделе 2.

Модификации и исполнения LTR приведены на рисунке 1.

LTR исполнений «16» и «8» выполнены в металлическом корпусе в настольном переносном варианте. Для переноски на корпусе LTR исполнения «8» имеется большая приборная ручка, на корпусе LTR исполнения «16» – две малые боковые ручки или большая приборная ручка в зависимости от модификации. Общий вид установок приведен на рисунках А.1 – А.4 приложения А.

LTR исполнения «16» может быть установлена в стандартную 19-дюймовую стойку. В стойке LTR крепится с использованием двух кронштейнов, расположенных на противоположных боковых стенках корпуса LTR, при этом LTR должна опираться на боковые направляющие. Запрещена эксплуатация без направляющих, т.е. в ситуации, когда вес LTR и подключенных кабелей полностью прикладывается к кронштейнам LTR без дополнительной опоры на направляющие.

LTR исполнений «1» и «2» выполнены в пластиковом корпусе в портативном варианте.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Порядок установки модулей в корпус LTR исполнений «16» и «8» – произвольный. Номера установленных модулей по порядку начиная с единицы, для исполнений «16» и «8» – от крайнего левого посадочного места на право, для исполнения «2» – сверху вниз.

На передней панели каждого модуля LTR, за исключением LTR210, имеется разъем типа DB-37M (приборная вилка). На передней панели LTR210 имеются разъемы типа BNC (приборная розетка).

Внутри корпуса LTR расположены контроллер LTR, кросс-плата для установки модулей LTR, а также блок питания.

Характеристики напряжения питания LTR приведены в таблице 28.

Внутри корпуса LTR напряжение, поступающее от источника питания, указанного в таблице 28, преобразуется в значения напряжения постоянного тока:

+12 В для питания модулей, входящих в состав LTR;

+5 В для питания узла управления LTR.

С целью гальванической развязки модулей друг от друга и от остальных узлов напряжение +12 В преобразуется в импульсное и подается на первичную обмотку трансформатора, установленного в каждом модуле.

3.1.2 Способ организации вентиляции внутри корпуса LTR определяется ее модификацией и исполнением.

В LTR-CEU-1-4 использован пассивный способ вентиляции. Вентиляционные отверстия расположены снизу корпуса, а также на передней и задней панели.

В LTR исполнений «2», «8» и «16» использован активный способ вентиляции: воздух затягивается снизу корпуса LTR внутренними вентиляторами и выбрасывается через блок питания на задней панели корпуса LTR.

В LTR-EU-8, LTR-EU-16, использована адаптивная система вентиляции с автоматическим контролем температуры внутри корпуса LTR и контролем скорости вращения вентиляторов. Такое техническое решение позволяет уменьшить уровень шума от вентиляторов LTR и увеличить срок их службы.

3.2 Назначения разъемов и индикаторов LTR

3.2.1 Назначения разъемов и индикаторов LTR исполнений «1»

3.2.1.1 Передняя панель LTR исполнений «1» является одновременно передней панелью LTR и передней панелью входящего в состав LTR модуля. На передней панели расположен единственный разъем модуля LTR.

3.2.1.2 На задней панели LTR исполнений «1» расположены:

- клемма заземления «»;
- разъем для подключения блока питания из комплекта поставки «= 11-24 В»;
- разъем «LAN» для подключения кабеля Ethernet, на котором находятся индикаторы «Link» и «Activity» состояния соединения по интерфейсу Ethernet;
- разъем синхронизации «SYNC»;
- кнопка сброса «RESET»;

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- разъем для подключения кабеля USB;
- светодиодный индикатор «LED» состояния интерфейса USB.

Схематичное изображение задней панели LTR-CEU-1-4 приведено на рисунке 2.

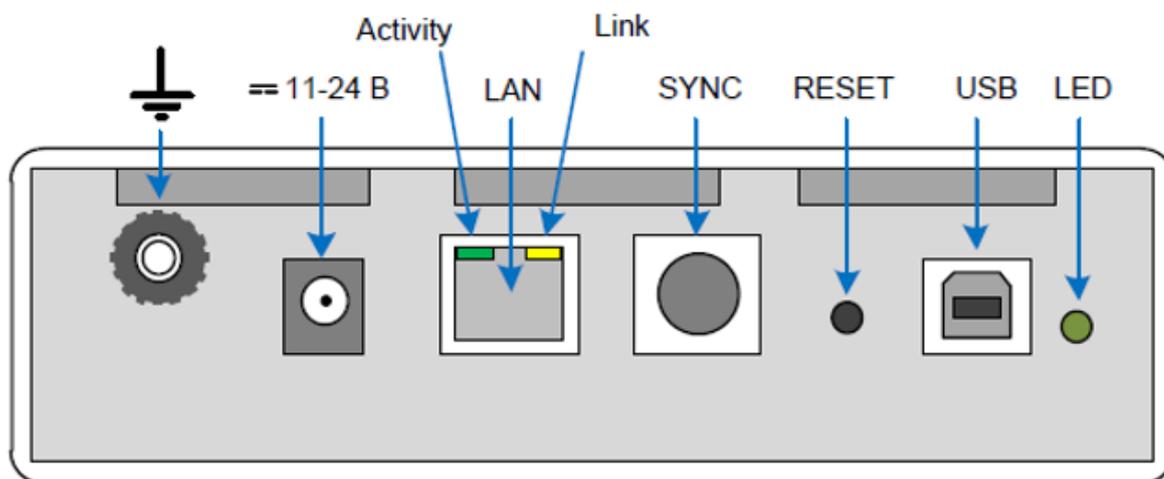


Рисунок 2 – Схематичное изображение задней панели LTR-CEU-1-4

3.2.1.3 Светодиодный индикатор «LED» имеет следующие состояния:

- непрерывное зеленое свечение означает наличие соединения по интерфейсу USB со скоростью «high speed» (мерцающий зеленый может быть во время передачи данных);
- непрерывное красное свечение означает наличие соединения по интерфейсу USB со скоростью «full speed»;
- непрерывное желто-оранжевое свечение означает отсутствие соединения по интерфейсу USB;
- отсутствие свечения (индикатор не светится) означает отсутствие напряжения питания LTR.

3.2.1.4 Внешний вид и описание сигналов на контактах разъема для подключения блока питания ДЛИЖ.565126.0012, который используется только для установок LTR, имеющих дополнительный номер исполнения «4», приведен на рисунке 3.

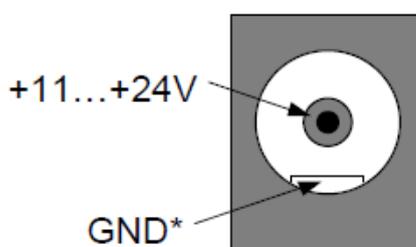


Рисунок 3 – Разъем для подключения блока питания ДЛИЖ.565126.0012

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2.1.5 Внешний вид и описание сигналов на контактах разъема синхронизации «SYNC» приведены на рисунке 4 и в таблице 33. Разъем синхронизации «SYNC» имеет два цифровых входа «DIGIN1» и «DIGIN2», два цифровых выхода «DIGOUT1», «DIGOUT2», три контакта цифровой земли «GND», два выхода 3,3 В питания внешнего устройства. У всех LTR этот разъем имеет одинаковое назначение контактов и цоколевку.

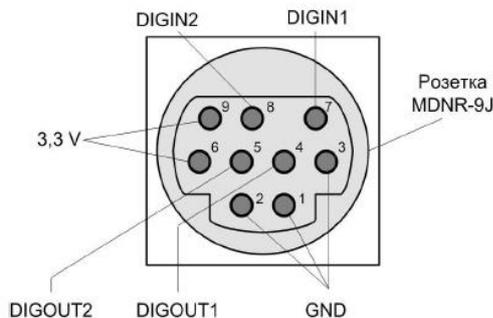


Рисунок 4 – Разъем синхронизации «SYNC»

Таблица 33

Сигнал	Тип сигнала	Описание сигнала
«DIGIN1»	Цифровой вход TTL	Вход с программируемыми функциями синхронизации LTR или цифрового входа общего назначения
«DIGIN2»	Цифровой вход TTL	Вход с программируемыми функциями синхронизации LTR или цифрового входа общего назначения
«DIGOUT1»	Цифровой выход TTL с третьим состоянием	Выход с программируемыми функциями синхронизации LTR или цифрового выхода общего назначения
«DIGOUT2»	Цифровой выход TTL с третьим состоянием	Выход с программируемыми функциями синхронизации LTR или цифрового выхода общего назначения
«3,3V»	Выход напряжения постоянного тока 3,3 В	Напряжение постоянного тока 3,3 В для питания внешних устройств
«GND»	Общий провод	Цифровая «земля»

3.2.2 Назначения разъемов и индикаторов LTR исполнений «2»

3.2.2.1 Передняя панель установки LTR-EU-2-5 служит одновременно передней панелью LTR и передней панелью входящих в состав LTR модулей.

На передней панели находятся:

- разъемы двух модулей LTR (верхний разъем соответствует первому посадочному месту модуля);
- светодиодные индикаторы «U» и «E» состояния крейта.

Светодиодный индикатор «U» состояния подключения LTR по интерфейсу USB имеет следующие состояния:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- непрерывное зеленое свечение означает наличие соединения по интерфейсу USB со скоростью «high-speed»;
- непрерывное красное свечение означает наличие соединения по интерфейсу USB со скоростью «full speed»;
- непрерывное желто-оранжевое свечение означает отсутствие соединения по интерфейсу USB.

Светодиодный индикатор «Е» состояния подключения LTR по Ethernet имеет следующие состояния:

- непрерывное зеленое свечение означает наличие соединения Ethernet на физическом уровне;
- непрерывное красное свечение означает отсутствие соединения Ethernet на физическом уровне (возможно, кабель не подключен).

Отсутствие свечения одновременно индикаторов «U» и «Е» означает отсутствие напряжения питания LTR.

3.2.2.2 На задней панели LTR-EU-2-5 расположены:

- клемма заземления « \perp »;
- разъем «USB 2.0» для подключения кабеля USB;
- разъем «ETH.» для подключения кабеля Ethernet;
- разъем синхронизации «SYNC»;
- кнопка сброса «RESET»;
- разъем для подключения блока питания из комплекта поставки « \equiv 11–30V».

Схематичное изображение задней панели LTR-EU-2-5 приведено на рисунке 5.

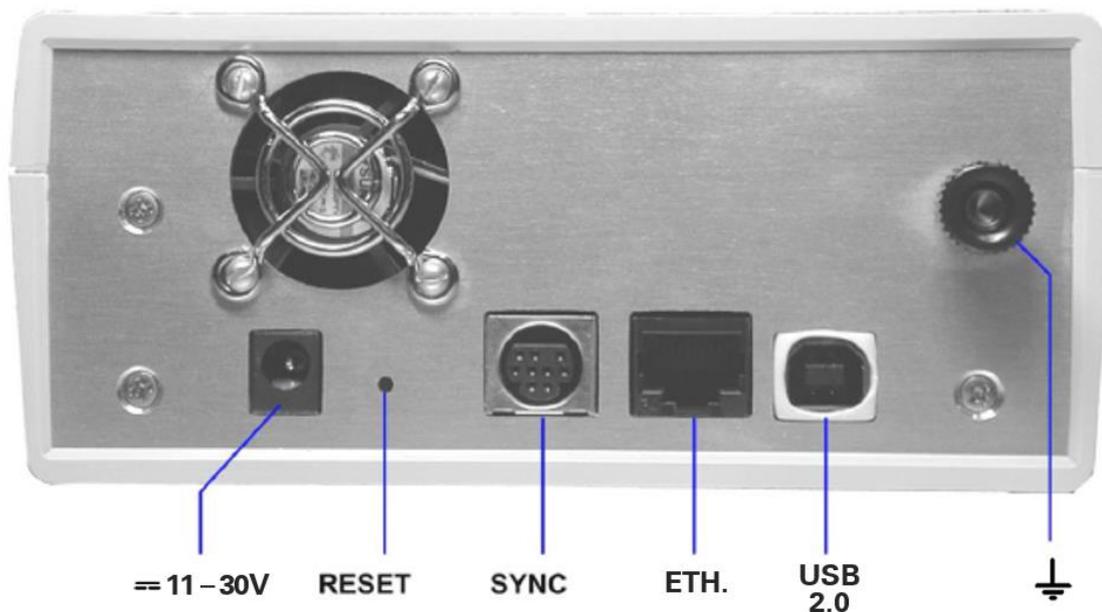


Рисунок 5 – Схематичное изображение задней панели LTR-EU-2-5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2.2.3 Внешний вид и описание сигналов на контактах разъема для подключения блока питания ДЛИЖ.565126.0006, который используется только для установок LTR, имеющих дополнительный номер исполнения «5», приведен на рисунке 6.

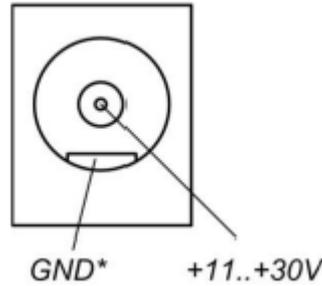


Рисунок 6 – Разъем для подключения блока питания ДЛИЖ.565126.0006

3.2.2.4 Внешний вид и описание сигналов на контактах разъема синхронизации «SYNC» приведены в п. 3.2.1.5.

3.2.3 Назначения разъемов и индикаторов LTR исполнений «8» и «16»

3.2.3.1 На передней панели LTR исполнений «8» и «16» расположены:

- светодиодный индикатор «U», который отображает состояние соединения по интерфейсу USB;
- светодиодный индикатор «E» который отображает состояние соединения по интерфейсу Ethernet;
- утопленная кнопка сброса «R», не выступающая над плоскостью панели.

Светодиодный индикатор «U» состояния подключения LTR по интерфейсу USB имеет следующие состояния:

- непрерывное зеленое свечение означает наличие соединения по интерфейсу USB со скоростью «high-speed»;
- непрерывное красное свечение означает наличие соединения по интерфейсу USB со скоростью «full speed»;
- непрерывное желто-оранжевое свечение означает отсутствие соединения по интерфейсу USB.

Светодиодный индикатор «E» состояния подключения LTR по Ethernet имеет следующие состояния:

- непрерывное зеленое свечение означает наличие соединения Ethernet на физическом уровне;
- непрерывное красное свечение означает отсутствие соединения Ethernet на физическом уровне (возможно, кабель не подключен).

Отсутствие свечения одновременно индикаторов «U» и «E» означает отсутствие напряжения питания LTR.

Кнопка сброса «R» имеет две функциональные возможности:

Индв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Индв.№ дубл.
Индв.№ подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						45

- кратковременное нажатие (менее 1 с) приводит к основному варианту начальной загрузки процессора;
- длительное нажатие (более 10 с, или ранее, чем через 10 с после включения питания LTR) вызывает альтернативный вариант загрузки процессора.

3.2.3.2 Задняя панель LTR отличается в зависимости от номера дополнительного исполнения «1», «2» и «3».

На задней панели LTR, имеющей номер дополнительного исполнения «1» расположены:

- клемма заземления «»;
- разъем для подключения кабеля USB;
- разъем «LAN» для подключения кабеля Ethernet;
- разъем синхронизации «SYNC»;
- разъем для подключения кабеля питания «~220V 50Hz»;
- выключатель блока питания;
- решетка вентилятора блока питания;
- заводская этикетка, на которой указаны модификация и исполнение LTR, серийный номер и годом изготовления.

На задней панели LTR, имеющей номер дополнительного исполнения «2» или «3» дополнительно расположена условно выделенная низковольтная секция источника питания:

- выключатель низковольтной секции источника питания;
- светодиодные индикаторы;
- клеммы "+" и "-" для подачи низковольтного питания 12_{-1}^{+3} В для номера дополнительного исполнения «2» или (27 ± 3) В для номера дополнительного исполнения «3».

Отображение светодиодными индикаторами «» и «» подключения напряжения питания LTR приведено в таблице 34.

Таблица 34

Состояние светодиодного индикатора «  »	Состояние светодиодного индикатора «  »	Подключение напряжения питания LTR
Не светится	Не светится	Напряжение питания не подключено
Светится – зеленый	Не светится	Подключено напряжение питания от сети переменного тока
Не светится	Светится – зеленый	Подключено напряжение питания от источника напряжения постоянного тока
Не светится	Светится – красный	Подключено напряжение питания от источника напряжения постоянного тока, но его значение недостаточно для работы LTR
Светится – зеленый	Светится – красный	Подключены одновременно напряжение питания от сети переменного тока и от источника напряжения постоянного тока

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.3 Описание и работа LTR

3.3.1 В LTR используется единый 32-битный индексный информационный формат, т.е. адресация номера модуля в LTR, номера канала, а также признак «Команда»/«Данные» заложены в единый для LTR 32-битный формат информационного слова.

Весь сбор данных в LTR синхронизирован относительно частот, полученных от деления на целое число частоты единого опорного генератора.

Располагающийся внутри LTR контроллер имеет индивидуальные последовательные каналы связи с модулями из состава LTR. Таким образом, все модули в LTR имеют индивидуальные радиальные связи с контроллером, при этом отсутствует непосредственная связь между модулями. Интерфейс модулей содержит элементы гальваноразвязки по цепям передачи данных и питания. Модули LTR получают питание от блока питания LTR.

В LTR использован единый генератор опорной частоты, от которого синхронизирован сбор данных.

3.3.2 Электрическая структурная схема LTR-CEU-1-4 приведена на рисунке 7.

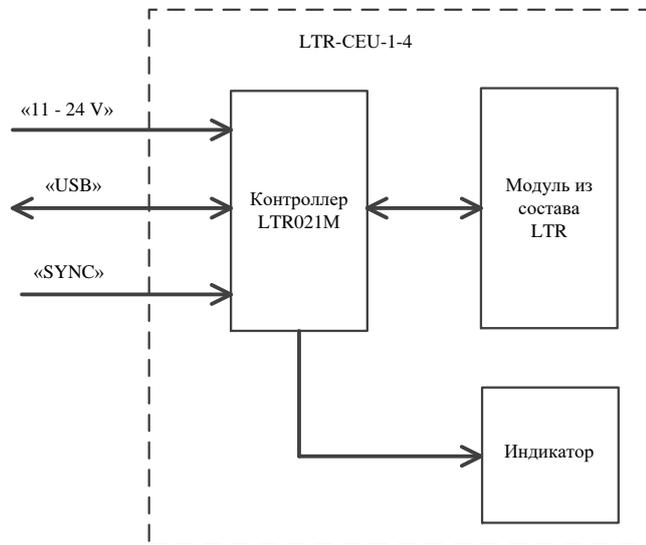


Рисунок 7 – Электрическая структурная схема LTR-CEU-1-4

Электрическая структурная схема контроллера LTR021M – на рисунке 8.

Индв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Индв.№ дубл.
Индв.№ подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

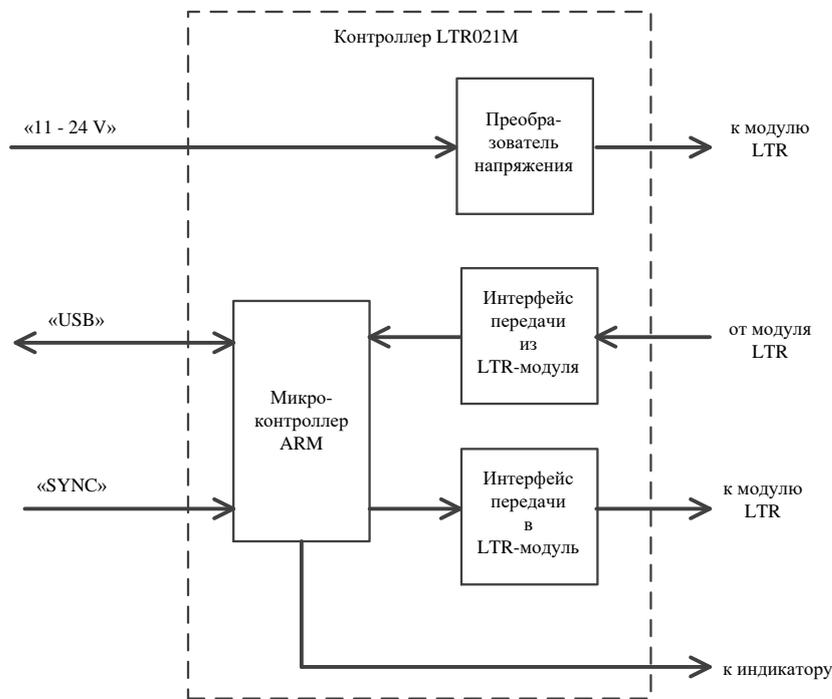


Рисунок 8 – Электрическая структурная схема контроллера LTR021M

В контроллере LTR021M функции буферизации данных в обе стороны по принципу FIFO, а также роль контроллера USB 2.0 full-speed выполняет двухядерный ARM-контроллер LPC4337. Программное обеспечение полностью хранится в его внутренней энергонезависимой памяти. Его обновление возможно через USB интерфейс.

Низкоуровневый интерфейс LTR-модуля реализован на базе ПЛИС FPGA. Функционально это два независимых последовательных канала передачи данных от модуля в микроконтроллер ARM и обратно.

Следует отметить, что интерфейсы LTR-CEU-1-4 получают питание от интерфейса USB, поэтому USB-устройство определяется операционной системой компьютера в случае, если подключен USB-кабель независимо от того, в каком состоянии находится LTR – включенном или выключенном.

3.3.3 Электрическая структурная схема LTR-EU-2-5 приведена на рисунке 9.

Электрическая структурная схема LTR-EU-2-5 включает в себя контроллер LTR031M, двухместную кросс-плату LTR031C, индикаторы и модули из состава LTR (до двух).

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	------------	-------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

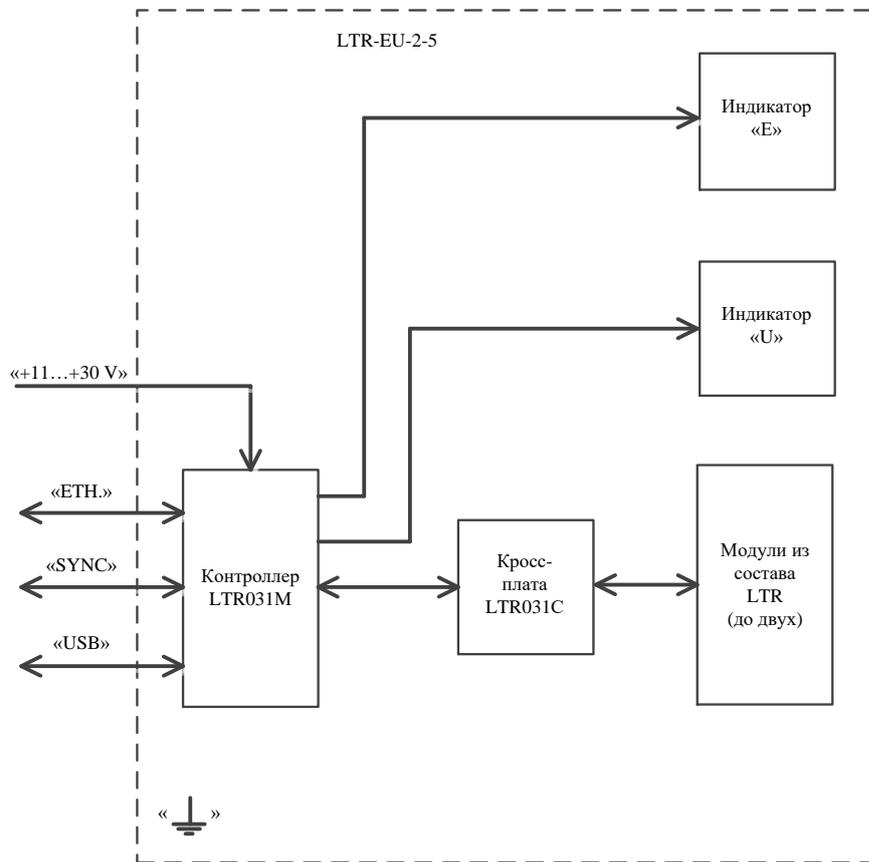


Рисунок 9 – Электрическая структурная схема LTR-EU-2-5

В LTR модификации «EU» функции управления работой выполняет встроенный контроллер, выполненный на основе процессора Blackfin ADSP-BF537.

Электрическая структурная схема контроллеров LTR031M (LTR030) приведена на рисунке 10.

Инв.№ подл.	Подпись и дата			
	Индв.№ дубл.			
Взам.инв.№				Подпись и дата
Индв.№ дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
ДЛИЖ.301422.0010 РЭ				Лист
				49

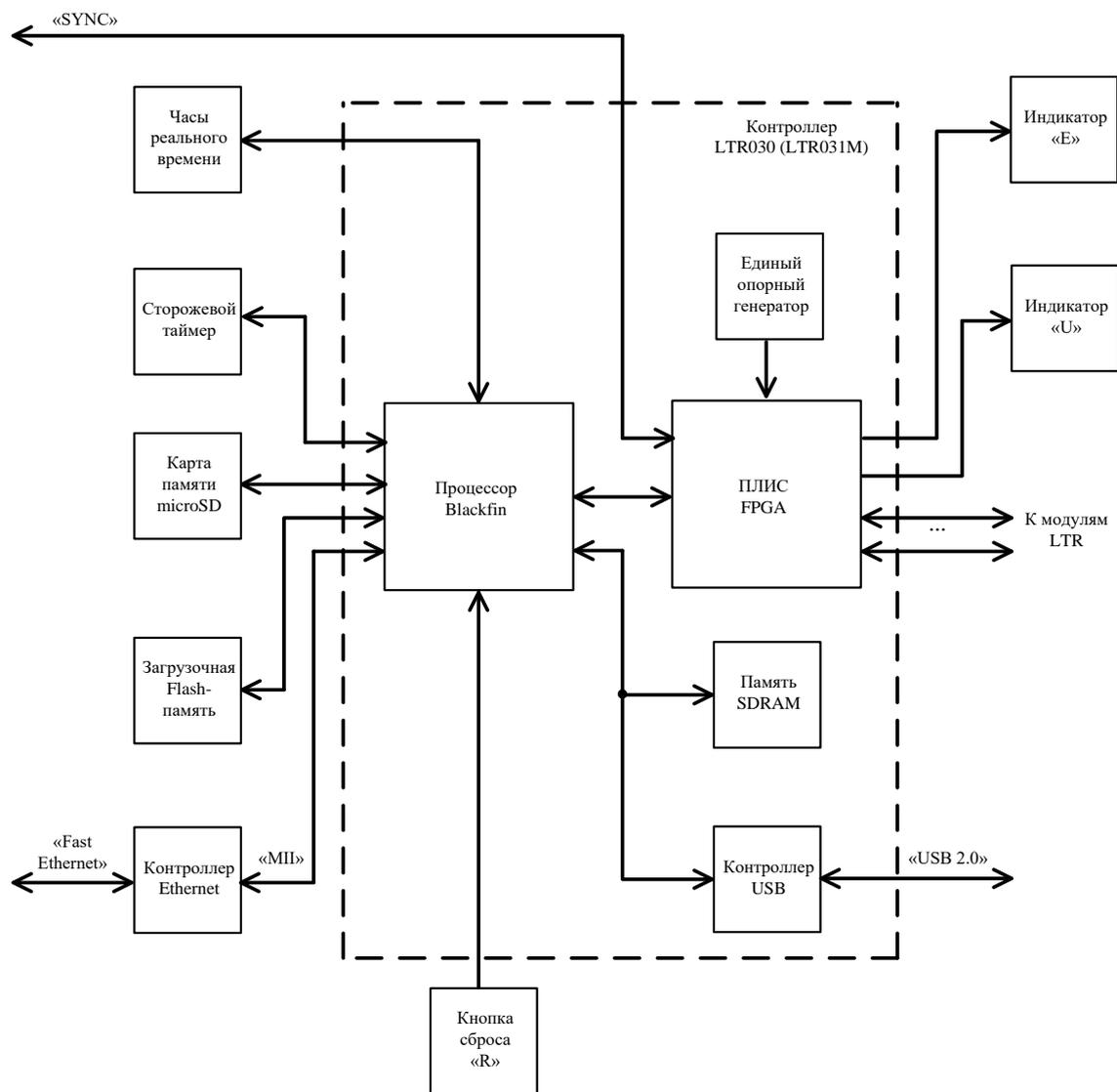


Рисунок 10 – Электрическая структурная схема контроллеров LTR030 (LTR031M)

Основой контроллеров LTR030 (LTR031M) является процессор Blackfin ADSP-BF537. К выделенному интерфейсу «МПИ» процессора Blackfin подключен контроллер Ethernet физического уровня (Ethernet PHY), который может поддерживать полнодуплексный протокол 100 Mb/s на физическом уровне. Ресурс шины внешней памяти процессора поделен между двумя устройствами: памятью SDRAM и контроллером USB интерфейса. ПЛИС FPGA Cyclone выполняет низкоуровневые функции интерфейса модулей LTR. Память SDRAM объемом 32 МВ является внешней памятью общего применения процессора, максимальная частота работы шины памяти – 133 МГц. Единый опорный генератор с частотой 60 МГц используется для синхронизации процессов LTR, в т.ч., для синхронизации работы LTR.

В отличие от контроллера LTR031M, контроллер LTR030 имеет систему адаптивного контроля и регулировки скорости вращения вентиляторов, состоящую из цифрового датчика температуры, датчика частоты вращения вентиляторов и системы управления скоростью вращения вентиляторов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.3.4 Электрическая структурная схема LTR-EU-16 приведена на рисунке 11.

Электрическая структурная схема LTR-EU-16 включает в себя: контроллер LTR030, две восьмиместные кросс-платы LTR001, источник питания и модули из состава LTR (до 16 модулей). LTR-EU-8 содержит только одну кросс-плату LTR001 и модули из состава LTR в количестве от одного до восьми.

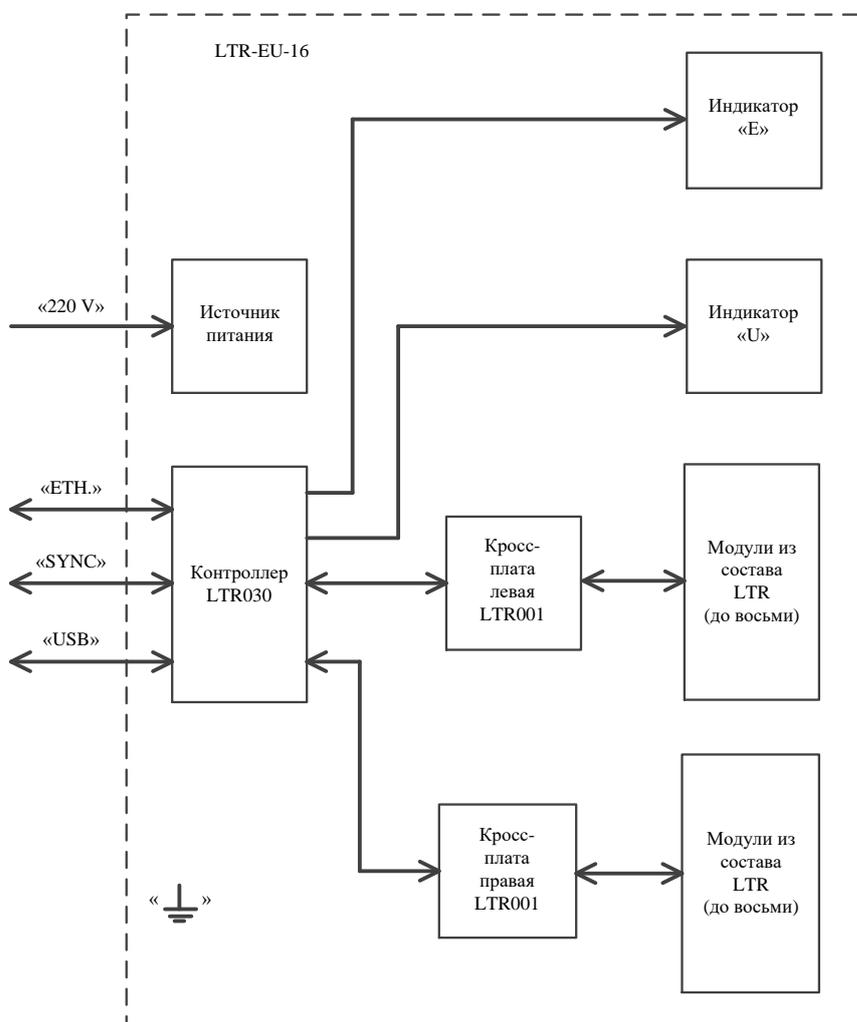


Рисунок 11 – Электрическая структурная схема LTR-EU-16

Тип источника питания, указанного на рисунке 11, зависит от дополнительного номера исполнения LTR и приведен в таблице 35.

Таблица 35

Дополнительный номер исполнения LTR	Тип встроенного источника питания
1	LTRP1
2	LTRP12
3	LTRP27

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Связь контроллера с модулями LTR осуществляется посредством кросс-платы LTR001. Через кросс-плату также осуществляется подача питания на модули LTR.

3.4 Сведения о конструкции модулей LTR

3.4.1 Конструктивно все модули LTR представляют собой печатную плату размером 134 x 102 мм с привинченной к ней панелью FRN1L. На панели модуля находится пользовательский сигнальный разъем DB-37M (кроме LTR210), снизу располагается ручка. На ручке модуля наклеена этикетка с названием модуля.

3.4.2 Панель FRN1L имеет нижний и верхний крепежные винты для фиксации модуля при установке в установку LTR.

3.4.3 Панель модуля LTR с внутренней стороны имеет также лепесток электростатического заземления, который входит в контакт с корпусом LTR только при условии закрученных крепежных винтов панели. В LTR исполнениях «8» и «16» операция по перестановке модулей LTR относительно проста.

3.4.4 При установке модулей в установки исполнений «1» и «2» панель FRN1L модуля не используется и ее роль выполняет передняя панель (для LTR210 используется специальная панель). Рекомендуется установку модуля в установки исполнений «1» и «2» осуществлять на предприятии-изготовителе в процессе производства.

3.5 Модуль измерительный LTR11

3.5.1 Назначение и технические характеристики LTR11 приведены в п. 2.2.

Внешний вид LTR11 приведен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Внешний вид LTR11

Электрическая структурная схема LTR11 приведена на рисунке 13.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

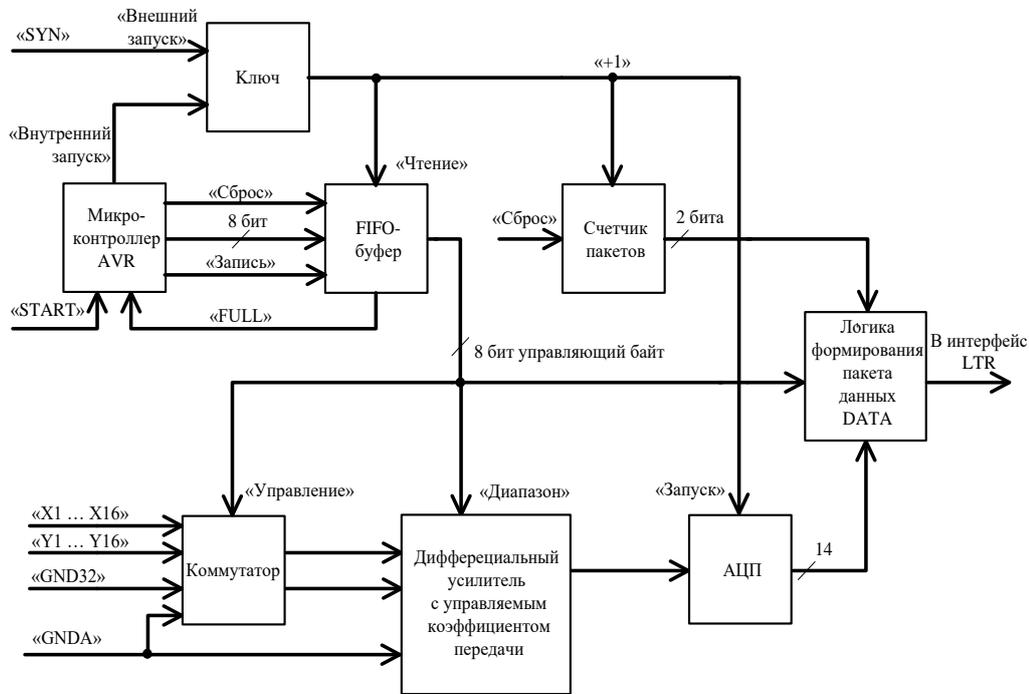


Рисунок 13 – Электрическая структурная схема LTR11

Коммутатор, дифференциальный усилитель с управляемым коэффициентом передачи и входные цепи 14-битного АЦП последовательного приближения образуют аналоговый тракт LTR11.

Подключение входных сигналов к LTR11 осуществляется двумя способами: по дифференциальной схеме (максимально возможное количество измерительных каналов – 16) и по схеме «с общей землей» (максимально возможное количество измерительных каналов – 32). В дифференциальной схеме измерительный канал напряжения образуется неинвертирующим входом « X_i » и инвертирующим входом « Y_i » (i – от 1 до 16). В схеме подключения «с общей землей» измерительные каналы напряжения (до 32) образуются неинвертирующими входами « X_i » и « Y_i » (i – от 1 до 16) и общим инвертирующим входом «GND32».

Входные сигналы « X_1 » – « X_{16} », « Y_1 » – « Y_{16} », «GND32» пройдя через коммутатор, попадают на дифференциальный усилитель с управляемым коэффициентом передачи, где сигнал масштабируется в соответствии с установленным диапазоном измерений и отделяется от синфазной помехи. С выхода усилителя сигнал подается на вход АЦП.

Управление выбором схемы подключения входных сигналов, выбором опрашиваемых каналов и диапазона измерений осуществляется посредством управляющего байта, приходящего от микроконтроллера AVR через FIFO-буфер. Последовательность этих байтов, управляющих кадром сбора данных АЦП, записывается в управляющую таблицу в память микроконтроллера AVR через интерфейс LTR на этапе начальной инициализации модуля LTR11.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изнв.№ подл.	Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.	Подпись и дата	

Микроконтроллер AVR в процессе сбора данных, циклически считывая управляющую таблицу, на каждый отсчет АЦП выдает очередной управляющий байт в аналоговый тракт. Управляющая таблица, размер которой может быть предварительно задан от 1 до 128 байт, позволяет гибко задавать последовательность опроса каналов в кадре.

Сигнал запуска АЦП, программно коммутируемый ключом, может быть внешним (режим «Внешний запуск») или внутренним, от внутреннего делителя частоты (режим «Внутренний запуск»).

В режиме «Внутренний запуск» частота преобразования АЦП задается программно. Она является продуктом деления на целое число частоты генератора, установленного в контроллере LTR, и находится в диапазоне от 5 Гц до 400 кГц. Метрологические характеристики LTR11 (пп. 2.2.6, 2.2.7, 2.2.10) обеспечены на частотах преобразования 20; 100; 400 кГц.

В режиме «Внешний запуск» частота сигнала «SYN» может быть любой, но не более 400 кГц. Программно можно настроить, фронт или спад будет являться активным перепадом сигнала синхронизации «SYN».

В режиме «Внутренний запуск» АЦП запускается для первого по порядку канала, прописанного в управляющей таблице, и далее периодический опрос каналов ведется в соответствии с управляющей таблицей.

В режиме «Внешний запуск» АЦП запускается от каждого пришедшего импульса внешнего запуска «SYN», опрос каналов ведется в соответствии с управляющей таблицей.

Сигнал «START» (внешний старт сбора данных) – сигнал прерывания микроконтроллера AVR, который обрабатывается программой микроконтроллера AVR в режиме ожидания внешнего старта в случае, если такой режим установлен. По сигналу «START» микроконтроллер запускает сбор данных. Сигнал «START» следует использовать тогда, когда время начала сбора данных относительно фронта (или спада) внешнего TTL-сигнала должно быть известно с точностью до единиц микросекунд.

3.5.2 Подключение внешних сигналов к LTR11 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR11. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 14, назначение сигналов – в таблице 36.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					54

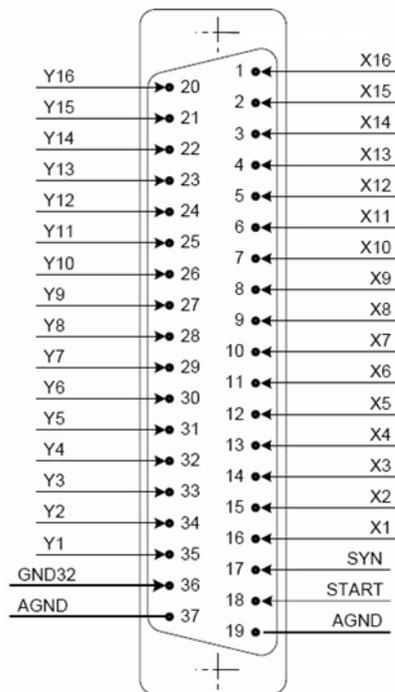


Рисунок 14 – Внешний вид разъема LTR11

Таблица 36

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«AGND»	—	—	Аналоговая земля
«GND32»	«AGND»	Вход	Общий инвертирующий вход напряжения при подключении LTR11 по схеме «с общей землей». При подключении LTR11 по дифференциальной схеме должен быть подключен к общей точке «AGND»
«X1» – «X16»	«AGND»	Вход	Неинвертирующие входы (от 1 до 16) напряжения для обеих схем подключения LTR11. Неиспользуемые входы «X1» – «X16» рекомендуется подключать к общей точке «AGND»
«Y1» – «Y16»	«AGND»	Вход	Инвертирующие входы напряжения (от 1 до 16) при подключении LTR11 по дифференциальной схеме. Неинвертирующие входы напряжения (с 17 по 32) при подключении LTR11 по схеме «с общей землей». Неиспользуемые входы «Y1» – «Y16» рекомендуется подключать к «AGND»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 36

«SYN»	«AGND»	Вход	Вход синхронизации АЦП в режиме «Внешний запуск». Совместим с выходным логическим уровнем TTL/CMOS-элементов с напряжением питания +5 В. Неиспользуемый вход сигнала запуска АЦП может быть никуда не подключен. Вход имеет резисторную подтяжку 20 кОм на внутреннюю цепь +5 В LTR11
«START»	«AGND»	Вход	Вход сигнала старта сбора данных. Совместим с выходным логическим уровнем TTL/CMOS-элементов с напряжением питания +5 В. Неиспользуемый вход сигнала старта сбора данных может быть никуда не подключен. Вход имеет резисторную подтяжку 20 кОм на внутреннюю цепь +5 В LTR11

3.5.3 LTR11 после включения LTR имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 37.

Таблица 37

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Резисторная подтяжка
«GND32»	Аналоговый вход	Не менее 10 МОм для одноканального режима. Переменное активно-емкостное для многоканального режима	±27 В относительно «AGND»	Отсутствует
«X1» – «X16»				
«Y1» – «Y16»				
«SYN»	Цифровой вход	20 кОм	От -0,5 до +5,5 В относительно «AGND»	20 кОм
«START»				

При работе LTR11 в многоканальном режиме входное сопротивление измерительного канала менее 5 МОм и носит переменный активно-емкостный характер из-за влияния перезарядки емкости коммутатора на входе LTR11. Данный переходный процесс возникает в момент коммутации канала и затухает за время, зависящее от внутреннего сопротивления источника сигнала. Таким образом, межканальное прохождение и динамическая ошибка в многоканальном режиме зависят от сопротивления источника сигнала, частоты преобразования АЦП и установленного диапазона измерений LTR11.

3.5.4 Предельно допустимые условия для сигнальных линий LTR11 в выключенном состоянии LTR11 приведены в таблице 38.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 38

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
«GND32»	Аналоговый вход	Не менее 1 кОм	±16 В относительно «AGND»
«X1» – «X16»			
«Y1» – «Y16»			
«SYN»	Цифровой вход	Не менее 200 Ом относительно «AGND»	От -0,5 до +5,5 В относительно «AGND»
«START»			

3.6 Модуль измерительный LTR114

3.6.1 Назначение и технические характеристики LTR114 приведены в п. 2.3.

Внешний вид LTR114 приведен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Внешний вид LTR114

Электрическая структурная схема LTR114 приведена на рисунке 16.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

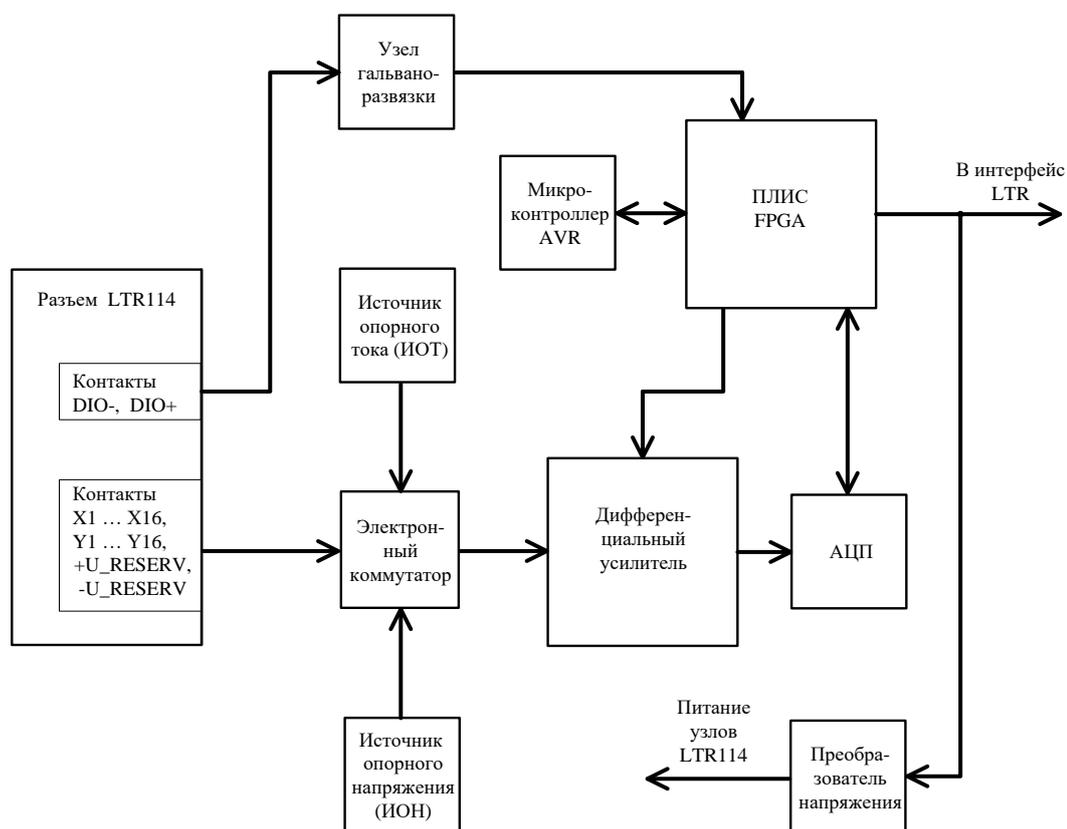


Рисунок 16 – Электрическая структурная схема LTR114

Высокостабильный источник опорного напряжения (далее – ИОН) имеет управляемый выход напряжения постоянного тока 4,2; 2; 0,4 В.

Высокостабильный источник опорного тока (далее – ИОТ) имеет управляемый выход постоянного тока 1; 0,33; 0,1 мА.

АЦП представляет собой 24-битный сигма-дельта АЦП типа LTC2440 с программируемым соотношением частоты сбора данных и разрешения.

ПЛИС FPGA имеет жесткую логику управления, внешняя загрузка не требуется, возможности пользовательского обновления нет.

Коэффициент передачи дифференциального усилителя управляется программно и определяется выбором диапазона измерений LTR114.

Электронный коммутатор коммутирует:

- напряжение из выбранного измерительного канала (с выбранных контактов разъема LTR114 (см. п.3.6.3)) на вход дифференциального усилителя;
- выход ИОТ в токовую цепь выбранного измерительного канала (см. п.3.6.3) при измерении электрического сопротивления постоянному току (по четырехпроводной схеме измерений);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

– напряжение ИОН на вход дифференциального усилителя, собственное напряжение нуля дифференциального усилителя в процессе автокалибровки LTR114 (см. п.3.6.2).

3.6.2 При выполнении измерений напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току в LTR114 предусмотрены два режима работы – «Начальная автокалибровка» и «Постоянная автокалибровка».

При выпуске LTR114 из производства значения на выходе ИОН и ИОТ измеряются с высокой точностью и записываются в энергонезависимую память микроконтроллера AVR.

При работе в режиме «Начальная автокалибровка» один раз в начале сбора данных (при старте) электронный коммутатор LTR114 коммутирует с выхода ИОН на вход дифференциального усилителя напряжение 4,2; 2; 0,4 В. Эти значения напряжения измеряются в LTR114, по результатам измерений и значениям напряжения ИОН, хранящимся в энергонезависимой памяти микроконтроллера AVR, микроконтроллер AVR рассчитывает поправочные коэффициенты. Затем электронный коммутатор поочередно опрашивает заданные измерительные каналы, в которых выполняются измерения напряжения или сопротивления (по четырехпроводной схеме), в интерфейс LTR выдаются результаты измерений с учетом определенных при старте поправочных коэффициентов.

В режиме «Постоянная автокалибровка» эта же процедура определения поправочных коэффициентов выполняется в каждом цикле (кадре) опроса измерительных каналов, и в интерфейс LTR выдаются результаты измерений, в которых учтены определенные в последнем цикле (кадре) поправочные коэффициенты. Этот режим используется, если необходимо выполнить более точные измерения (пп.2.3.9, 2.3.10).

При измерении электрического сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме через это сопротивление протекает известный ток (значение силы тока хранится в энергонезависимой памяти микроконтроллера AVR). LTR114 измеряет падение напряжения на сопротивлении. В микроконтроллере AVR рассчитывается результат измерения сопротивления как частное от деления падения напряжения на значение силы протекающего через сопротивление тока (закон Ома). Этот результат и передается в интерфейс LTR.

Для более точного измерения сопротивления в LTR114 предусмотрено измерение падения напряжения на нем при пропускании тока через сопротивление в двух противоположных направлениях, результат получается путем усредняется двух измерений.

3.6.3 Подключение внешних сигналов к LTR114 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR114. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 17, назначение сигналов – в таблице 39.

ИОН № подл.	Подпись и дата
ИОН № дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
ИОН № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

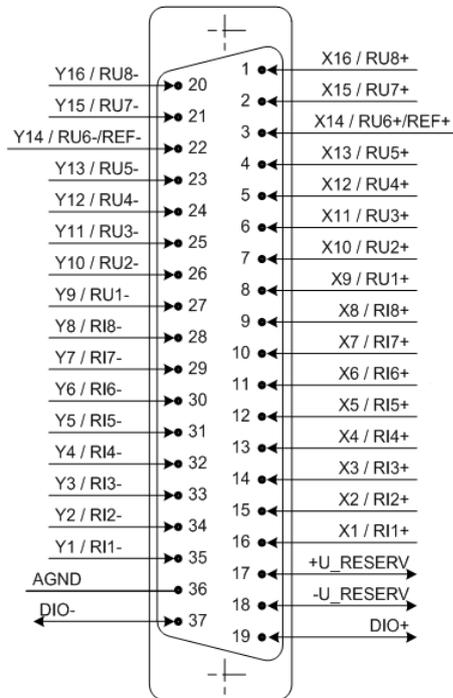


Рисунок 17 – Внешний вид разъема LTR114

Таблица 39

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«X1» – «X16»	«AGND»	Вход	Неинвертирующие входы напряжения каналов с первого по шестнадцатый
«Y1» – «Y16»	«AGND»	Вход	Инвертирующие входы напряжения каналов с первого по шестнадцатый
(«RI1-» – «RI1+») – («RI8-» – «RI8+»)	–	Выход	Пары цепей («RI1-», «RI1+») – («RI8-», «RI8+»); образуют полюсы восьми токовых цепей при измерении сопротивления каждого из восьми резисторов *
(«RU1-» – «RU1+») – («RU8-» – «RU8+»)	–	Вход	Пары цепей («RI1-» – «RI1+») – («RI8-» – «RI8+»); образуют полюсы восьми цепей измерения падения напряжения при измерении сопротивления каждого из восьми резисторов *
«DIO+»	«DIO-»	Вход-выход	Электрически изолированный интерфейс, который может быть использован для подключения: <ul style="list-style-type: none"> – внешнего термодатчика DS18S20; – других LTR114 для объединения их в единую синхронную схему по принципу «один ведущий – несколько ведомых»; – внешнего TTL-выхода сигнала, от которого может быть синхронизирована частота преобразования АЦП; – внешнего TTL-входа устройства, фиксирующего моменты внутреннего запуска преобразования АЦП

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 39

«+U_RESERV», «-U_RESERV»	«AGND»	Вход-выход	Цепи для обеспечения резервированной схемы подключения двух LTR114 к одним и тем же источникам сигналов
«REF+», «REF-»	«AGND»	Выход	Контрольный выход ИОН LTR114

* Каждый резистор (от 0 до 4 кОм) подключается к цепям «RI_{i-}», «RI_{i+}», «RU_{i-}», «RU_{i+}» (i – номер цепи по порядку от 1 до 8) по четырехпроводной схеме

3.6.4 LTR114 после включения LTR имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 40.

Таблица 40

Сигнал	Тип	Входное электрическое сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
«X1» – «X16»	Аналоговый вход	Не менее 100 МОм для одноканального режима. Переменное активно-емкостное для многоканального режима	±20 В относительно «AGND» в режиме измерений напряжения
«Y1» – «Y16»			
«+U_RESERV»	Вход резервного питания входных цепей	–	От –0,2 до +22 В относительно «AGND». Недопустимо короткое замыкание на линии «-U_RESERV» и «AGND»
«-U_RESERV»	Вход резервного питания входных цепей	–	От –22 до +0,2 В относительно «AGND» Недопустимо короткое замыкание на линии «+U_RESERV» и «AGND»
«DIO+»	Двунаправленная универсальная цифровая линия	В режиме внешней синхронизации: – более 50 кОм при настройке на вход; – около 50 Ом при настройке на выход	От –0,3 до +5,5 В относительно цепи «DIO-». Максимальный ток ±20 мА. Допустимо замыкание «DIO+» на «DIO-» в течение времени не более 5 с

3.6.5 Предельно допустимые условия сигнальных линий для выключенного LTR114 представлены в таблице 41.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 41

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
«X1» – «X16»	Аналоговый вход	Не менее 100 МОм	±20 В относительно «AGND»
«Y1» – «Y16»			
«+U_RESERV»	Вход резервного питания входных цепей	–	От –0,2 до +22 В относительно «AGND»
«-U_RESERV»	Вход резервного питания входных цепей	–	От –22 до 0,2 В относительно «AGND»
«DIO+»	Двунаправленная универсальная цифровая линия	Около 100 Ом	От –0,3 до +5,5 В относительно цепи «DIO-». Максимальный ток ±20 мА

3.7 Модуль измерительный LTR12

3.7.1 Назначение и технические характеристики LTR12 приведены в п. 2.4.

Электрическая структурная схема LTR12 приведена на рисунке 18.

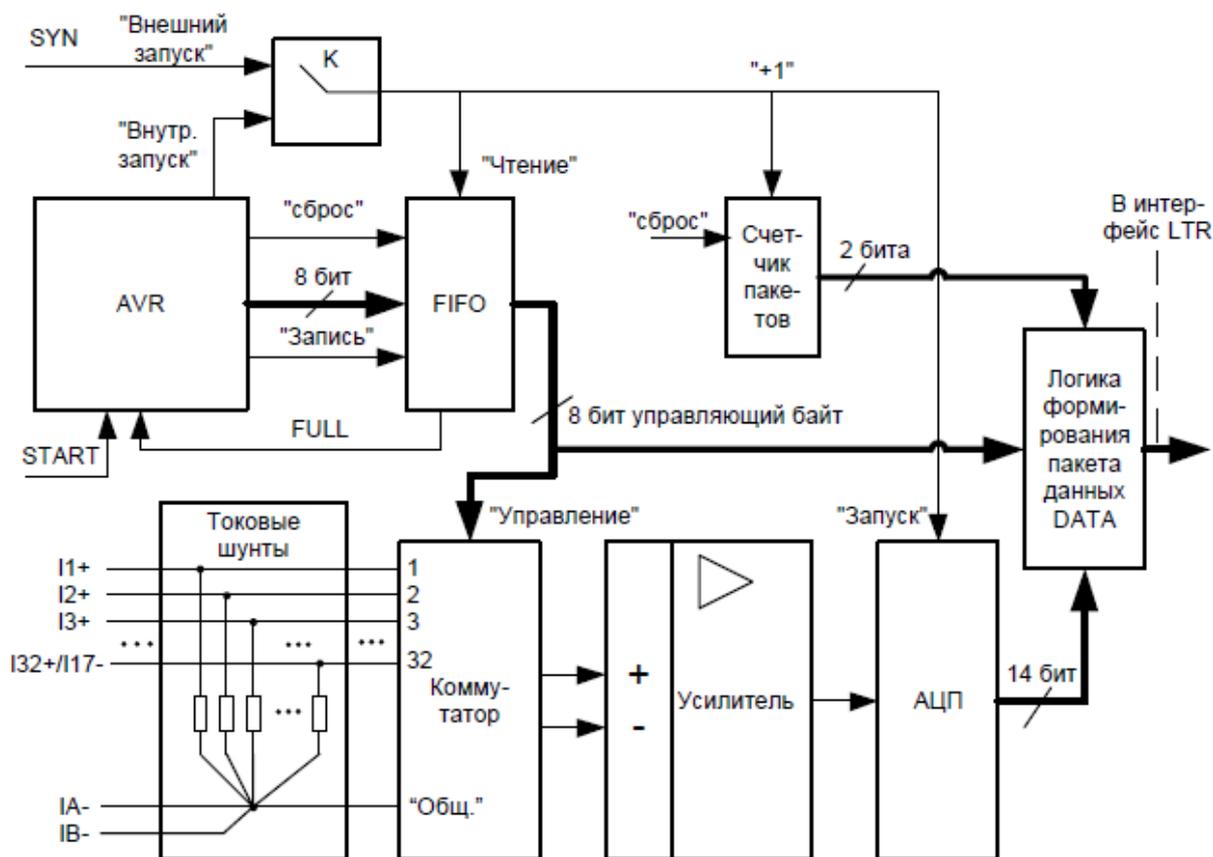


Рисунок 18 – Электрическая структурная схема модуля LTR12

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Токовые шунты, коммутатор, усилитель и входные цепи АЦП образуют аналоговый канал LTR12.

Входные токовые сигналы «I1+», ..., «I32+», пройдя через шунты и цепь общего провода «IA-», «IB+», преобразуются на шунтах в сигналы напряжения. Сигналы напряжения, пройдя через управляемый электронный коммутатор, попадают на усилитель с фиксированным коэффициентом передачи. Остальное описание схемы LTR12 аналогично схеме LTR11 п. 3.5.1.

3.7.2 Подключение внешних сигналов к LTR12 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR12. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 19, назначение сигналов – в таблице 42.

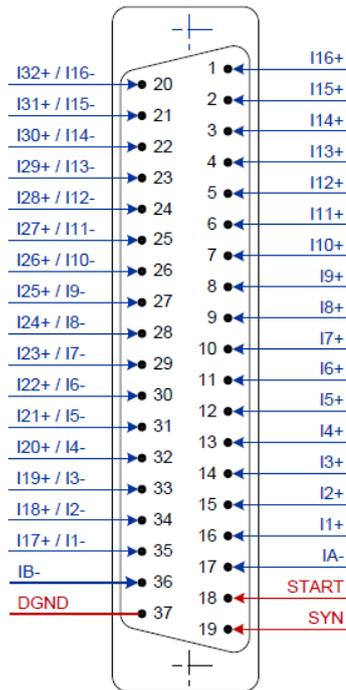


Рисунок 19 – Внешний вид разъема LTR12

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 42

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«IA-», «IB-»	–	Вход вытекающего тока	«Цепь общего провода» 32 токовых входа. Входы «IA-», «IB-» равноценны, они электрически соединены в общей точке внутри LTR12
«I1+» – «I16+» «I17+/I1-» – «I32+/I16-»	«IA-», «IB-»	Вход втекающего тока	Входы тока ±20 мА. Входы «I1+» – «I16+» могут быть использованы при подключении к внешним источникам тока по схеме “с общей землей”. Пары входов «I17+/I1-» – «I32+/I16-» могут быть использованы при подключении к внешним источникам тока по дифференциальной схеме (измерение разности токов).
«DGND»	–	–	Цифровая земля
«SYN»	«DGND»	Вход	Вход синхронизации АЦП в режиме «Внешний запуск». Совместим с выходным логическим уровнем TTL/CMOS/LVTTL-элементов с напряжением питания +5 В и +3,3 В. Неиспользуемый вход сигнала запуска АЦП может быть никуда не подключен. Вход имеет резисторную подтяжку 20 кОм на внутреннюю цепь +5 В.
«START»	«DGND»	Вход	Вход сигнала старта сбора данных. Совместим с выходным логическим уровнем TTL/CMOS/ LVTTL -элементов с напряжением питания +5 В и +3,3 В. Неиспользуемый вход сигнала старта сбора данных может быть никуда не подключен. Вход имеет резисторную подтяжку 20 кОм на внутреннюю цепь +5 В.

Входы «IA-», «IB-», «I1+» – «I16+», «I17+/I1-» – «I32+/I16-» образуют первую гальванически изолированную группу входов (на рисунке 19 обозначены синим цветом).

Входы «DGND», «SYN», «START» образуют вторую гальванически изолированную группу входов (на рисунке 19 обозначены красным цветом).

3.7.3 LTR12 после включения LTR имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 43.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 43

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Резисторная подтяжка
«I1+» – «I16+» «I17+/I1-» – «I32+/I16-»	Аналоговый вход	25 Ом относительно «IA-», «IB-».	±50 мА	Отсутствует
«IA-», «IB-»	Аналоговый вход	–	±1 А	Отсутствует
«SYN» «START»	Цифровой вход	20 кОм	От -0,5 до +5,5 В относительно «DGND»	20 кОм

Для улучшения соотношения сигнал-помеха на измерительных входах тока рекомендуется использовать либо экранированные подключения, либо витые пары. В этом случае экраны и один провод, связанный с цепью общего провода каждой витой пары, следует соединить с цепью «IA-», «IB-».

Неиспользованные токовые входы рекомендуется не подключать на стороне LTR12. При использовании внешней синхронизации «SYN» и (или) «START» подключать внешние источники синхросигналов рекомендуется экранированными проводами. Если внешняя синхронизация не используется, соответствующий вход синхронизации на стороне LTR12 рекомендуется не подключать.

3.8 Модуль измерительный LTR210

3.8.1 Назначение и технические характеристики LTR210 приведены в п. 2.5.

Внешний вид LTR210 приведен на рисунке 20.

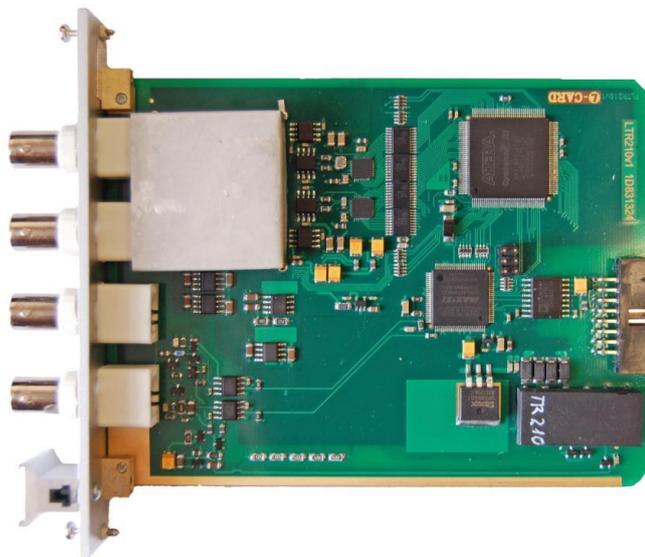


Рисунок 20 – Внешний вид LTR210

Электрическая структурная схема LTR210 приведена на рисунке 21.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

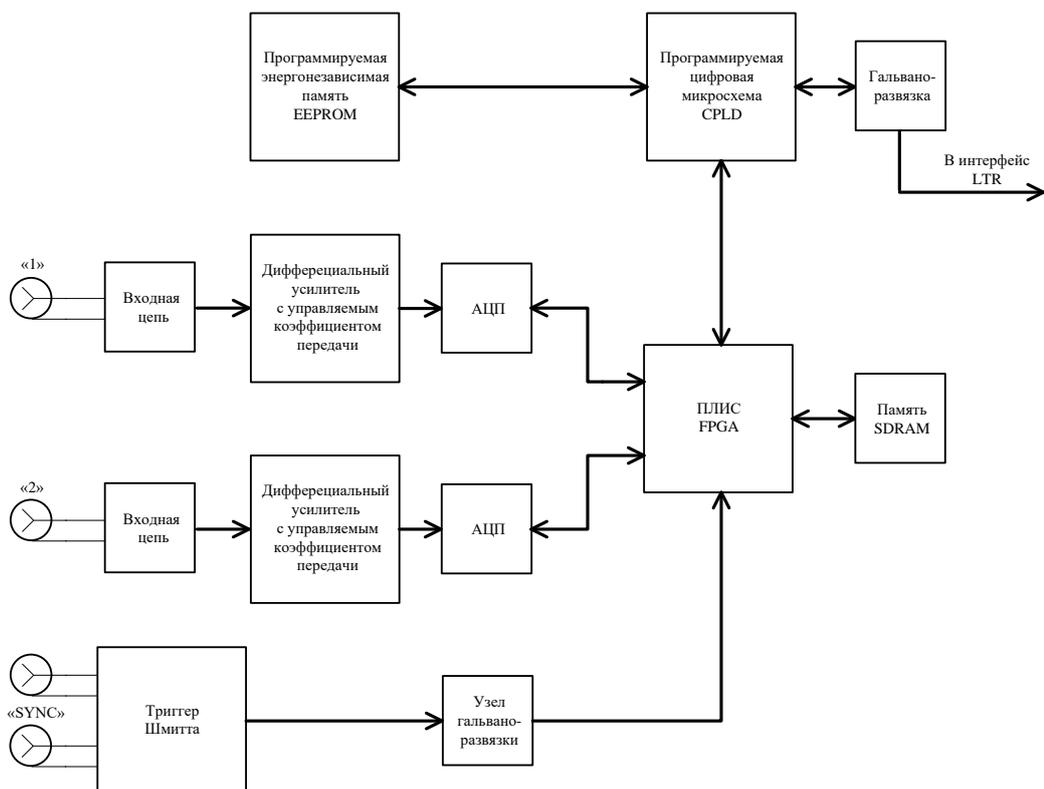


Рисунок 21 – Электрическая структурная схема LTR210

LTR210 содержит два одинаковых измерительных канала с соответствующими коаксиальными входами «1» и «2». Во входной цепи каждого канала осуществляется переключение между режимом, при котором пропускаются и постоянная, и переменная составляющие сигнала (режим «Без отсечки DC/AC»), и режимом, при котором постоянная составляющая входного сигнала отсекается (режим «С отсечкой AC»). Метрологические характеристики LTR210 нормируются только для режима работы «Без отсечки DC/AC».

Коэффициент передачи дифференциального усилителя изменяется программно, что позволяет выполнять измерения на пределах, указанных в п. 2.5.4.

С выхода дифференциального усилителя сигнал поступает на АЦП типа LTC2245, имеющий внутреннюю конвейерную архитектуру.

Независимо для каждого измерительного канала ПЛИС FPGA:

- управляет входными цепями и дифференциальными усилителями;
- осуществляет синхронизацию АЦП;
- получает и обрабатывает данные от обоих АЦП;
- осуществляет буферизацию данных в память SDRAM (объем 32 Мбайт);
- реализует функции синхронизации данных по каналу синхронизации «SYNC»;
- отправляет обработанные данные в программируемую цифровую микросхему CPLD для дальнейшей отправки в интерфейс LTR-модуля.

Инв.№ подл.	Подпись и дата
	Изнв.№ дубл.
	Взам.инв.№
	Подпись и дата
	Изнв.№ подл.

Внешний канал синхронизации LTR210 имеет два параллельно подключенных разъема «SYNC» на панели модуля. LTR210 может работать как в режиме ведущего, так и в режиме ведомого. На электрической структурной схеме (см. рисунок 21) показан режим, когда LTR210 является ведомым. В этом случае синхросигнал принимается триггером Шмитта и далее передается через элемент гальваноразвязки в ПЛИС FPGA. Событие синхронизации соответствует возрастающему фронту напряжения и тока в линии «SYNC».

Входные характеристики канала синхронизации LTR210:

- порог переключения от +1,5 до +2,4 В;
- величина напряжения гистерезиса от 0,4 до 1,3 В;
- входное сопротивление 50кОм.

Выходные характеристики канала синхронизации LTR210:

- номинальное сопротивление нагрузки 25 Ом, т.е. нагрузки 50 Ом по обоим концам линии;
- активный импульсный выходной ток 150 мА, длительность импульса 1 мкс;
- пассивный выходной ток менее 2 мкА;
- выходное напряжение «холостого хода» до 11 В (пиковое напряжение импульса 1 мкс);
- выходное пиковое напряжение на номинальной нагрузке от +3,0 до +4,5 В.

3.8.2 Подключение внешних сигналов к LTR210 осуществляется посредством разъемов типа BNC (приборные розетки). Назначение сигналов разъема приведено в таблице 44.

Таблица 44

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
 «1» «2»	«AGND»	Вход	Входы первого и второго измерительных каналов LTR210, гальванически изолированные от корпуса
«SYNC» 	Корпус и цепь заземления LTR	Вход-выход	Параллельно соединенные входы канала синхронизации. LTR210 может являться как приемником сигнала синхронизации из этой линии, так и передатчиком

3.8.3 LTR210 после включения LTR имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 45.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 45

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
	Вход	1 МОм	± 20 В
«SYNC» 	Вход-выход	50 Ом при напряжении от 0 до 4,3 В	Предельно допустимое входное напряжение: от –6,0 до +11 В длговременно; от – 12 В до +15 В в течение 1 мс

3.8.4 Предельно допустимые условия сигнальных линий для выключенного LTR210 представлены в таблице 46.

Таблица 46

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
	Вход	Имеет сложный нелинейный характер	± 20 В
«SYNC» 	Вход-выход	Около 15 кОм при напряжении от 0 до 4,3 В	Предельно допустимое входное напряжение: от –6,0 до +11 В длговременно; от – 12 В до +15 В в течение 1 мс

3.9 Модуль измерительный LTR212

3.9.1 Назначение и технические характеристики LTR212 приведены в п. 2.6.

Внешний вид LTR212 приведен на рисунке 22.

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	------------	-------------	----------------

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

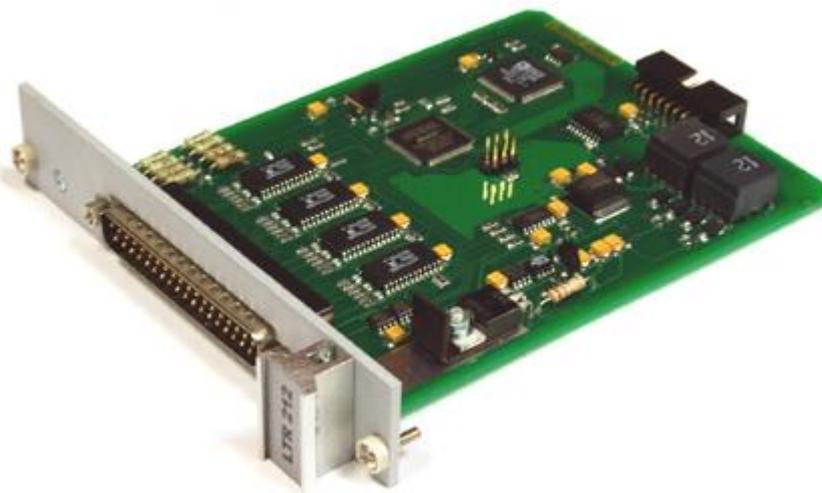


Рисунок 22 – Внешний вид LTR212

Электрическая структурная схема LTR212 приведена на рисунке 23.

LTR212 позволяет измерять значения напряжения разбаланса нескольких измерительных (тензометрических) мостов – от одного до восьми, в зависимости от вариантов их подключения к LTR212, приведенных на рисунках 24 – 29.

Модуль LTR212 выполнен на основе четырех *сигма-дельта* АЦП типа AD7730, управляемых цифровым сигнальным процессором (далее – DSP) типа ADSP-2185M. DSP является центральным звеном управления и обработки данных, АЦП управляются DSP по последовательному интерфейсу. В составе этого интерфейса имеется линия синхронизации, обеспечивающая одновременный запуск всех четырех преобразователей.

Питание всех измерительных мостов, подключаемых к LTR212, осуществляется от ИОН через коммутатор. Напряжение постоянного тока 5 В или 2,5 В для питания мостов устанавливается программно.

ИОН и коммутатор обеспечивают максимальный рабочий ток 400 мА и токовую защиту, ограничивающую выходной ток ИОН на уровне около 500 мА.

Напряжение разбаланса измерительного моста подается непосредственно на входы АЦП «AINi-», «AINi+» (i – номер подключаемого измерительного моста, см. рисунок 23). На входы АЦП «REFINi+», «REFINi-» (i – номер подключаемого измерительного моста, см. рисунок 23) подается опорное напряжение (напряжение питания измерительного моста), которое также измеряется АЦП.

Энергонезависимая память:

- EEPROM, объем памяти 256 байт, для модификации LTR212M-3;
- Flash-память, объем памяти 0,5 Мбайт, для модификаций LTR212M-1, LTR212M-2.

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Изн.№ дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

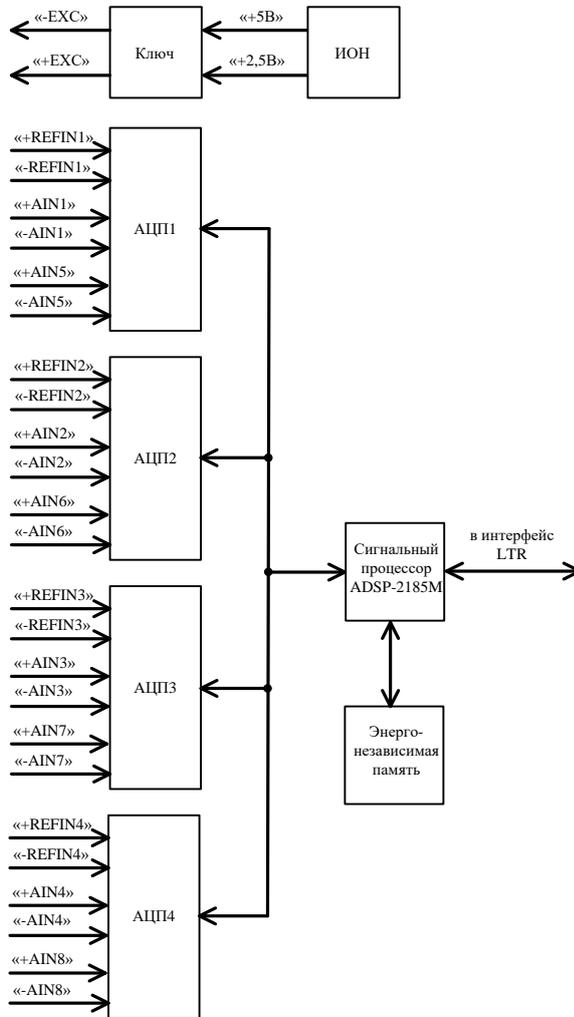


Рисунок 23 – Электрическая структурная схема LTR212

Для модификации LTR212M-1 цепь «+EXC» на контактах разъема 37, 33, 29, 25 разбита, соответственно, на подцепи «+EXC1», «+EXC2», «+EXC3», «+EXC4».

3.9.2 Значение напряжения разбаланса i -того (i – от 1 до 8) измерительного моста $U_{изм*i*}$, мВ, измеренное LTR212 определяется согласно п. 2.6.4.

3.9.3 АЦП типа AD7730 работает только при условии подключения к нему полных тензометрических мостов. Все варианты подключения к нему тензометрических полумостов и четвертьмостов являются приведенными к полному тензометрическому мосту.

На рисунках 24 – 29 показаны варианты подключения тензометрических датчиков к LTR212. Для модификации LTR212M-1 вывод «+EXC» заменяется на соответствующий «+EXCi», на рисунках 24 – 29 указан в скобках.

При наличии четырех измерительных каналов (рисунок 24) подключение полных тензометрических мостов к LTR212 осуществляют по шестипроводной схеме, когда цепи «+EXC», «+REFIN», «-EXC», «-REFIN» LTR212 подключают к измерительному мосту

Инв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

отдельными проводами. При таком подключении обеспечивается более точный результат измерения напряжения разбаланса, т.к. он менее зависим от длины кабеля и от температурной зависимости сопротивления проводов кабеля.

Но в случае подключений относительно коротким кабелем может быть применена 4-х проводная схема, при которой соответствующие цепи «+EXC», «+REFIN» объединены на кабельной части разъема, и там же объединены соответствующие цепи «-EXC», «-REFIN».

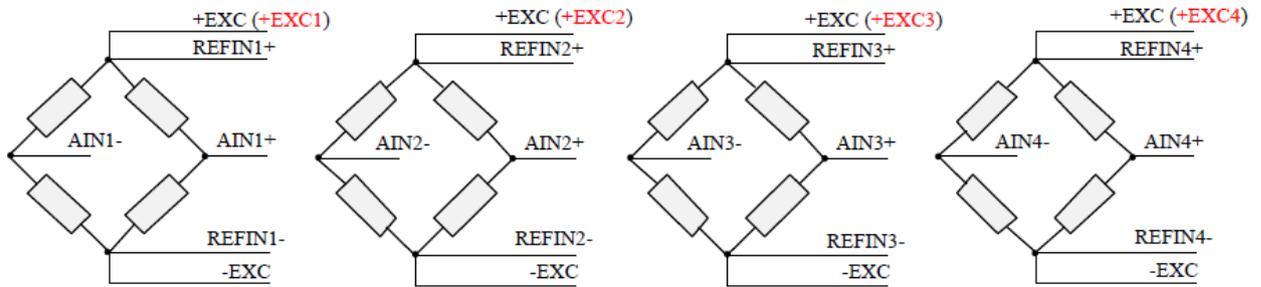


Рисунок 24 – Подключение к LTR212 полных тензометрических мостов – четыре измерительных канала, шестипроводная схема

Для подключения восьми полных тензометрических мостов (см. рисунок 25) предпочтительнее использовать кабель, максимально возможная часть которого шестипроводная, т.е. цепи «+EXC», «+REFIN», «-EXC», «-REFIN» должны быть образованы отдельными проводами, а их соединение должно выполняться в непосредственной близости от мостов. При таком подключении результат измерений менее зависим от длины кабеля и от влияния температуры на величину сопротивления проводов кабеля. Для выполнения такого подключения необходимо, чтобы пары тензометрических мостов, показанные на рисунке 25, были расположены рядом друг с другом. Но если кабель короткий, можно упростить подключение – объединить соответствующие цепи «+EXC», «+REFIN» на кабельной части разъема и таким же образом объединить соответствующие цепи «-EXC», «-REFIN».

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

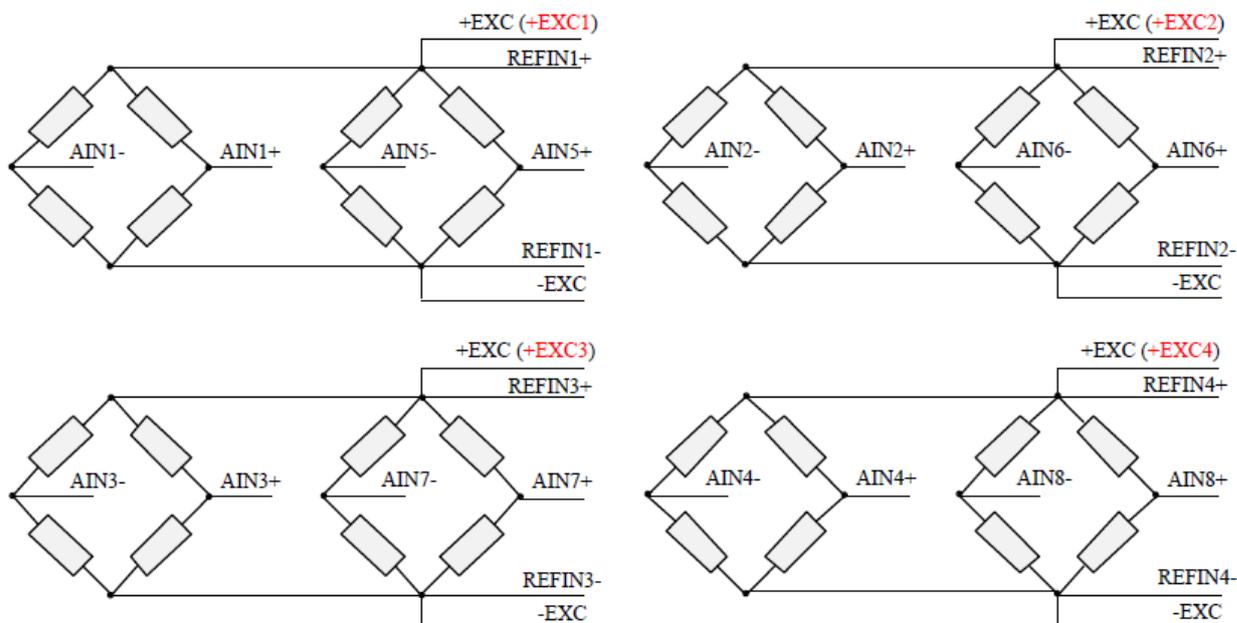


Рисунок 25 – Подключение к LTR212 полных тензометрических мостов – восемь измерительных каналов

При подключении к LTR212 четырех тензометрических полумостов (см. рисунок 26) предпочтительна пятипроводная схема подключения, в которой цепи «+EXC», «+REFIN», «-EXC», «-REFIN» подключаются отдельными проводами. Это необходимо для уменьшения зависимости результата измерения разбаланса моста от длины кабеля и от влияния температуры на величину сопротивления проводов кабеля. Контакты разъема LTR212 («AIN1→» – «AIN4→») объединяют с контактами «AINR1» – «AINR4» этого разъема, соответственно, на кабельной части разъема.

Но в случае использования относительно короткого кабеля может быть применена и трехпроводная схема подключения, при которой соответствующие цепи «+EXC», «+REFIN» объединены на кабельной части разъема, и там же объединены соответствующие цепи «-EXC», «-REFIN».

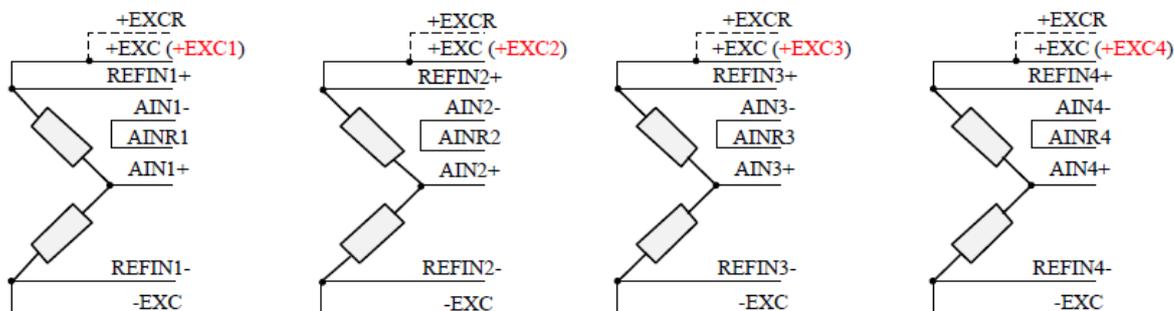


Рисунок 26 – Подключение к LTR212 тензометрических полумостов – четыре измерительных канала по пятипроводной схеме

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При подключении по смешанной схеме (рисунок 27) цепи «+EXC», «+REFIN», «-EXC», «-REFIN» предпочтительнее соединять с соответствующими контактами разъема LTR212 отдельными проводами. Контакты разъема LTR212 («AIN1-» – «AIN4-») объединяют с контактами «AINR1» – «AINR4», соответственно, на кабельной части разъема.

Но в случае подключений коротким кабелем допустимо применение схемы с меньшим количеством проводов в кабеле, при которой соответствующие цепи «+EXC», «+REFIN» объединены на кабельной части разъема, и там же объединены соответствующие цепи «-EXC», «-REFIN».

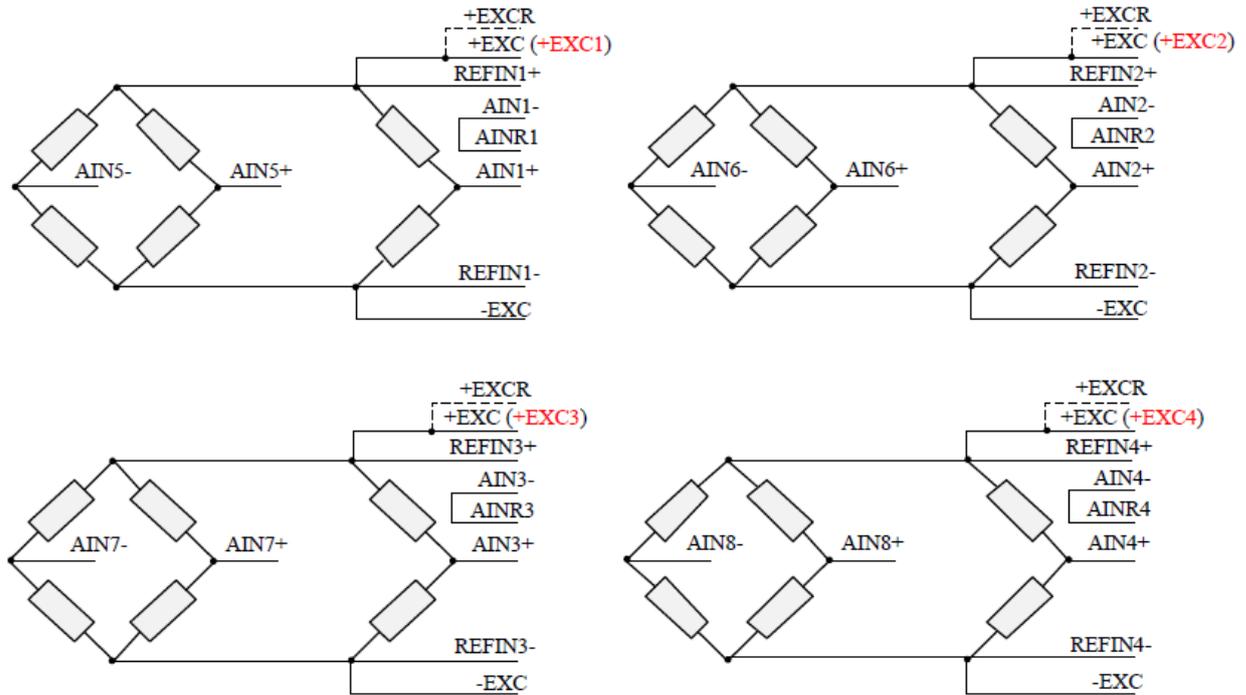


Рисунок 27 – Подключение к LTR212 тензометрических полумостов и мостов – восемь измерительных каналов по смешанной схеме подключения

В модификации LTR212M-1 предусмотрена возможность подключения четырех тензометрических четвертьмостов по трехпроводной схеме, как показано на рисунке 28. От терморезистора идут три провода, обозначенные на рисунке «(1)», «(2)», «(3)». Все остальные цепи подключения каждого измерительного канала необходимо реализовать короткими перемычками на кабельной части разъема LTR212M-1. В такой схеме температурная компенсация в значительной степени достигается в случае, если провода «(1)» и «(3)» имеют одинаковый температурный коэффициент, т.е. они должны быть одного типа, одинаковой длины и должны находиться в одинаковых температурных условиях. Это нужно учитывать при изготовлении кабеля.

Изнв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.
Изнв.№ дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

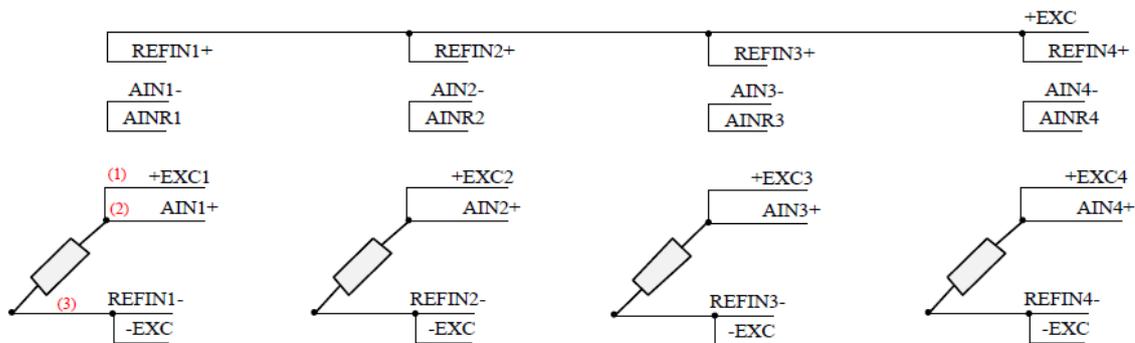


Рисунок 28 – Подключение к модификации LTR212М-1 четырех тензометрических четвертьмостов – четыре измерительных канала по трехпроводной схеме подключения

В модификации LTR212М-1 имеется возможность создания восьми измерительных каналов подключением к LTR212М-1 четырех полных тензометрических мостов и четырех четвертьмостов по смешанной схеме, как показано на рисунке 29.

От измерительных каналов 5, 1 к соответствующим контактам разъема LTR212М-1 идут 6 проводов кабеля, обозначенных «(1)», «(2)», «(3)», «(4)», «(5)», «(6)» на рисунке 29. Аналогичны подключения пар измерительных каналов – каналы 6, 2; каналы 7, 3; каналы 8, 4. Все остальные цепи подключения каждого измерительного канала необходимо реализовать короткими перемычками на кабельной части разъема LTR212М-1.

ВНИМАНИЕ! При подключении измерительных каналов, показанном на рисунке 29, отсутствует какая-либо компенсация влияния длин проводов на результаты измерений. Поэтому такое подключение можно использовать только для очень коротких кабелей.

Кроме того, определенную сложность при монтаже может вызвать большое количество разветвлений цепи «+EXC» с единственным контактом на разъеме LTR212М-1.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата					Лист
									74
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

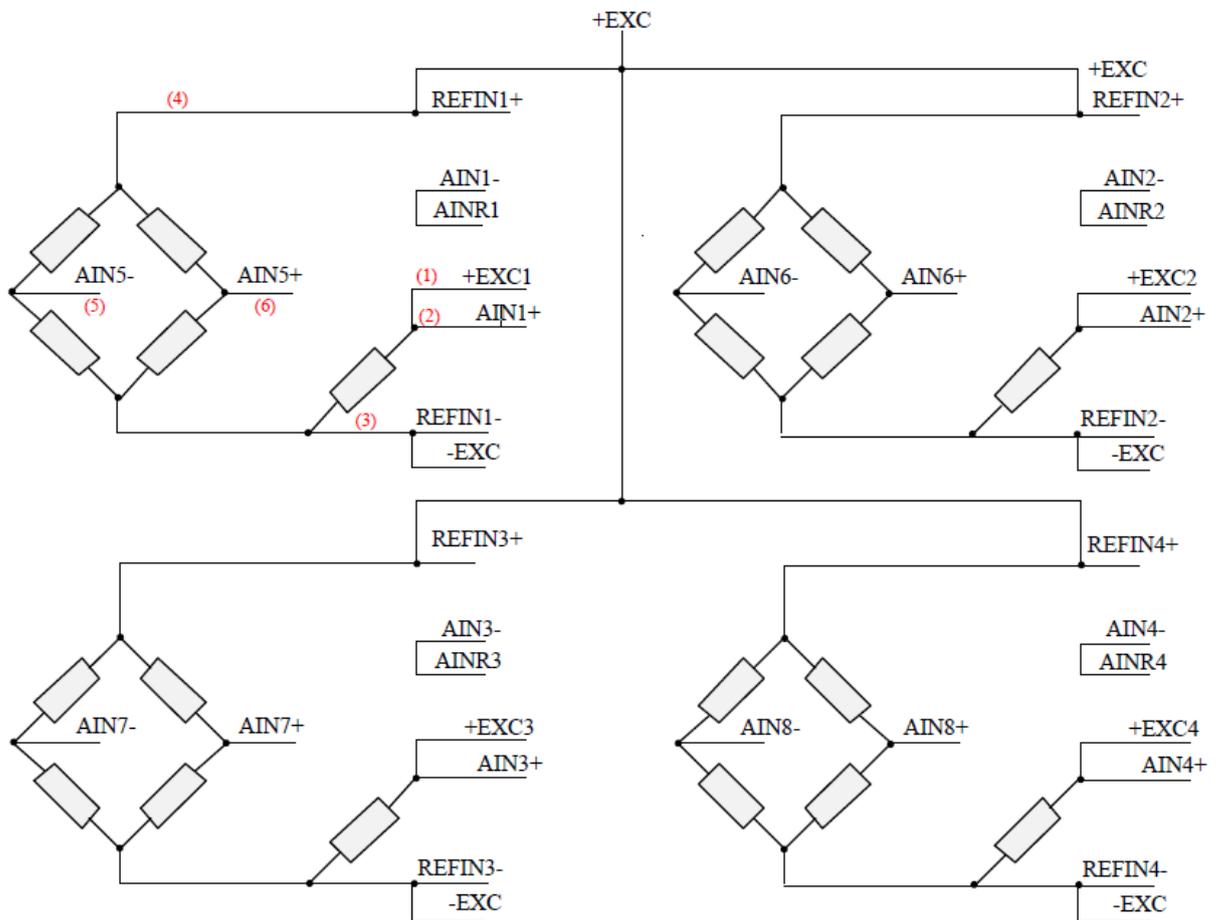


Рисунок 29 – Подключение к модификации LTR212M-1 четырех тензометрических четвертьмостов и четырех полных тензометрических мостов

При подключении к модификации LTR212M-1 четвертьмоста разбаланс напряжения измеряется для двух типов тензодатчиков – сопротивлением 200 или 350 Ом. Выбор типа тензодатчика осуществляется с помощью соответствующих программно управляемых аналоговых ключей LTR212M-1.

3.9.4 Отличительные особенности модификаций LTR212 приведены в таблице 47.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					

Таблица 47

Характеристика	LTR212M-1	LTR212M-2	LTR212M-3
Синхронизация частоты преобразования АЦП с частотой опорного генератора LTR	Имеется	Имеется	Имеется
Возможность синхронного старта сбора данных с другими модулями LTR	Имеется	Имеется	Имеется
Совместимость с программным обеспечением BIOS 1.1	Нет	Нет	Имеется
Совместимость с программным обеспечением BIOS 2.0	Имеется	Имеется	Имеется
Совместимость с ранее разработанным программным обеспечением верхнего уровня на уровне API-функций	Имеется	Имеется	Имеется
Тип и объем энергонезависимой памяти	Flash-память, 0,5 Мбайт	Flash-память, 0,5 Мбайт	EEPROM, 256 байт
Запись в энергонезависимую память поправочных коэффициентов при питании тензотрического моста от ИОН напряжением постоянного тока 5 В	Имеется	Имеется	Имеется
Запись в энергонезависимую память поправочных коэффициентов при питании тензотрического моста от ИОН напряжением постоянного тока 2,5 В	Имеется	Имеется	Нет
Тестовый режим создания нормируемого разбаланса четвертьмостов Вариант подключения внешних тензорезисторов:	Имеется	Нет	Нет
– до четырех полных мостов при работе в четырех измерительных каналах по четырехпроводной или шестипроводной схеме (рисунок 24)	Имеется	Имеется	Имеется
– до восьми полных мостов при работе в восьми измерительных каналах по четырехпроводной или частично по шестипроводной схеме (рисунок 25)	Имеется	Имеется	Имеется
– до четырех полумостов при работе в четырех измерительных каналах по трехпроводной схеме (рисунок 26)	Имеется	Имеется	Имеется
– до четырех полумостов и четырех полных мостов при работе в восьми измерительных каналах по смешанной схеме (рисунок 27)	Имеется	Имеется	Имеется
– до четырех четвертьмостов при работе в четырех измерительных каналах по трехпроводной схеме подключения (рисунок 28)	Имеется	Нет	Нет
– до четырех четвертьмостов и до четырех полных мостов при работе в восьми измерительных каналах по смешанной схеме (рисунок 29)	Имеется	Нет	Нет

Интв.№ подл.	Подпись и дата
Взаим.инв.№	Интв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3.9.5 Подключение внешних сигналов к LTR212 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR212. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 30, назначение сигналов – в таблице 48.

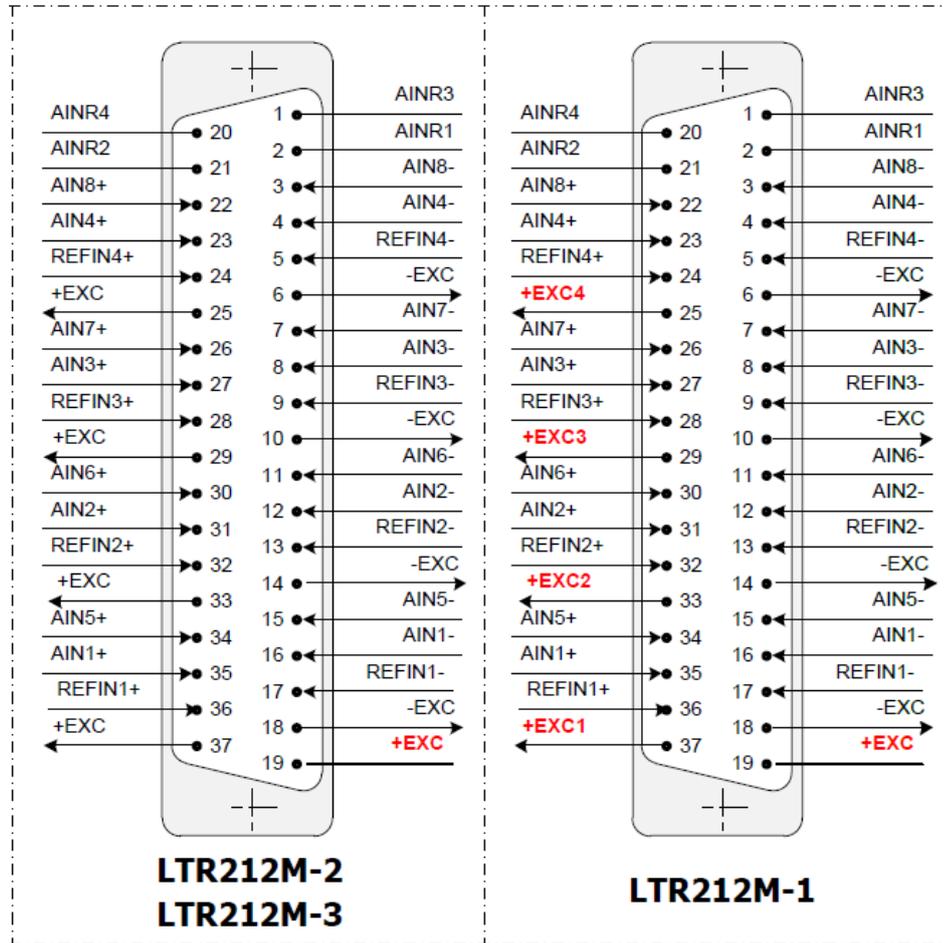


Рисунок 30 – Внешний вид разъема LTR212

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Таблица 48

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«AINR1», «AINR2», «AINR3», «AINR4»	«AGND»	–	Средние точки четырех внутренних полумостовых схем. Могут быть использованы для внешних подключений, если полумостовые схемы запитаны
«REFIN1-», «REFIN1+»; «REFIN2-», «REFIN2+»; «REFIN3-», «REFIN3+»; «REFIN4-», «REFIN4+»	«AGND»	Вход	Пары входов: инвертирующий («-») и неинвертирующий («+»). Образуют четыре дифференциальных входа опорного напряжения АЦП1 – АЦП4 (см. рисунок 23)
«-EXC», «+EXC»	–	Выход	Отрицательный и положительный полюсы ИОН для питания подключаемых к LTR212 тензометрических мостов
«+EXC1», «+EXC2», «+EXC3», «+EXC4»	–	Выход	Цепи положительного полюса ИОН в LTR212M-1 для питания внешних полных тензометрических мостов и тензометрических полумостов. Цепь подачи положительного потенциала напряжения на внешние тензометрические четвертьмосты измерительных каналов – первого, второго, третьего, четвертого, соответственно
«AIN1-», «AIN1+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) первого измерительного канала (первый канал АЦП1, см. рисунок 23)
«AIN2-», «AIN2+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) второго измерительного канала (первый канал АЦП2, см. рисунок 23)
«AIN3-», «AIN3+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) третьего измерительного канала (первый канал АЦП3, см. рисунок 23)
«AIN4-», «AIN4+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) четвертого измерительного канала (первый канал АЦП4, см. рисунок 23)
«AIN5-», «AIN5+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) пятого измерительного канала (второй канал АЦП1, см. рисунок 23)
«AIN6-», «AIN6+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) шестого измерительного канала (второй канал АЦП2, см. рисунок 23)
«AIN7-», «AIN7+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) седьмого измерительного канала (второй канал АЦП3, см. рисунок 23)
«AIN8-», «AIN8+»	«AGND»	Вход	Дифференциальный вход (разбаланс напряжения) восьмого измерительного канала (второй канал АЦП4, см. рисунок 23)

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3.9.6 LTR212 после включения LTR имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 49.

Таблица 49

Сигнал	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
«AINR1» – «AINR4»	500 Ом	Диапазон напряжений от –5 до +5 В при напряжении ИОН 5 В, от –2,5 до +2,5 В при напряжении ИОН 2,5 В
«AIN1+» – «AIN8+»	Не менее 10 МОм	
«AIN1-» – «AIN8-»		
(«REFIN1+», «REFIN1-») – («REFIN4+», «REFIN4-»)	Не менее 10 МОм	
«+EXC» – «-EXC»; только для LTR212M-1: «+EXC1», «+EXC2», «+EXC3», «+EXC4»	Не менее 10 МОм	Сила тока – не более 400 мА. Короткое замыкание – не более 1 мин. Типичное значение силы тока при коротком замыкании 550 мА

3.10 Модуль измерительный LTR216

3.10.1 Назначение и технические характеристики LTR216 приведены в п. 2.7.

Внешний вид LTR216 приведен на рисунке 31.



Рисунок 31 – Внешний вид LTR216

Электрическая структурная схема LTR216 приведена на рисунке 32.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

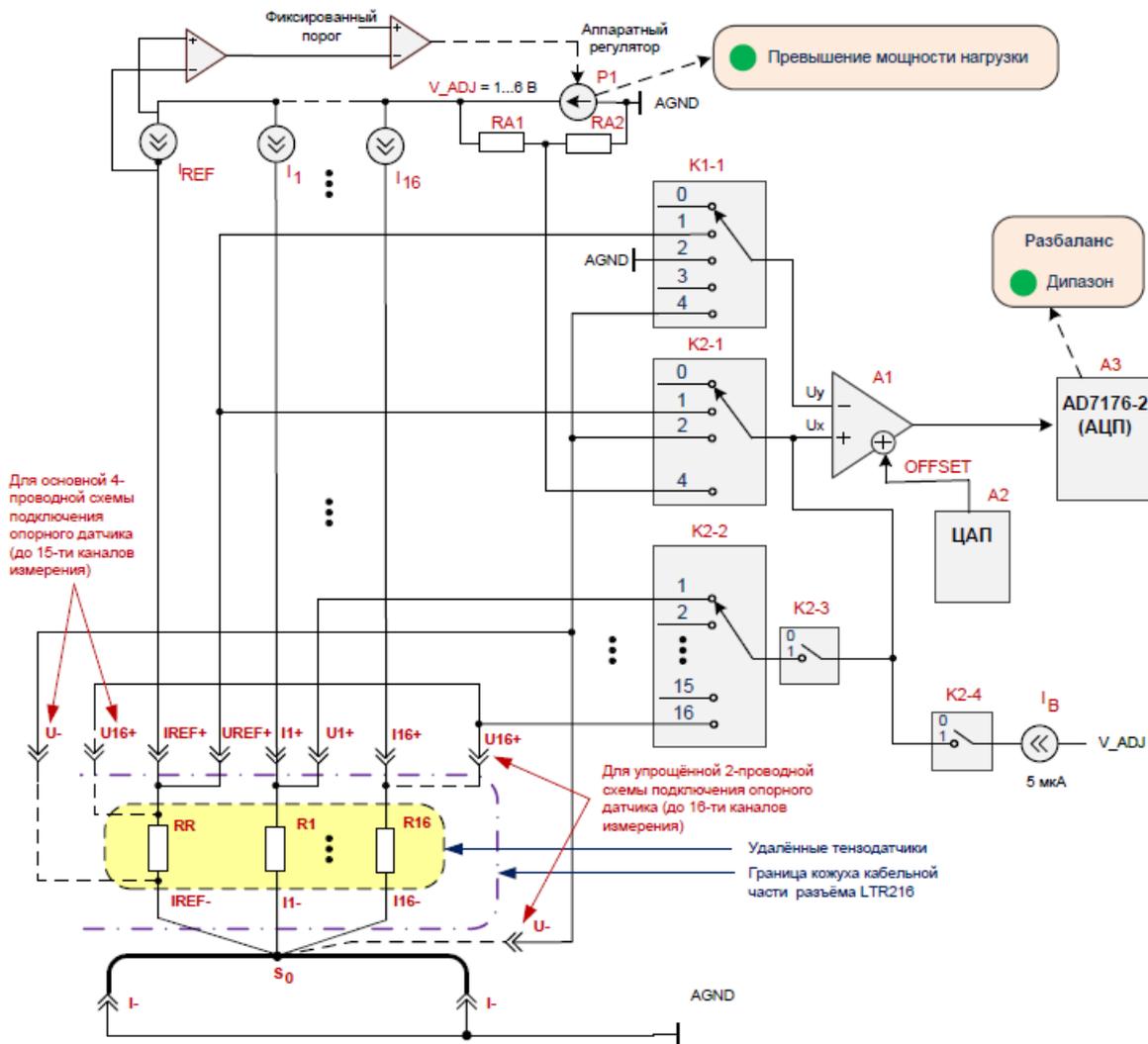


Рисунок 32 – Электрическая структурная схема LTR216

Внешние цепи состоят из:

- удаленных тензодатчиков (опорного RR, рабочих R1, ..., R15), находящихся в единых температурных условиях;
- проводов одинаковой длины от датчиков до LTR216 с соответствующими соединениями на разъеме LTR216 (на схеме контактное соединение разъема обозначено символом \Rightarrow).

Внутренние цепи питания датчиков в LTR216 основаны на программно управляемых сбалансированных источниках тока питания датчиков «I_{REF}», «I₁» – «I₁₆». Источники тока запитаны от внутреннего стабилизатора напряжения P1 с аппаратно регулируемым выходным напряжением V_{ADJ}. Стабилизатор напряжения P1 имеет программно генерируемый признак «Превышение мощности нагрузки» (данный признак генерируется только во время сбора данных LTR216).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Внутренний канал измерения напряжения LTR216 состоит из:

- усилителя напряжения А1 с высокоомным дифференциальным входом и динамически управляемым коэффициентом усиления («Ux» – не инвертирующий, «Uy» – инвертирующий входы усилителя);
- аналогового мультиплексора К1-1, динамически коммутирующего подключение инвертирующего входа «Uy» усилителя;
- системы аналоговых мультиплексоров К2-1, ..., К2-4, динамически коммутирующей подключение не инвертирующего входа «Ux» усилителя;
- тестового источника тока I_B величиной 5 мкА для реализации функции контроля обрыва линий (burnout current source);
- ЦАП А2 для создания динамически управляемого смещения (offset), подаваемого на вход смещения усилителя А1 для реализации функции компенсации начального разбаланса и расширения диапазона измерения усилителя;
- АЦП А3 типа AD7176-2, осуществляющего 24-битное преобразование и фильтрацию в программно управляемом режиме, с широким диапазоном настроек частоты преобразования и разрешения при измерениях. АЦП имеет программно генерируемый признак «Диапазон», сигнализирующий о превышении входного диапазона АЦП во время вычисления величины тензометрического разбаланса.

Канал измерения напряжения позволяет измерять не только разностные напряжения «U1+» – «U16+», относительно «UREF+», но и напряжения относительно внутренней точки аналоговой земли «AGND» LTR216, а также относительно входа «U-» измерения напряжения в точке (S₀) соединения цепей датчиков «IREF-», «I1-», ..., «I16-» на стороне LTR216. Также может быть измерено напряжение V_ADJ (через делитель напряжения R1, R2). Величина напряжения V_ADJ используется для диагностики режима работы системы питания датчиков LTR216. Для учета температурного дрейфа нуля и шкалы при измерениях используется измерение собственного нуля и измерение напряжения на опорном датчике.

Входные коммутаторы К1-1, К2-1, К2-2, К2-3 реализуют дифференциальный принцип измерения входных напряжений LTR216, переключая дифференциальные входы внутреннего усилителя А1. Цепью «общего провода» этих дифференциальных входов является цепь «AGND», которая не присутствует на сигнальном разъеме модуля, однако синфазное напряжение U_{cm} дифференциального входа LTR216 контролирует относительно «AGND».

3.10.2 По аналогии с LTR212 (п. 3.9.2), модуль LTR216 измеряет разбаланс тензометрического полумоста, приведенный к номинальному опорному напряжению 2,5 В, измеренный после проведения операции компенсации начального разбаланса полумоста.

В значении напряжения разбаланса моста, измеренном LTR216, должна быть учтена зависимость результата измерения от напряжения на опорном датчике в соответствии п. 2.7.1.

3.10.3 Подключение внешних сигналов к LTR216 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) и переходников LTR216-C15 или LTR216-C16, входящих в комплект поставки. Внешний вид разъема (приборная вилка) и схемы подключения приведены на рисунке 33, назначение сигналов – в таблице 50.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

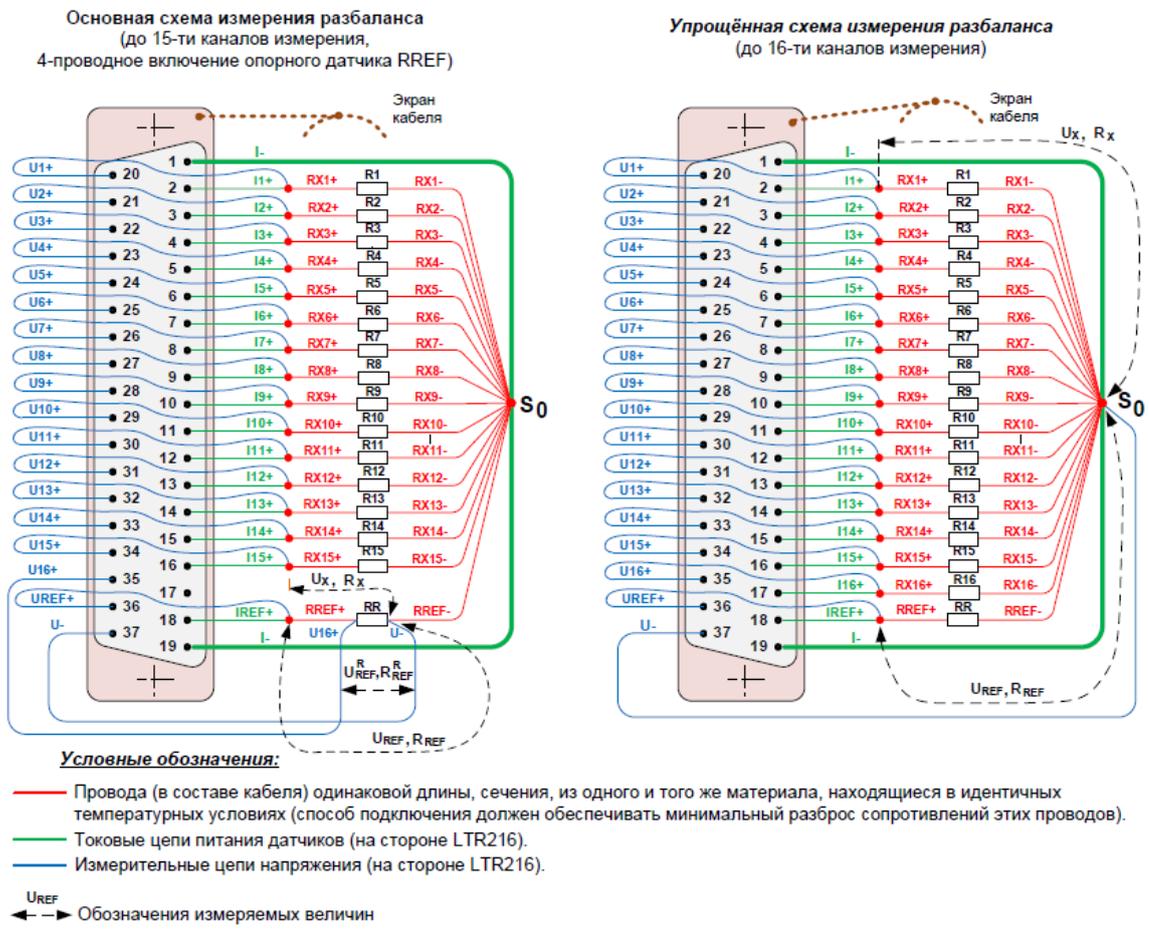


Рисунок 33 – Внешний вид разъема LTR216 и схемы подключения

Красным цветом на рисунке 33 обозначены провода тока питания датчика, которые должны иметь максимально близкие сопротивления (по этой же причине: применение разъемных соединений цепи, выделенной красным, сильно ухудшает равенство и стабильность сопротивлений этих проводов, что сильно влияет на измеряемую величину тензометрического разбаланса).

Синим цветом на рисунке 33 обозначены провода измерения напряжения (сопротивление этих проводов практически не оказывает влияния на измерения).

Зеленым цветом на рисунке 33 обозначен провод суммарного тока питания датчика, который должен иметь повышенное сечение для возможности пропускания относительно большого тока питания датчиков (0,51 А в максимальном случае питания 17-ти датчиков током 30 мА) без существенных потерь мощности.

Черными пунктирными линиями со стрелками обозначены точки приложения измеряемых величин.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изн.№ дубл.
Изн.№ подл.	Подпись и дата

Таблица 50

Наименование сигнала	Описание
«IREF+»	Цепь вытекающего тока для питания опорного тензодатчика
«I1+», ..., «I16+»	Цепи вытекающего тока для питания тензодатчиков каналов 1 – 16 соответственно
«I-»	Цепь суммарного втекающего тока питания всех тензодатчиков. Этой цепи принадлежит пара контактов (1 и 19) разъема, к которым должна быть подключена токовая шина, в условном центре которой должна располагаться точка S0 соединения цепей втекающего тока от всех датчиков, согласно рисунку 33
«UREF+»	Цепь не инвертирующей фазы дифференциального входа измерения напряжения на опорном тензодатчике в цепи втекающего тока (на стороне LTR216), согласно рисунку 33
«U-»	В основной схеме подключения (см. рисунок 33, слева): – Цепь инвертирующей фазы дифференциального входа измерения напряжения на опорном тензодатчике в цепи вытекающего тока. В упрощенной схеме подключения (см. рисунок 33, справа): – Цепь инвертирующей фазы дифференциального входа измерения напряжения в точке S0 соединения цепей втекающего тока от всех датчиков
«U1+», ..., «U15+»	Цепь не инвертирующей фазы дифференциального входа измерения напряжения на тензодатчиках каналов 1 – 15 в цепи втекающего тока.
«U16+»	В основной схеме подключения (см. рисунок 33, слева): – Цепь не инвертирующей фазы дифференциального входа измерения напряжения на опорном тензодатчике в цепи втекающего тока (на стороне тензодатчика), В упрощенной схеме подключения (см. рисунок 33, справа): – Цепь не инвертирующей фазы дифференциального входа измерения напряжения на тензодатчике 16-го канала в цепи втекающего тока.
Экран кабеля	На корпус кабельной части сигнального разъема следует распаять экран кабеля.

3.10.4 Переходники LTR216C-15 и LTR216C-16 входят в комплект поставки LTR216. Переходник может быть установлен внутри кожуха DP-37C, который также входит в комплект поставки. Вид переходников LTR216C приведен на рисунке 34. Переходник LTR216C-16 отличается от LTR216C-15 наличием трех запаянных SMD-перемычек сопротивлением 0 Ом. Соответственно, переделка одного переходника в другой сводится к запайке или снятию этих перемычек. Переходники обеспечивают выравнивание критичных длин проводов и их схождение в точке S₀.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист 83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

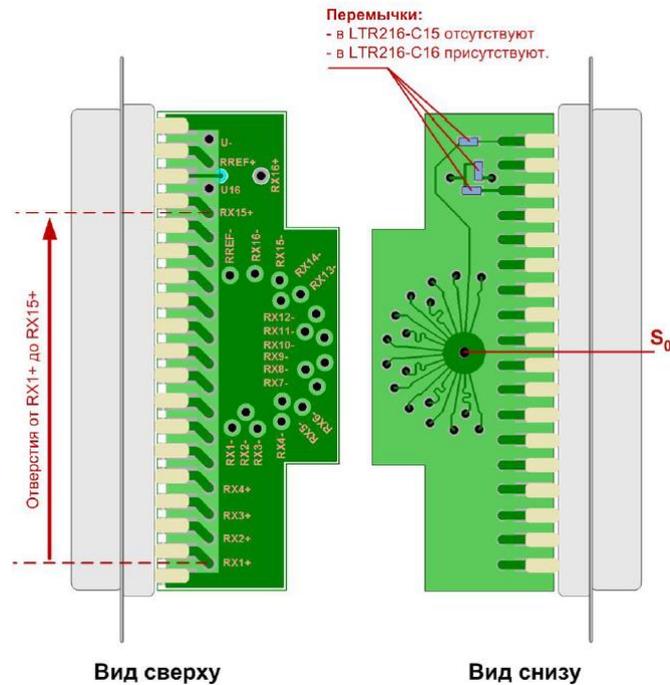


Рисунок 34 – Внешний вид переходника LTR216C

3.11 Модуль измерительный LTR22

3.11.1 Назначение и технические характеристики LTR22 приведены в п. 2.8. Внешний вид LTR22 приведен на рисунке 35.

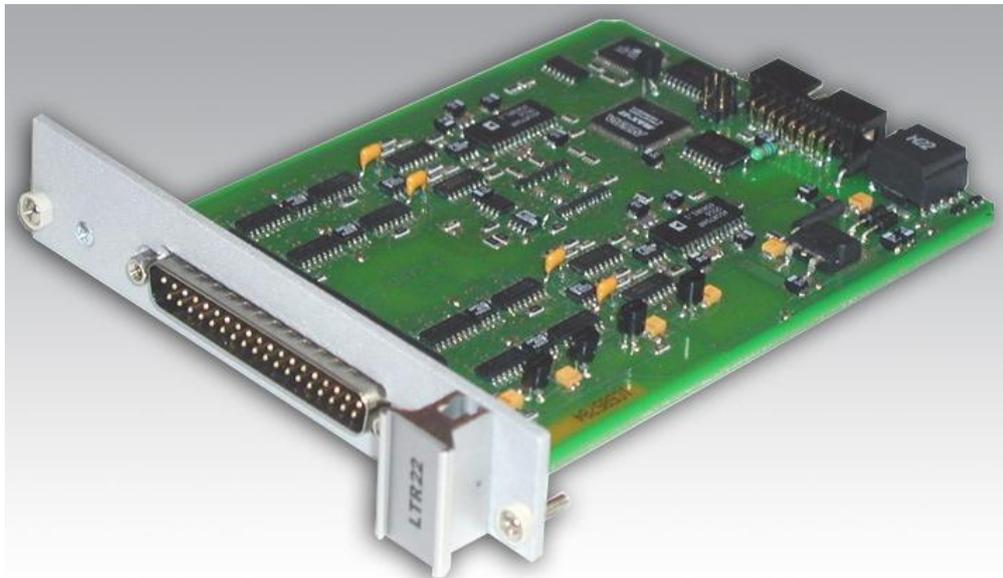


Рисунок 35 – Внешний вид LTR22

Электрическая структурная схема LTR22 приведена на рисунке 36.

Инв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Инь.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

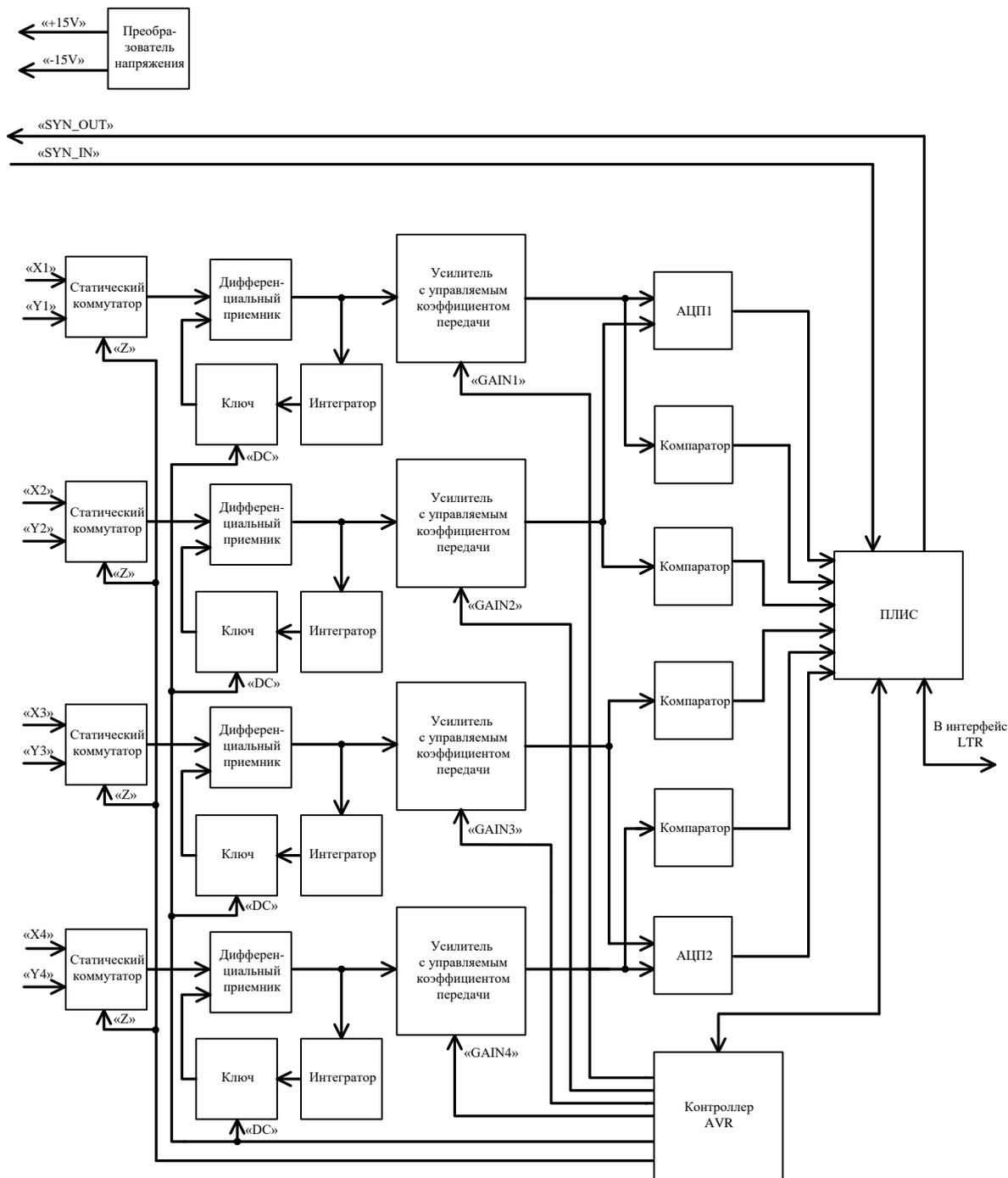


Рисунок 36 – Электрическая структурная схема LTR22

LTR22 имеет четыре одинаковых измерительных канала напряжения. Подключение входного сигнала к каждому измерительному каналу LTR22 осуществляется по дифференциальной схеме – измерительный вход напряжения образуется неинвертирующим входом « X_i » и инвертирующим входом « Y_i » (i – от 1 до 4). Через статический коммутатор входной сигнал поступает на дифференциальный приемник, обеспечивающий высокое подавление синфазных помех. Статический коммутатор не переключается при работе LTR22 в режиме

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

измерений напряжения, он используется только для специального режима измерений собственного входного напряжения смещения, который может быть установлен перед сбором данных для четырех измерительных каналов сразу. Усилитель с управляемым коэффициентом передачи, куда затем поступает входной сигнал, имеет шесть возможных значений коэффициента передачи, соответствующих шести поддиапазнам измерений напряжения LTR22, и управляется программно. Двухпороговый компаратор сравнивает значения напряжения сигнала, подаваемого на вход АЦП, с верхним граничным значением установленного поддиапазна измерений в измерительном канале LTR22. Логические сигналы перегрузки с выхода компаратора подаются на ПЛИС типа FPGA. Эти признаки ПЛИС вставляет в каждый пакет данных и они программно доступны пользователю.

Частота преобразования одинакова для всех четырех измерительных каналов, она образуется делением частоты опорного генератора LTR.

3.11.2 Подключение внешних сигналов к LTR22 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR22. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 37, назначение сигналов – в таблице 51.

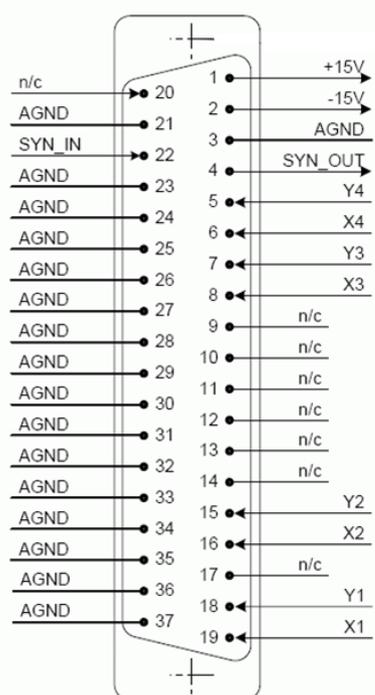


Рисунок 37 – Внешний вид разъема LTR22

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 51

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«AGND»	–	–	Аналоговая земля
«X1» – «X4»	«AGND»	Вход	Неинвертирующие входы напряжения (от 1 до 4)
«Y1» – «Y4»	«AGND»	Вход	Инвертирующие входы напряжения (от 1 до 4)
«SYN_IN»	«AGND»	Вход	Вход внешней синхронизации. Совместим с выходным логическим уровнем TTL/CMOS-элементов с напряжением питания 3,3 В или +5 В. Если вход внешней синхронизации использовать не требуется, то он может быть не подключен. Вход имеет резисторную подтяжку 20 кОм к цепи «AGND»
«SYN_OUT»	«AGND»	Вход	Выход синхронизации LTR22. Имеет выходной логический уровень LV TTL-элементов с напряжением питания +3,3 В. Находится в Z-состоянии с резисторной подтяжкой 20 кОм к цепи «AGND»
«n/c»	–	–	Контакт не должен быть подключен

3.11.3 LTR22 после включения LTR имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 52.

Таблица 52

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия
«X1» – «X4»	Аналоговый вход	Более 10 МОм	±20 В относительно «AGND» при продолжительной работе, ±27 В – в кратковременном режиме в течение 1 с
«Y1» – «Y4»			
«SYN_IN»	Цифровой вход	20 кОм	От -0,5 до +5,2 В относительно «AGND»
«SYN_OUT»	Цифровой выход с третьим состоянием	–	Выходной ток ±20 мА
«+15 В», «-15 В»	Питание	–	Ток нагрузки 50 мА относительно «AGND» по каждому выходу при продолжительной работе. Ток короткого замыкания 320 мА – в течение времени не более 1 с

Изн.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Изн.№ дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.12 Модуль измерительный LTR24

3.12.1 Назначение и технические характеристики LTR24 приведены в п. 2.9.

Внешний вид LTR24 приведен на рисунке 38.



Рисунок 38 – Внешний вид LTR24

Отличие модификации LTR24-2 от модификации LTR24-1 заключается в том, что модификация LTR24-2, имея измерительные функции модификации LTR24-1, кроме того, позволяет измерять выходное напряжение с ИСР-датчиков. Модификации отличаются во входных цепях. Обе модификации имеют четыре измерительных канала. Вход каждого из четырех каналов LTR24-2 может быть независимо программно настроен на измерение напряжения как типичный измерительный преобразователь напряжения (модификация LTR24-1), либо на измерение выходного напряжения с ИСР-датчиков.

Электрическая структурная схема модификации LTR24-1 приведена на рисунке 39.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

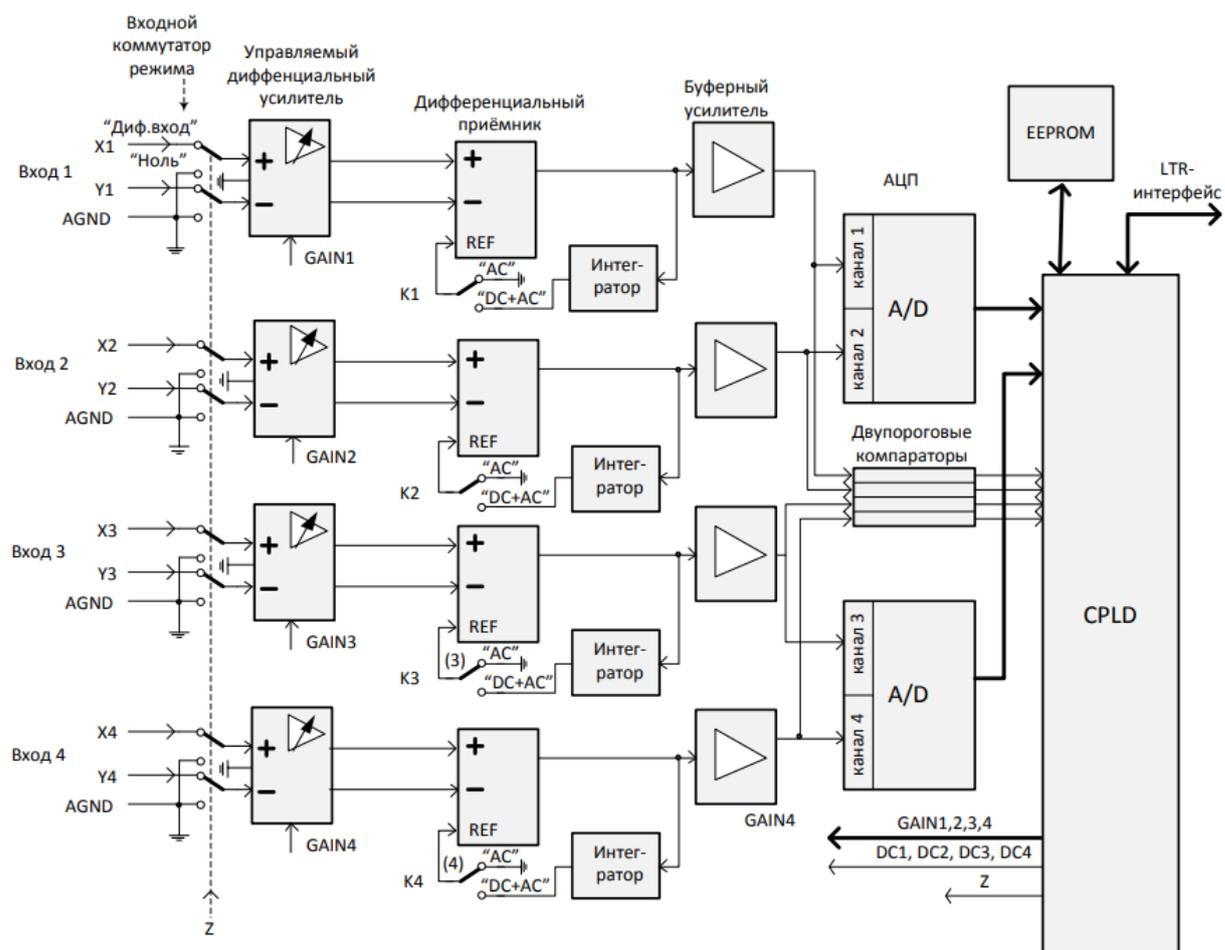


Рисунок 39 – Электрическая структурная схема модификации LTR24-1

Входной коммутатор режима LTR24-1 устанавливает либо режим работы «Дифференциальный вход», либо тестовый режим «Собственный ноль». После установки режима «Дифференциальный вход» во время измерений переключений этого коммутатора не происходит. С выхода входного коммутатора режима сигнал поступает на усилитель с управляемым коэффициентом передачи и далее – на дифференциальный приемник, который используется для подавления дифференциальных помех. Цепь из дифференциального приемника, интегратора и ключа компенсирует постоянную составляющую сигнала при выполнении измерений с отсечкой постоянной составляющей. Далее преобразование сигнала осуществляется в АЦП типа ADS1274. Буферный усилитель создает необходимые электрические условия для оптимальной работы АЦП. Двухпороговый компаратор фиксирует события импульсной перегрузки на входе АЦП и передает соответствующие данные в ПЛИС типа CPLD. На основе ПЛИС полностью реализуется цифровая управляющая часть LTR24.

В энергонезависимой памяти EEPROM объемом 0,5 Мбайт хранятся поправочные коэффициенты, установленные при выпуске LTR24 из производства, серийный номер и другая технологическая информация.

В LTR24-1 все измерительные каналы одновременно работают либо в режиме «Дифференциальный вход», либо в режиме «Собственный ноль».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.12.2 Функциональная схема модификации LTR24-2 отличается от LTR24-1 расширенными возможностями входной коммутации. Входные цепи каждого канала содержат два источника постоянного тока для питания ИСР-датчиков и позволяют реализовать кроме режимов «Дифференциальный вход» и «Собственный ноль» режимы «ИСР-вход» и «ИСР-тест», а коммутация входных сигналов осуществляется так, как показано на рисунке 40. Дальнейшее после входного коммутатора преобразование сигнала выполняется узлами, показанными на рисунке 39.

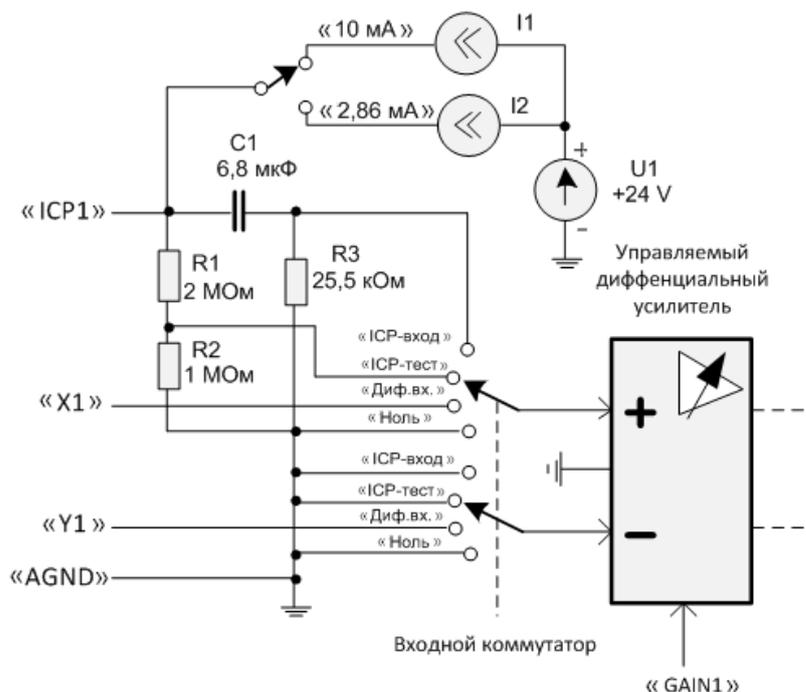


Рисунок 40 – Электрическая функциональная схема входного коммутатора режима в измерительном канале 1 модификации LTR24-2

Источник питания U1 используется для питания цепей ИСР-датчиков. Генераторы тока I1, I2 позволяют обеспечить стабильный ток в цепи ИСР-датчика. Генераторы тока в каждом измерительном канале свои, но значения тока «2,86 мА» или «10 мА» могут быть установлены только одинаковыми для всех четырех измерительных каналов.

В состоянии «Диф.вх.» входного коммутатора режима в LTR24 модификации LTR24-2 измеряется напряжение, приложенное между неинвертирующим входом «X1» и инвертирующим входом «Y1».

В состоянии «ИСР-вход» входного коммутатора режима в LTR24 модификации LTR24-2 измеряется переменная составляющая напряжения в цепи ИСР-датчика: дифференцирующая цепь C1 - R3 отделяет большую постоянную составляющую напряжения смещения в цепи датчика и подает переменную составляющую на вход управляемого дифференциального усилителя (усилитель с управляемым коэффициентом передачи на рисунке 40).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

В состоянии входного коммутатора режима «ICP-тест» на вход управляемого дифференциального усилителя (усилитель с управляемым коэффициентом передачи на рисунке 40) поступает напряжение из цепи ICP-датчика, поделенное высокоомным делителем напряжения R1 – R2 (коэффициент деления напряжения 1:3). Если в цепи ICP-датчика обрыв или он не подключен, то напряжение, измеренное в цепи ICP-датчика будет около +24 В. Если в цепи датчика короткое замыкание, то измеренное среднее напряжение будет близко к нулю.

3.12.3 Подключение внешних сигналов к LTR24 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR24. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 41, назначение сигналов – в таблице 53.

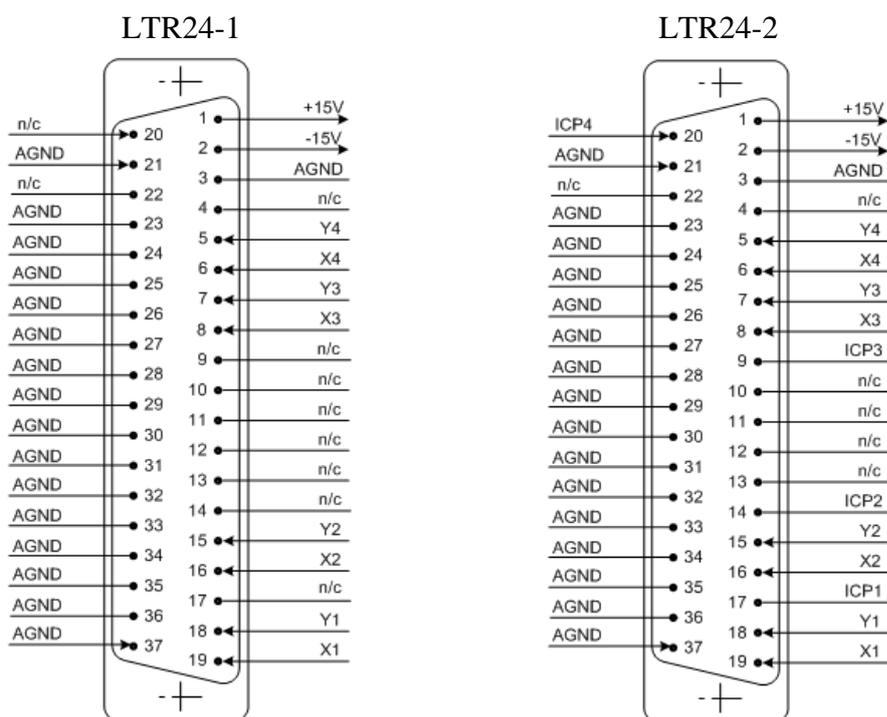


Рисунок 41 – Внешний вид разъема LTR24

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 53

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«AGND»	–	–	Аналоговая земля
«X1» – «X4»	«AGND»	Вход	Неинвертирующий вход напряжения каналов 1 – 4. Входное напряжение должно быть в пределах ± 10 В
«Y1» – «Y4»	«AGND»	Вход	Инвертирующий вход напряжения каналов 1 – 4. Входное напряжение должно быть в пределах ± 10 В
«+15V», «-15V»	«AGND»	Выход	Выход напряжения для питания внешних устройств. Ток нагрузки – не более 30 мА относительно «AGND». При подключенных цепях «ICP1» – «ICP4» ток нагрузки – не более 10 мА
«n/c»	–	–	Контакт не должен быть подключен. Эти контакты не подключены внутри LTR24 (зарезервированы)
«ICP1» – «ICP4»	–	Вход-выход	Специализированные линии для подключения четырех ICP-датчиков в режиме работы «ICP датчик». При подключении ICP датчиков цепи одновременно выполняют роль выходов источников стабильного тока питания ICP датчиков и входов напряжений сигналов от датчика. Если режим работы «ICP датчик» не используется, то цепи «ICP1», «ICP2», «ICP3», «ICP4» не должны быть подключены

3.12.4 После включения LTR24 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 54.

Таблица 54

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия
«X1» – «X4»	Аналоговый вход	Более 10 МОм при напряжении ± 10 В относительно «AGND» в нормальных условиях	± 20 В относительно «AGND» при продолжительной работе. ± 27 В – в течение 1 с
«Y1» – «Y4»			
«+15 В», «-15 В»	Питание	–	Ток нагрузки 50 мА относительно «AGND» по каждому выходу в длительном режиме. В LTR24-2 при использовании цепей «ICP1», «ICP2», «ICP3», «ICP4» для питания датчика предельно допустимый длительный ток по цепям питания «+15 В», «-15 В» не должен превышать 20 мА. Типичный ток короткого замыкания 400 мА допустим не более 1 с
Только для LTR24-2: «ICP1» – «ICP4»	ICP-вход-выход	Внутреннее сопротивление цепей «ICP1» – «ICP4» постоянному току при напряжении от 0 до 22 В не более 3 МОм	От –1 до +27 В при условии, что ток не более 30 мА

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Предельно допустимые условия для сигнальных линий LTR24 в выключенном состоянии представлены в таблице 55.

Таблица 55

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия
«X1» – «X4»	Аналоговый ВХОД	Не менее 1 кОм	±20 В относительно «AGND»
«Y1» – «Y4»			

3.13 Модуль измерительный LTR25

3.13.1 Назначение и технические характеристики LTR25 приведены в п. 2.10.

Внешний вид LTR25 приведен на рисунке 42.



Рисунок 42 – Внешний вид LTR25

Электрическая структурная схема LTR25 приведена на рисунке 43.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

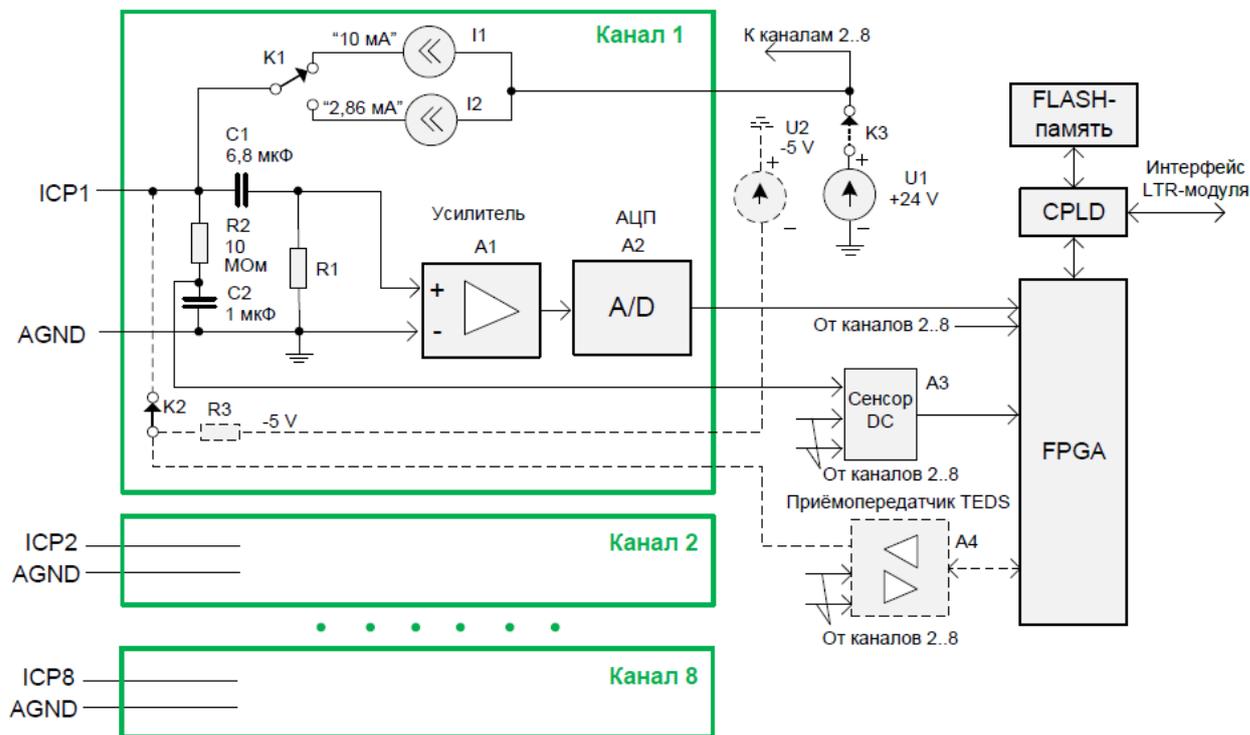


Рисунок 43 – Электрическая структурная схема LTR25

Функциональная схема LTR25 содержит 8 идентичных параллельных каналов, содержащих аналоговые цепи и АЦП, и общую часть цифрового управления и питания.

Датчики питаются от источников тока I1 или I2, при этом, переключение коммутатором K1 происходит независимо для всех каналов: либо все подключенные датчики питаются током 10 мА, либо 2,86 мА. Переменная (информационная) составляющая сигнала выделяется дифференцирующей RC-цепью C1 – R1 и поступает на вход усилителя A1, а с выхода усилителя – на вход сигма-дельта АЦП своего канала (A2).

Для фазочувствительных измерительных задач необходимо учитывать собственный сдвиг фазы дифференцирующей цепи C1 – R1. Для компенсации сдвига фазы в поставляемой программной библиотеке ltr25api имеется соответствующая поддержка.

Постоянная составляющая на входе «ICP» выделяется интегрирующей RC-цепью C2 – R2 и поступает на логический элемент A3 для получения диагностической информации о состоянии линии ICP-датчика во время сбора данных (линия короткозамкнута, линия в обрыве, рабочий режим). Все цифровые сигналы данных и диагностики обрабатываются FPGA. В CPLD реализована интерфейсная логика модуля LTR25 и логика начальной загрузки прошивки FPGA из Flash-памяти при включении питания.

Общий источник питания датчиков всех каналов U1 может быть отключен коммутатором K3 под управлением FPGA – как в низкопотребляющем режиме, так и в режиме обращения к TEDS-памяти датчиков. В режиме обращения к TEDS-памяти сбор аналоговых данных с датчиков невозможен и датчики всех каналов запитаны через резистор R3 от

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.13.3 После включения LTR25 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 57.

Таблица 57

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия
«ICP1» – «ICP8»	ICP-вход-выход	Внутреннее сопротивление цепей «ICP1» – «ICP8» постоянному току при напряжении от 0 до 22 В не более 5 МОм	От –0,5 до +25 В при условии, что ток не более 30 мА

3.14 Модуль измерительный LTR27

3.14.1 Назначение и технические характеристики LTR27 приведены в п. 2.11.

Внешний вид LTR27 приведен на рисунке 45.

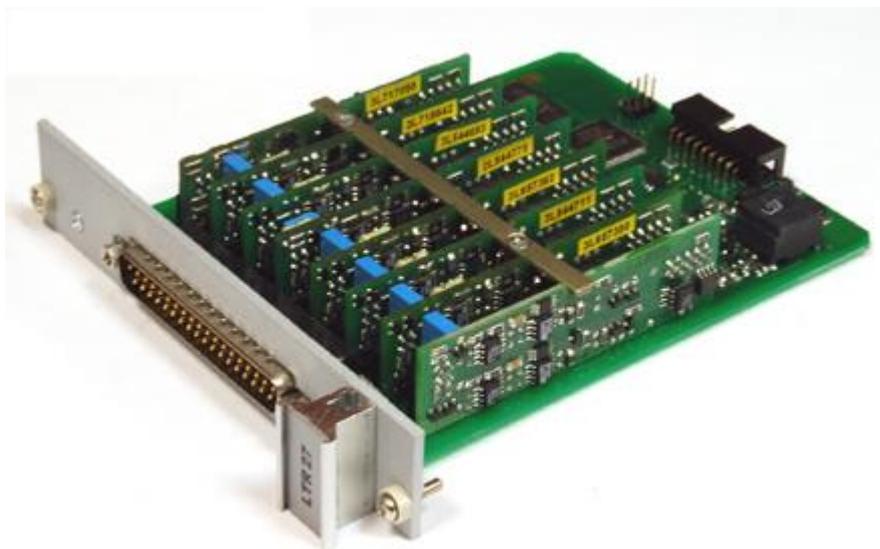


Рисунок 45 – Внешний вид LTR27

Электрическая структурная схема LTR27 приведена на рисунке 46.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

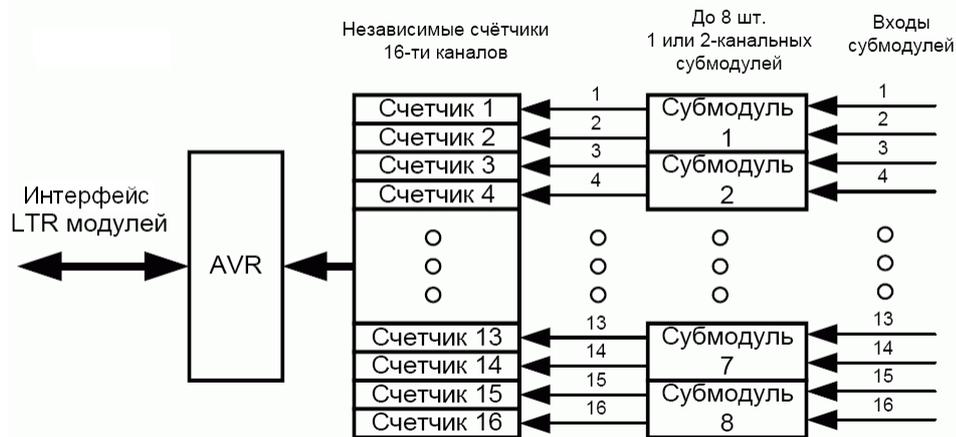


Рисунок 46 – Электрическая структурная схема LTR27

Счетчики импульсов (см. рисунок 46) осуществляют подсчет количества импульсов за время 1 мс. Импульсы идут от преобразователей напряжения в частоту, установленных в преобразователях Н-27. Микроконтроллер AVR опрашивает счетчики, считая количество импульсов за заданные периоды времени, и посылает в интерфейс вычисленные таким образом коды отсчетов измерений.

Электрическая структурная схема одного канала преобразователей Н-27U, Н-27Т, Н-27I представлена на рисунке 47.

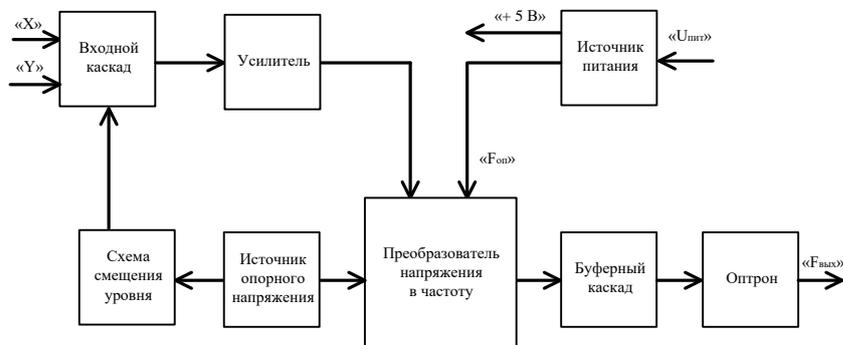


Рисунок 47– Электрическая структурная схема одного канала преобразователей Н-27U, Н-27Т, Н-27I

В каждом из преобразователей Н-27U, Н-27Т, Н-27I имеются два одинаковых измерительных канала. Входной каскад преобразователя Н-27 осуществляет фильтрацию и приведение значения входного сигнала к заданному уровню, а также его ограничение до безопасного для последующих каскадов значения в случае перегрузки по входу.

Смещение уровня сигнала задается таким образом, чтобы обеспечить необходимое положение нулевой точки при последующем преобразовании напряжения в частоту.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Напряжение, сформированное во входном каскаде, поступает на усилитель, коэффициент усиления которого равен единице. Усилитель и схема смещения уровня выполнены на прецизионном двухканальном операционном усилителе, обеспечивающем высокую стабильность характеристик преобразователя Н-27 во времени и при изменении температуры.

С выхода усилителя сигнал поступает на вход интегрального преобразователя напряжения в частоту типа AD7740, отношение частоты выходного сигнала которого к опорной частоте изменяется пропорционально изменению значения входного сигнала.

Опорная частота формируется в схеме источника питания из напряжения переменного тока $U_{пит}$ частотой 250 кГц. Такое решение позволяет обеспечить трансформаторную гальваническую развязку и уменьшить влияние импульсных помех со стороны источника питания за счет их синхронизации с частотой преобразования. Питание всех узлов преобразователя Н-27 осуществляется от одного номинала напряжения «+5 В», вырабатываемого источником питания.

Опорное напряжение, необходимое для работы преобразователя AD7740 и смещения уровня сигнала формируется интегральным источником опорного напряжения REF192.

Выходной сигнал преобразователя AD7740 через буферный каскад поступает на оптрон, обеспечивающий гальваническую развязку преобразователя Н-27 от внешней схемы по сигнальным цепям. Далее сигнал попадает непосредственно на вход независимых счетчиков измерительных каналов на плате LTR27.

Электрическая структурная схема преобразователя Н-27R представлена на рисунке 48.

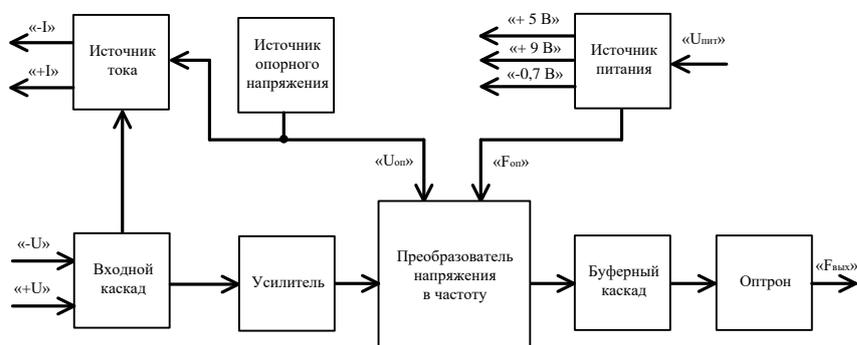


Рисунок 48– Электрическая структурная схема одного канала преобразователя Н-27R

Преобразователь Н-27R содержит источник постоянного тока. Источник питания (см. рисунок 48) вырабатывает необходимые для работы преобразователя Н-27R значения напряжения плюс 5 В, плюс 9 В и минус 0,7 В. Источник тока формирует ток, протекающий через измеряемое сопротивление. Падение напряжения на измеряемом сопротивлении является входным для входного каскада. В состав входного каскада входит диодный ограничитель напряжения и RC-фильтр низких частот. С выхода входного каскада сигнал поступает на вход усилителя, а затем – на преобразователь напряжения в частоту типа AD7740, отношение

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

частоты выходного сигнала которого к опорной частоте изменяется пропорционально изменению значения входного сигнала. Сигнал с выхода преобразователя напряжения в частоту через буферный каскад поступает на оптрон, а затем – на вход независимых счетчиков каналов на плате LTR27.

Все преобразователи Н-27 в своем составе имеют ППЗУ типа АТ93С46 (на рисунках 47, 48 не показаны). По электрическим цепям ППЗУ не имеет непосредственной связи с измерительной схемой. В нем хранятся поправочные коэффициенты преобразователя Н-27, определенные при выпуске из производства, серийный номер и обозначение преобразователя Н-27.

3.14.2 Подключение внешних сигналов к LTR27 осуществляется посредством блочного разъема типа DRB-37М (приборная вилка) на панели LTR27. Внешние подключения к LTR27 должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема типа DB-37F. Соответствие контактов разъема номерам слотов в нем и внешний вид разъема, обозначения и назначения контактов и показаны на рисунке 49. Порядок нумерации посадочных мест – слотов – для преобразователей Н-27 в LTR27 показан на рисунке 50.

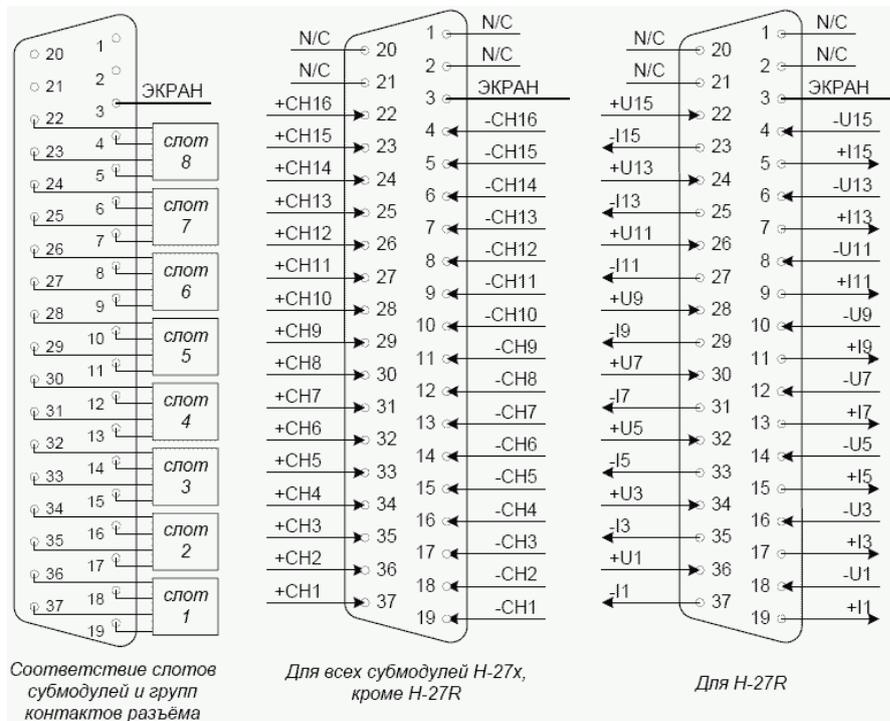


Рисунок 49 – Внешний вид разъема модуля LTR27, соответствие контактов блочного разъема номерам слотов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

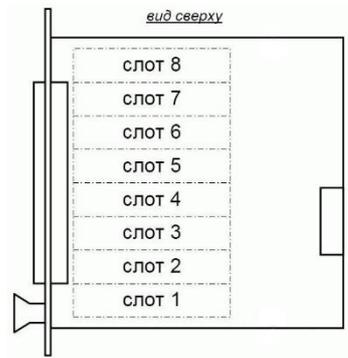


Рисунок 50 – Порядок нумерации слотов в модуле LTR27

3.14.3 Предельно допустимые условия для сигнальных линий LTR27 приведены в таблице 58.

Таблица 58

Сигнал	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия
Входы «+I», «-I» преобразователя Н-27I5	$(392 \pm 4) \text{ Ом}$	$\pm 7,5 \text{ мА}$
Входы «+I», «-I» преобразователя Н-27I10	$(100 \pm 1) \text{ Ом}$	$\pm 15 \text{ мА}$
Входы «+I», «-I» преобразователя Н-27I20	$(100 \pm 1) \text{ Ом}$	$\pm 30 \text{ мА}$
Входы «+U», «-U» преобразователя Н-27Т	Более 10 МОм	$\pm 2 \text{ В}$
Входы «+U», «-U» преобразователя Н-27U01	Более 10 МОм	$\pm 15 \text{ В}$
Входы «+U», «-U» преобразователя Н-27U10	$(1,02 \pm 0,02) \text{ МОм}$	$\pm 15 \text{ В}$
Входы «+U», «-U» преобразователя Н-27U20	$(1,02 \pm 0,02) \text{ МОм}$	$\pm 35 \text{ В}$
Цепи «+I, -I» и «+U, -U» преобразователя Н-27R100 или Н-27R250 при измерении сопротивления по четырехпроводной схеме (рисунок 51)	–	–

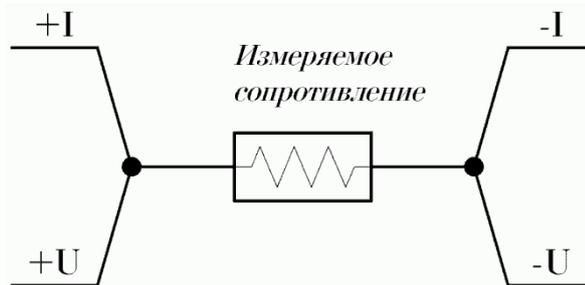


Рисунок 51 – Подключение измеряемого сопротивления к преобразователю Н-27R по четырехпроводной схеме

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При использовании экранированного подключения входных сигналов экран кабеля рекомендуется подключать к металлическому корпусу кабельного разъема DB-37F, либо к контакту 3 этого разъема.

При использовании длинных кабелей рекомендуется разнополюсные пары входных сигналов («-СН» «+СН»; «-U» «+U», «-I» «+I») прокладывать либо витыми парами, либо экранированными парами проводов.

3.15 Модуль измерительный LTR51

3.15.1 Назначение и технические характеристики LTR51 приведены в п. 2.12.

Внешний вид LTR51 приведен на рисунке 52.

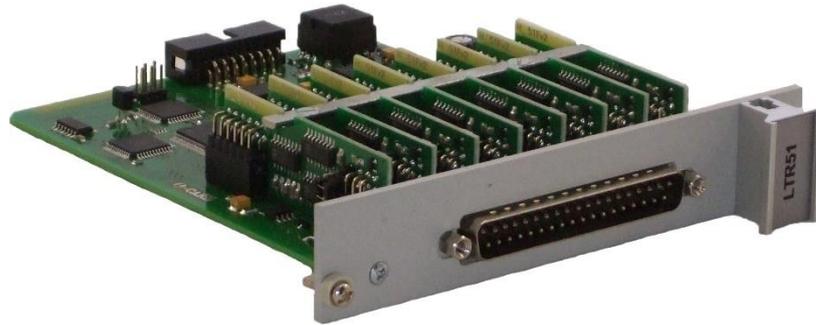


Рисунок 52 – Внешний вид LTR51

Электрическая структурная схема LTR51 с одним преобразователем Н-51FL или Н-51FH приведена на рисунке 54. Электрическая структурная схема преобразователей Н-51FL, Н-51FH (далее – преобразователи Н-51) – на рисунке 53.

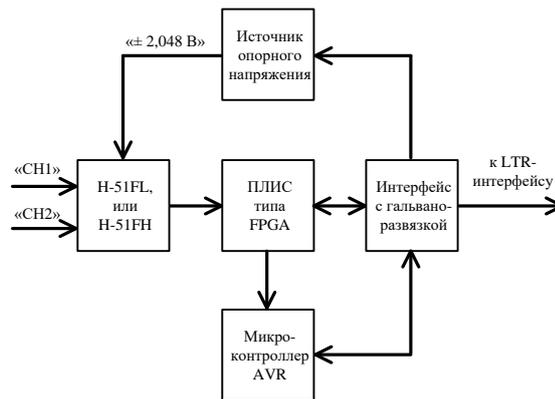


Рисунок 53 – Электрическая структурная схема LTR51 с одним преобразователем Н-51FL или Н-51FH 1

Инв.№ подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
							101
Полишь и дата	Изм. инв. №	Интв. № дубл.	Полишь и дата				

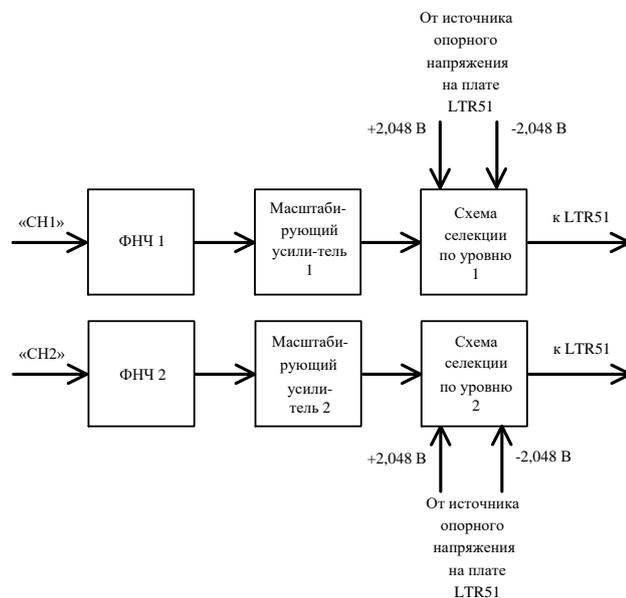


Рисунок 54 – Электрическая структурная схема преобразователя Н-51FL или Н-51FH

На электрической структурной схеме LTR51 показан один преобразователь Н-51FL или Н-51FH. В LTR51 может быть установлено до восьми таких преобразователей, связанных с ПЛИС и источником опорного напряжения так же, как и показанный на схеме первый преобразователь Н-51.

На электрической структурной схеме показан преобразователь Н-51, установленный в слоте 1 LTR51. Устанавливаемые в слоты 2 – 8 преобразователи Н-51 образуют измерительные каналы «СН3» – «СН16».

Принцип действия LTR51 основан на подсчете количества импульсов, сформированных преобразователем Н-51 за определенный интервал времени с одновременной регистрацией прихода последнего импульса внутри этого интервала. Микроконтроллер AVR типа AT8515 осуществляет прием команд из интерфейса LTR, посылку ответных команд и внутреннее управление. Источник опорного напряжения необходим для формирования порогов срабатывания при селекции входного напряжения по уровню. В ПЛИС типа FPGA EP1K10TC144 реализованы цифровые счетные узлы.

Поступающие на входы LTR51 сигналы транслируются на соответствующие входы измерительных каналов «СН1» – «СН16» преобразователей Н-51, установленных в LTR51. После прохождения в измерительном канале преобразователя Н-51 через ФНЧ сигнал поступает на вход на масштабирующего усилителя. Масштабирующий усилитель определяет верхний и нижний пороги срабатывания в зависимости от напряжения на входе измерительного канала (п.2.12.2). Далее сигнал поступает на двухпороговую схему селекции сигнала по уровню, состоящую из потенциометров верхнего и нижнего порога и RS-триггера. В результате компарирования схема селекции вырабатывает сигнал в виде бинарной функции, который далее поступает в ПЛИС LTR51 для логической обработки.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						102

3.15.2 Подключение внешних сигналов к LTR51 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR51. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 55, порядок нумерации слотов – на рисунке 56, назначение сигналов – в таблице 59.

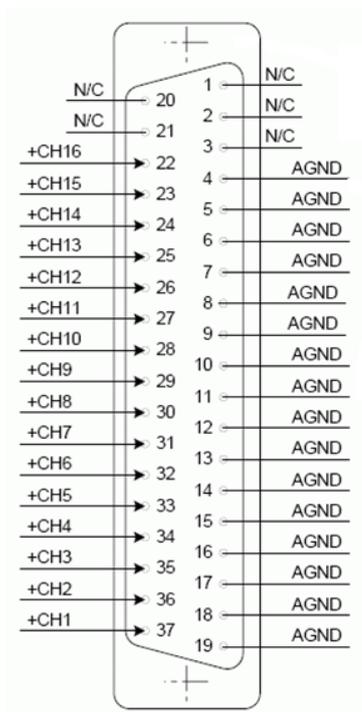


Рисунок 55 – Внешний вид разъема LTR51

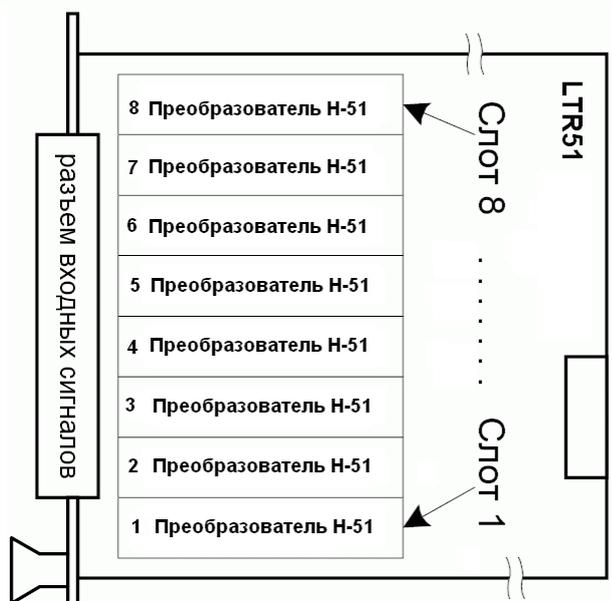


Рисунок 56 – Порядок нумерации слотов в LTR51

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 59

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«+CH1» – «+CH15»	«AGND»	Вход	Вход измерительного канала 1 – 16
«AGND»	–	–	Аналоговая земля
N/C	–	–	Контакт не должен быть подключен

Соответствие измерительных каналов LTR51 слотам преобразователей Н-51 представлено в таблице 60.

Таблица 60

Слот	Измерительный канал преобразователя Н-51	Обозначение соответствующего контакта разъема LTR51
1	1	«+CH1»
1	2	«+CH2»
2	1	«+CH3»
2	2	«+CH4»
3	1	«+CH5»
3	2	«+CH6»
4	1	«+CH7»
4	2	«+CH8»
5	1	«+CH9»
5	2	«+CH10»
6	1	«+CH11»
6	2	«+CH12»
7	1	«+CH13»
7	2	«+CH14»
8	1	«+CH15»
8	2	«+CH16»

3.15.3 После включения LTR LTR51 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 61.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Таблица 61

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
«+CH1» – «+CH16»	Аналоговый вход	Более 100 кОм	±18 В относительно «AGND»

Предельно допустимые условия для сигнальных линий LTR51 в выключенном состоянии LTR51 приведены в таблице 62.

Таблица 62

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе
«+CH1» – «+CH16»	Аналоговый вход	Более 100 кОм	±15 В относительно «AGND»

3.16 Модуль-генератор сигналов LTR34

3.16.1 Назначение и технические характеристики LTR34 приведены в п. 2.13.

Внешний вид LTR34 (модификация LTR34-8) приведен на рисунке 57.

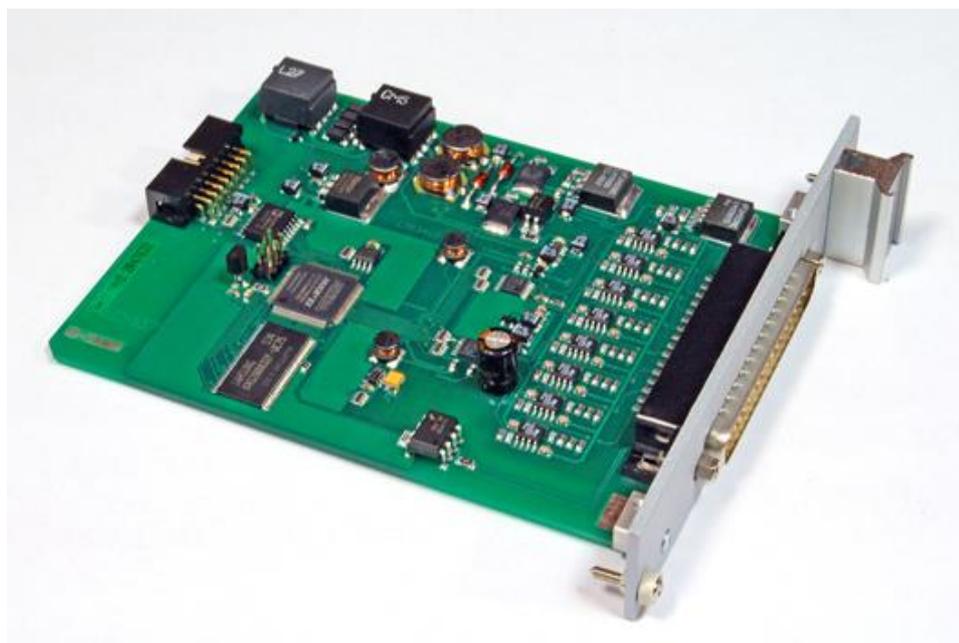


Рисунок 57 – Внешний вид LTR34 (модификация LTR34-8)

Электрическая структурная схема модификации LTR34-8 приведена на рисунке 58.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

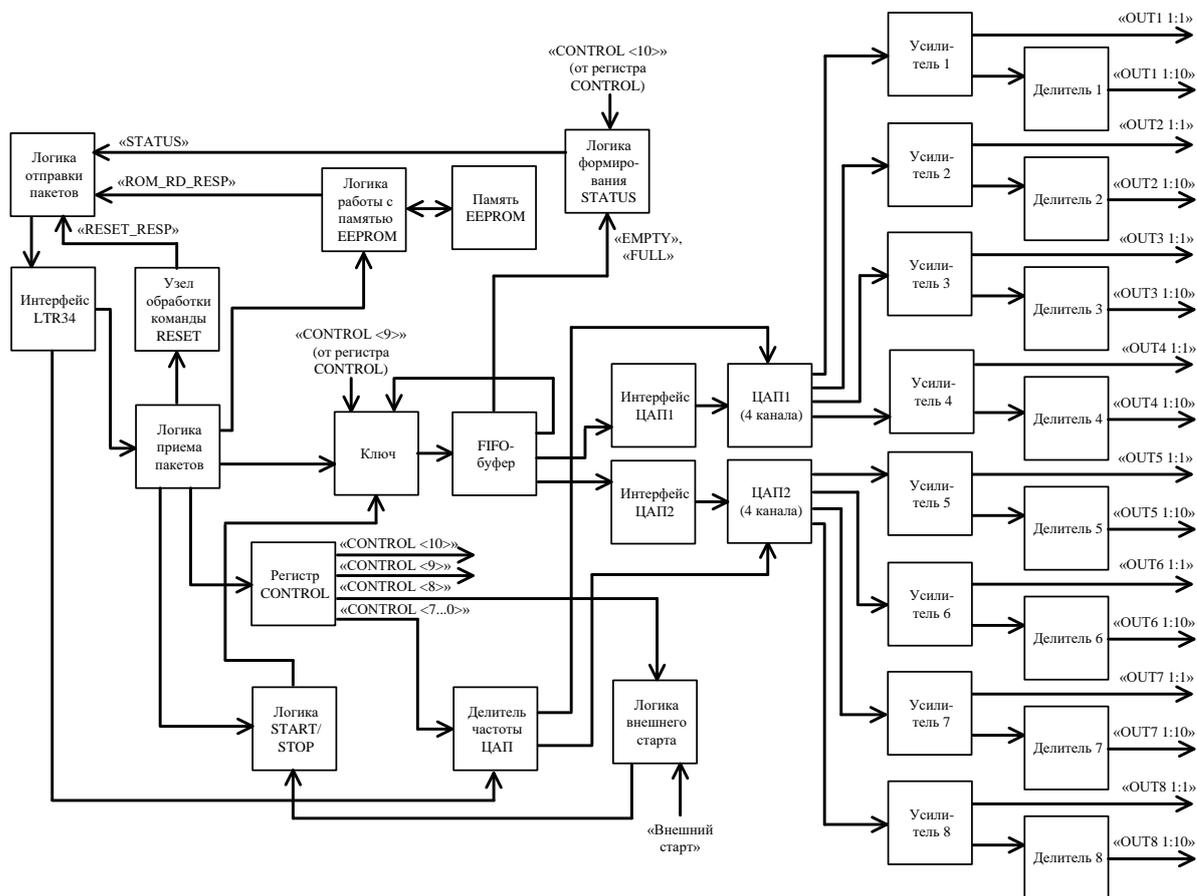


Рисунок 58 – Электрическая структурная схема модификации LTR34-8

Электрическая структурная схема модификации LTR34-4 в отличие от модификации LTR34-8 не содержит ЦАП2, усилителей 5 – 8, делителей 5 – 8, выходов с пятого по восьмой.

Функциональные узлы «Логика приема пакетов» и «Логика отправки пакетов» реализуют аппаратный протокол LTR34.

Узел «Обработка команды RESET» обрабатывает пришедшую в LTR34 команду «RESET», инициируя в ответ отсылку идентификатора LTR34.

Узел «Регистр CONTROL» хранит пришедшую в LTR34 команду.

Узел «Логика START/STOP» обрабатывает команды начала-остановки выдачи данных в ЦАП совместно с узлом «Логика внешнего старта».

FIFO-буфер принимает пакеты данных для ЦАП, или пакеты команд для памяти EEPROM с выхода узла «Логика приема пакетов».

Интерфейс ЦАП1 и интерфейс ЦАП2 реализуют протокол передачи данных из FIFO-буфера в микросхемы ЦАП1 и ЦАП2 типа DAC8555IPW.

Программируемый делитель частоты ЦАП задает скорость забора данных из FIFO-буфера в ЦАП1, ЦАП2, а также вырабатывает сигнал параллельного стробирования данных на выходах ЦАП1, ЦАП2.

Инв.№ подл.	Подпись и дата				Лист
	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ				
Инв.№ дубл.	Подпись и дата				106
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	
Взам.инв.№	Подпись и дата				

Узел «Логика формирования STATUS» периодически создает ответные STATUS-пакеты от LTR34, содержащие информацию о количестве накопленных данных, признаки переполнения и опустошения FIFO-буфера LTR34.

Буферные усилители и делители на выходах ЦАП1, ЦАП2 обеспечивают диапазоны выходного сигнала ± 10 В и ± 1 В на выходах «1:1» и «1:10», соответственно.

В памяти EEPROM объемом 2 КБ хранятся поправочные коэффициенты LTR34, определенные при выпуске LTR34 из производства, и серийный номер LTR34.

3.16.2 Подключение внешних цепей к LTR34 осуществляется посредством блочного разъема типа DRB-37М (приборная вилка) на панели LTR34. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 59, назначение сигналов – в таблице 63.

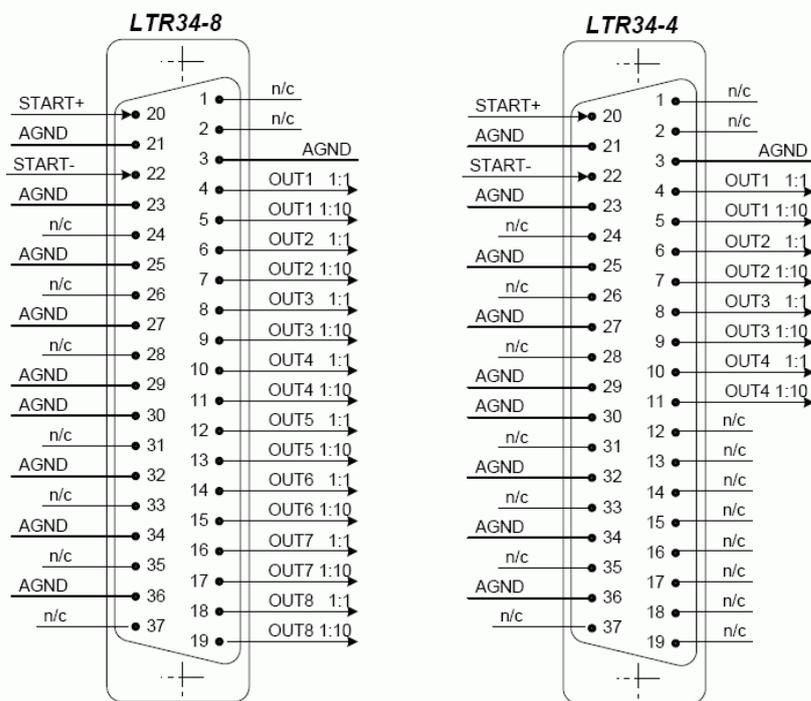


Рисунок 59 – Внешний вид разъемов LTR34

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 63

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«AGND»	–	–	Аналоговая земля
«OUT1 1:1» – «OUT8 1:1»	«AGND»	Выход	Выходы каналов 1 – 8, диапазон выходного напряжения от –10 до +10 В
«OUT1 1:10» – «OUT8 1:10»	«AGND»	Выход	Выходы каналов 1 – 8, диапазон выходного напряжения от –1 до +1 В
«START+»	«START-»	Вход	Вход сигнала синхронизации при внешнем старте ЦАП. Имеет индивидуальную оптическую гальвано-развязку. Напряжение сигнала синхронизации должно быть от -0,5 до +5,5 В. Вход совместим с TTL-выходами
«n/c»	–	–	Контакт не должен быть подключен

3.16.3 После включения LTR LTR34 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 64.

Таблица 64

Сигнал	Тип	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе
«OUT1 1:1» – «OUT8 1:1»	Аналоговый выход	–	Выходы устойчивы к короткому замыканию на «AGND»
«OUT1 1:10» – «OUT8 1:10»	Аналоговый выход	–	Выходы устойчивы к короткому замыканию на «AGND»
«START+»	Цифровой вход	От -4 до +9 В на выводе «START+» относительно вывода «START-»	–

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3.17 Модуль-генератор сигналов LTR35

3.17.1 Назначение и технические характеристики LTR35 приведены в п. 2.14.

Внешний вид LTR35 приведен на рисунке 60.



Рисунок 60 – Внешний вид LTR35

Электрическая структурная схема LTR35 приведена на рисунке 61.

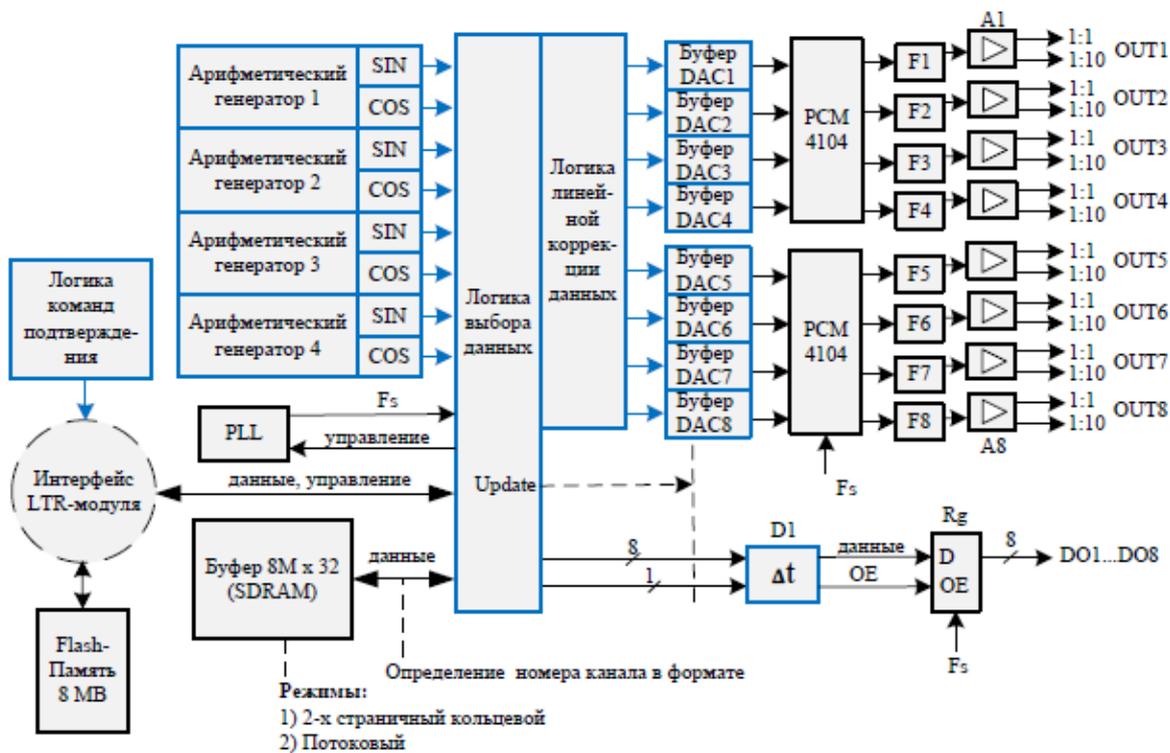


Рисунок 61 – Электрическая структурная схема LTR35

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Flash-память 8МВ имеет отдельный канал доступа к интерфейсу модуля LTR35. В штатном режиме работы LTR35 при включении питания из Flash-памяти загружается прошивка FPGA.

Буфер данных 32 МВ на основе SDRAM имеет организацию 8М x 32 и может работать в 2-х альтернативных режимах:

1) Циклический 2-х страничный режим (каждая страница 4М x 32), позволяющий во время циклического воспроизведения данных ЦАП из страницы чтения производить запись данных в страницу записи. После окончания записи при подаче команды смены страниц памяти аппарата LTR35 ожидает, пока процесс чтения данных дойдет до начального адреса воспроизведения, после чего страницы чтения и записи меняются местами. Циклический 2-х страничный режим позволяет во время воспроизведения предыдущего сигнала из одной страницы записать в буфер следующий циклический сигнал в другую страницу памяти. И по команде смены страниц памяти LTR35 обеспечит точную «склейку» старого и нового сигнала относительно начальной фазы.

2) Поточковый режим, при котором весь объем буфера 8М x 32 используется как буфер FIFO, реализующий функцию «поточкового ЦАП» с непрерывной подкачкой данных с верхнего программного уровня.

Асинхронный режим рассматривается как разновидность потокового, при котором FIFO находится в почти постоянном состоянии опустошения, и выходы ЦАП и цифрового вывода воспроизводят последнее записанное в этот канал значение. Этот режим позволяет время от времени устанавливать выходы в требуемое состояние, не заботясь о синхронизации времени этой установки.

В любом режиме LTR35 в 32-х битный буфер данных вместе с отсчетом данных всегда записывается номер физического канала от 1 до 9, для которого предназначен данный отчет данных. Номера каналов от 1 до 8 относятся к соответствующим каналам ЦАП, а канал с номером 9 относится к цифровому выходу. При чтении данных из буфера FPGA LTR35 анализирует номер канала для записи отчета в выходной регистр буфера соответствующего канала (буфер DAC1... DAC8, буфер DO). Сигнал на параллельное обновление выходов ЦАП и цифрового вывода (Update) формируется по принципу «после синхронного чтения из буфера отчета от заданного номера канала», что позволяет отчет данных с назначенным номером канала рассматривать как отчет, после получения которого выходы ЦАП (и выходы DO) обновятся синхронно установленной частоте преобразования.

LTR35 содержит четыре «арифметических» генератора сигнала, каждый из которых вычисляет за 1 период преобразования ЦАП новое значение синуса и косинуса с программируемыми начальной фазой и приращением фазы от отчета к отсчету. Разрядность задания начальной фазы и приращения угла – 32 бита, разрядность вычисляемого синуса-косинуса 24 бита. Каждый из 4-х «арифметических» генераторов можно независимо настроить на свою начальную фазу и частоту.

В отличие от модификации LTR35-1-8, модификация LTR35-1-4 содержит только 4 канала ЦАП и один 4-х канальный преобразователь РСМ4104 вместо двух.

Изн.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Изн.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						110

Модификация LTR35-2-8 отличается от LTR35-1-8 бoльшим коэффициентом передачи напряжения 10 усилителей (A1...A8) и несимметричным выходным диапазоном сигнала на выходах 1:1 (от -2 до +20 В). Выходы 1:10 присутствуют только в модификации LTR35-1, а в модификации LTR35-2 не реализованы.

3.17.2 Подключение внешних цепей к LTR35 осуществляется посредством блочного разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR35. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 62, назначение сигналов – в таблице 65.

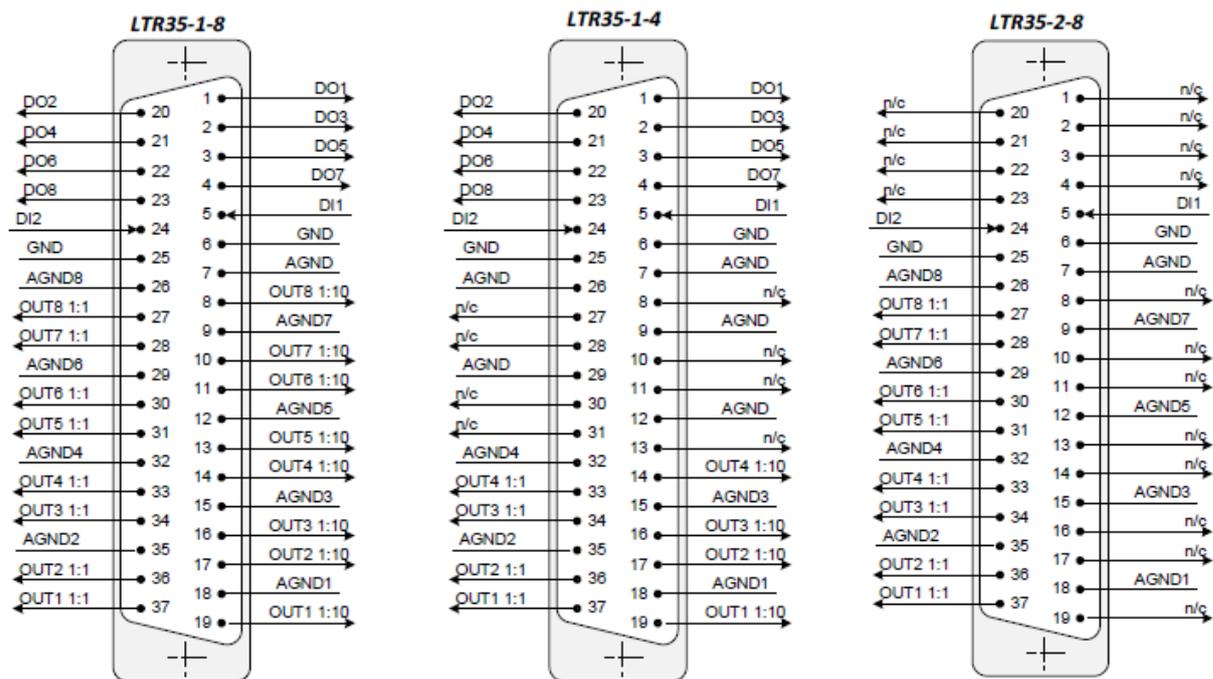


Рисунок 62 – Внешний вид разъемов LTR35

Инв.№ подл.	Подпись и дата			
	Изнв.№ дубл.			
	Взам. инв.№			
Инв.№ подл.	Подпись и дата			
	Изнв.№ дубл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 65

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Описание
«OUT1 1:1» – «OUT8 1:1»	«AGND1» – «AGND8»	Выход	Выходы «1:1» каналов 1 – 8
«OUT1 1:10» – «OUT8 1:10»	«AGND1» – «AGND8»	Выход	Выходы «1:10» каналов 1 – 8
«DO1» – «DO8»	«GND»	Выход	Цифровые параллельные выходы (младший байт), имеющие общее управление разрешения выхода. Выходы имеют начальное Z-состояние. Выходные цифровые уровни от 0 до 3,3 В. При выключенном состоянии питания выходы сохраняют высокоимпедансное состояние в рабочем диапазоне напряжений. Выходное сопротивление линий 100 Ом.
«DO9» – «DO16»	«GND»	Выход	Цифровые параллельные выходы (старший байт), имеющие общее управление разрешения выхода. Выходы имеют начальное Z-состояние. Выходные цифровые уровни +3,3 В. При выключенном состоянии питания выходы сохраняют высокоимпедансное состояние в рабочем диапазоне напряжений. Выходное сопротивление линий 100 Ом.
«DI1» – «DI2»	«GND»	Вход	Цифровые многофункциональные входы с входными уровнями +3,3 В и триггером Шмитта, обеспечивающий входной гистерезис. Входы имеют внутренние резисторные подтяжки 10 кОм относительно внутреннего напряжения питания +3,3 В. (возможно подключение внешнего управляющего «изолированного контакта» относительно GND)
«AGND1» – «AGND8»	–	–	Цепи «общих проводов» для подключения цепи нагрузки выходов ЦАП соответствующего канала
«AGND»	–	–	Аналоговая земля
«GND»	–	–	Цепь «цифровой земли» для подключения цепи нагрузки цифровых выходов DO
«n/c»	–	–	Контакт не должен быть подключен

3.17.3 После включения LTR LTR35 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 66.

Интв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Интв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						112

Таблица 66

Сигнал	Тип	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе
«OUT1 1:1» – «OUT8 1:1»	Аналоговый выход	Для LTR35-1: менее 10 мА по каждому выходу	Для LTR35-1: 20 мА по каждому выходу при условии, что суммарный ток по всем выходам LTR35 не превышает 160 мА. Для LTR35-2: 12 мА по каждому выходу при условии, что суммарный ток по всем выходам LTR35 не превышает 96 мА. Выходы устойчивы к короткому замыканию на «AGND» Короткое замыкание более двух аналоговых выходов недопустимо.
«OUT1 1:10» – «OUT8 1:10»	Аналоговый выход	Не более 10 мА по каждому выходу	20 мА по каждому выходу при условии, что суммарный ток по всем выходам LTR35 не превышает 160 мА. Выходы устойчивы к короткому замыканию на «AGND» Короткое замыкание более двух аналоговых выходов недопустимо.
«DI1» – «DI2»	Цифровой вход	от 0 до +3,3 В	Предельно допустимое напряжение на входе от –5 до +7 В
«DO1» – «DO16»	Цифровой выход	Менее 8 мА по каждому выходу	Предельно допустимое напряжение на выходе от -0,5...+6,5 V. Максимальный ток не более 20 мА.

3.18 Модуль управления LTR41

3.18.1 Назначение и технические характеристики LTR41 приведены в п. 2.15.

Внешний вид LTR41 приведен на рисунке 63.

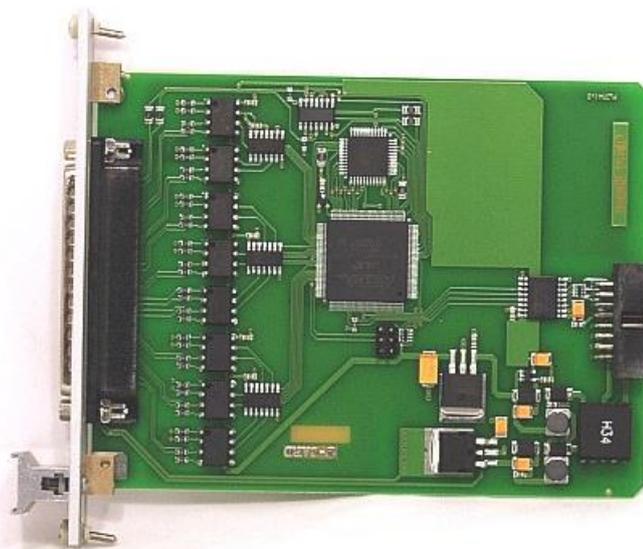


Рисунок 63 – Внешний вид LTR41

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Электрическая структурная схема LTR41 приведена на рисунке 64.

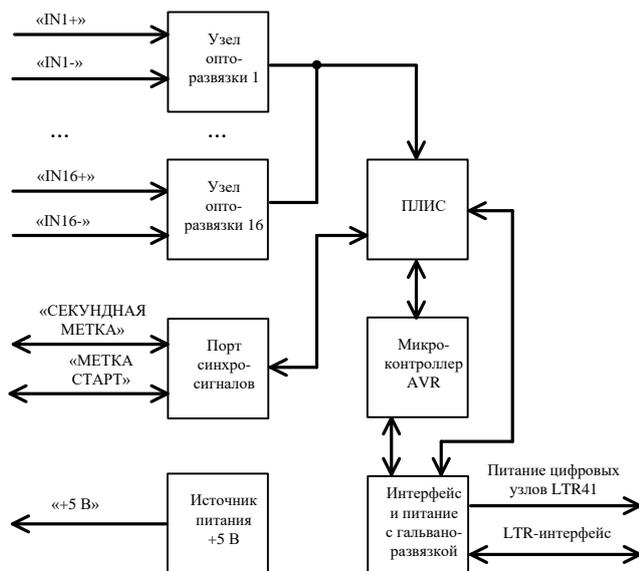


Рисунок 64 – Схема электрическая структурная LTR41

LTR41 имеет 16 идентичных дискретных входов («IN1+», «IN1-») – («IN16+», «IN16-») и две цифровых линии синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» и «МЕТКА СТАРТ».

Узел опторазвязки содержит оптрон типа HCPL-2630 с диодной защитой, таким образом, реализована поканальная опторазвязка. Внутреннее управление осуществляется с помощью микроконтроллера AVR типа ATmega8515.

В LTR41 поддерживаются независимо два типа синхрособытия: приход сигнала «МЕТКА СТАРТ» и приход сигнала «СЕКУНДНАЯ МЕТКА». Сигнал «МЕТКА СТАРТ» может быть внешним (TTL-сигнал «МЕТКА СТАРТ») или внутренним, формируемым программно. В последнем случае есть также возможность транслировать сигнал «МЕТКА СТАРТ» наружу через TTL-линию «МЕТКА СТАРТ» разъема LTR41, что позволяет подать этот сигнал на внешний прибор. Независимо от сигнала «МЕТКА СТАРТ» может быть использован сигнал «СЕКУНДНАЯ МЕТКА», который также может быть сконфигурирован как внешний (сигнал «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» с разъема LTR41), так и внутренний, аппаратно формируемый внутри LTR41 с периодичностью 1 с, или как внутренний с трансляцией на выход «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» разъема.

3.18.2 Подключение внешних сигналов к LTR41 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR41. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 65, назначение сигналов – в таблице 67.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

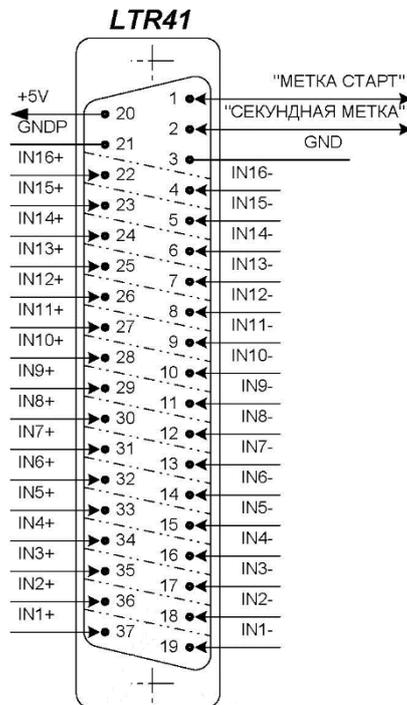


Рисунок 65 – Внешний вид разъема LTR41

Таблица 67

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Состояние после включения	Описание
(«IN1+», «IN1-») – («IN16+», «IN16-»)	–	Вход	Вход	Гальваноотвязанные цифровые входы 1 – 16
«МЕТКА СТАРТ»	«GND»	Двухнаправленный	Вход	«МЕТКА СТАРТ»
«СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	«GND»	Двухнаправленный	Вход	«СЕКУНДНАЯ МЕТКА»
«+5 В»	«GNDP»	Выход	–	Выход напряжения для питания внешнего устройства
«GND»	–	–	–	Цепь общего провода сигналов «МЕТКА СТАРТ» и «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»
«GNDP»	–	–	–	Цепь общего провода выхода напряжения «+5 В» для питания внешнего устройства

3.18.3 После включения LTR LTR41 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 68.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 68

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе	Резисторная подтяжка
(«IN1+», «IN1-») – («IN16+», «IN16-»)	Цифровой вход	Около 700 Ом	±12 В между «IN _i +» и «IN _i -» (i – номер цифрового входа от 1 до 16); ±25 мА в длительном режиме	–	Отсутствует
«+5 В»	Питание	–	–	±300 мА относительно «GNDR»	
«МЕТКА СТАРТ», «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	Цифровой вход-выход	Не менее 1 МОм при настройке на вход	От -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	±40 мА при напряжении от -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	

Предельно допустимые условия для сигнальных линий в выключенном состоянии LTR41 приведены в таблице 69.

Таблица 69

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление, Ом	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе	Резисторная подтяжка
(«IN1+», «IN1-») – («IN16+», «IN16-»)	Цифровой вход	Около 700	±12 В между «IN _i +» и «IN _i -» (i – номер цифрового входа от 1 до 16)	–	Отсутствует
«МЕТКА СТАРТ», «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	Цифровой вход-выход	100 – 1000	От -0,3 до +5,5 В при токе ±40 мА относительно «GND»	±40 мА при напряжении от -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата					Лист
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ				116
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

3.19 Модуль управления LTR42

3.19.1 Назначение и технические характеристики LTR42 приведены в п. 2.16.

Внешний вид LTR42 приведен на рисунке 66.



Рисунок 66 – Внешний вид LTR42

Электрическая структурная схема LTR42 приведена на рисунке 67.

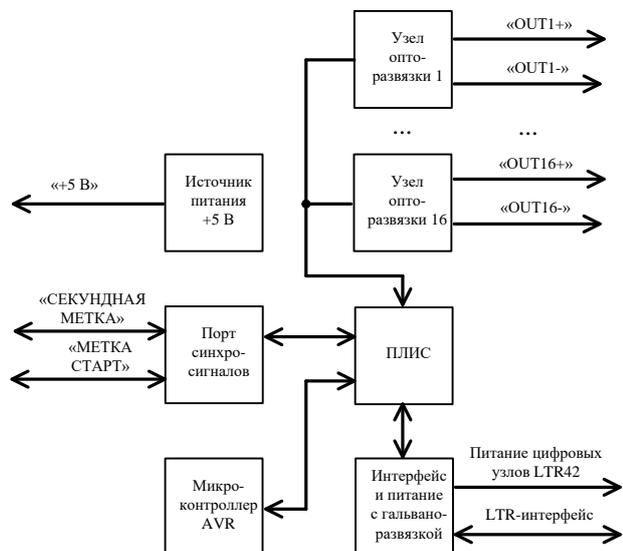


Рисунок 67 – Схема электрическая структурная LTR42

LTR42 обеспечивает управление электрическими цепями посредством 16 ключей управления («OUT1+», «OUT1-») – («OUT16+», «OUT16-») и двух цифровых линий синхронизации с конфигурацией на ввод или вывод «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» и «МЕТКА СТАРТ».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Узлы опторазвязки на выходе LTR42 выполнены на основе оптореле типа CPC1035N. Внутреннее управление осуществляется с помощью микроконтроллера AVR типа ATmega8515.

Исполнительную цепь оптореле допускается включать в цепи постоянного или переменного тока.

В LTR42 имеется отдельная гальваноразвязанная группа сигналов, содержащая:

- две двунправленных TTL-линии синхронизации «МЕТКА СТАРТ» и «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»;
- выход напряжения +5 В для питания внешнего устройства.

В LTR42 поддерживаются независимо два типа синхрособытия: приход сигнала «МЕТКА СТАРТ» и приход сигнала «СЕКУНДНАЯ МЕТКА». Сигнал «МЕТКА СТАРТ» может быть внешним (TTL-сигнал «МЕТКА СТАРТ») или внутренним, формируемым программно. В последнем случае есть также возможность транслировать сигнал «МЕТКА СТАРТ» наружу через TTL-линию «МЕТКА СТАРТ» разъема, что позволяет подать этот сигнал на внешний прибор, в том числе и на другие LTR. Независимо от сигнала «МЕТКА СТАРТ» может быть использован сигнал «СЕКУНДНАЯ МЕТКА», который также может быть сконфигурирован как внешний (сигнал «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» с разъема), так и внутренний, аппаратно формируемый внутри LTR42 с периодичностью 1 с, или как внутренний с трансляцией на выход «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» разъема.

При использовании LTR42 следует учитывать, что состоянием «Логический ноль» кодируется состояние разомкнутой токовой исполнительной цепи оптореле (ток минимальный), а логической единицей – замкнутое состояние исполнительной цепи (ток максимальный).

3.19.2 Подключение внешних сигналов к LTR42 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR42. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 68, назначение сигналов – в таблице 70.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					118

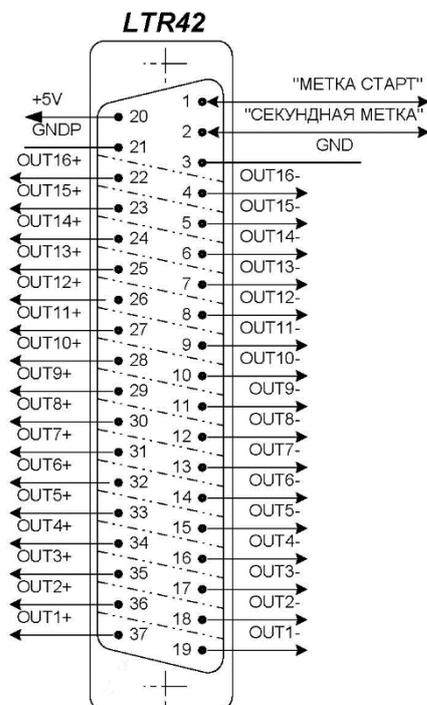


Рисунок 68 – Внешний вид разъема LTR42

Таблица 70

Наименование сигнала	Общая точка	Направление	Состояние после включения	Описание
(«OUT1+», «OUT1-») – («OUT16+», «OUT16-»)	–	Выход	Нет тока в исполнительных цепях оптореле	Гальваноотвязанные выходы каналов 1 – 16
«МЕТКА СТАРТ»	«GND»	Двухнаправленный	Вход	«МЕТКА СТАРТ»
«СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	«GND»	Двухнаправленный	Вход	«СЕКУНДНАЯ МЕТКА»
«+5 В»	«GNDP»	Выход	–	Выход напряжения для питания внешнего устройства. Ток нагрузки – не более 0,5 А
«GND»	–	–	–	Цепь общего провода сигналов «МЕТКА СТАРТ» и «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»
«GNDP»	–	–	–	Цепь общего провода выхода напряжения «+5 В» для питания внешнего устройства

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.19.3 После включения LTR LTR42 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 71.

Таблица 71

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Выходное сопротивление	Предельно допустимые условия на выходе
(«OUT1+», «OUT1-») – («OUT16+», «OUT16-»)	Цифровой выход	–	–	30 Ом во включенном состоянии оптореле. Более 50 МОм в выключенном состоянии оптореле	Для LTR42: ±70 мА во включенном состоянии оптореле. ±250 В в выключенном состоянии оптореле Для LTR42-1: ±350 мА во включенном состоянии оптореле. ±50 В в выключенном состоянии оптореле
«+5 В»	Питание	–	–	–	±300 мА относительно «GNDP»
«МЕТКА СТАРТ», «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	Цифровой вход-выход	Не менее 1 МОм при настройке на вход	От -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	–	±40 мА при напряжении от -0,3 до +5,5 В относительно «GND»

Предельно допустимые условия для сигнальных линий в выключенном состоянии LTR42 приведены в таблице 72.

Таблица 72

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Выходное сопротивление	Предельно допустимые условия на выходе
(«OUT1+», «OUT1-») – («OUT16+», «OUT16-»)	Цифровой выход	–	–	Более 50 МОм – соответствует выключенному состоянию оптореле	LTR42: до ±250 В LTR42-1: до ±50 В
«МЕТКА СТАРТ»,	Цифровой вход-выход	100 – 1000 Ом	От -0,3 до +5,5 В при токе	–	±40 мА при напряжении

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

«СЕКУНД- НАЯ МЕТКА»			± 40 мА относительно GND		от $-0,3$ до $+5,5$ В относительно GND
---------------------------	--	--	------------------------------------	--	---

3.20 Модуль управления LTR43

3.20.1 Назначение и технические характеристики LTR43 приведены в п. 2.17.

Внешний вид LTR43 приведен на рисунке 69.

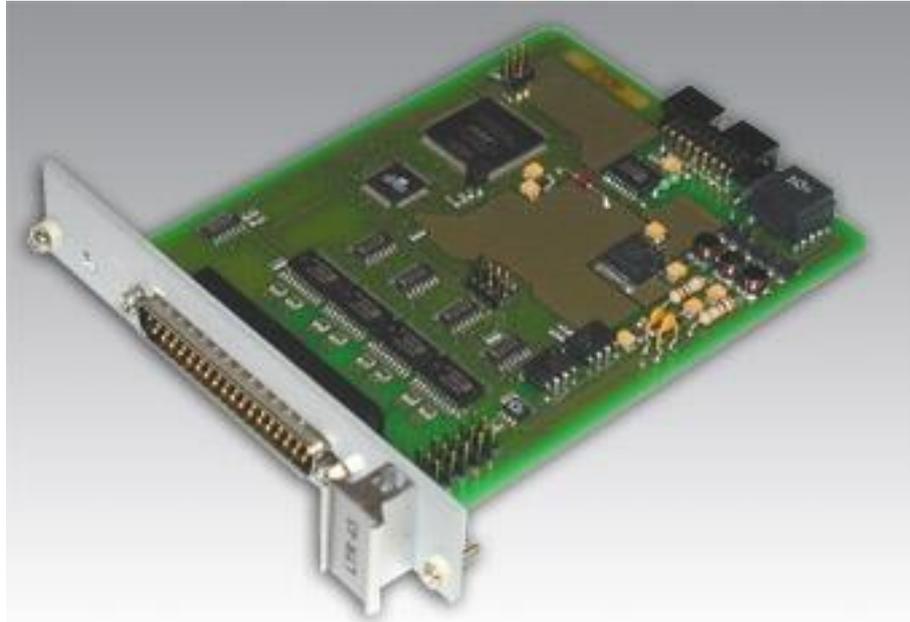


Рисунок 69 – Внешний вид LTR43

Электрическая структурная схема LTR43 приведена на рисунке 70.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата						Лист
										121
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					

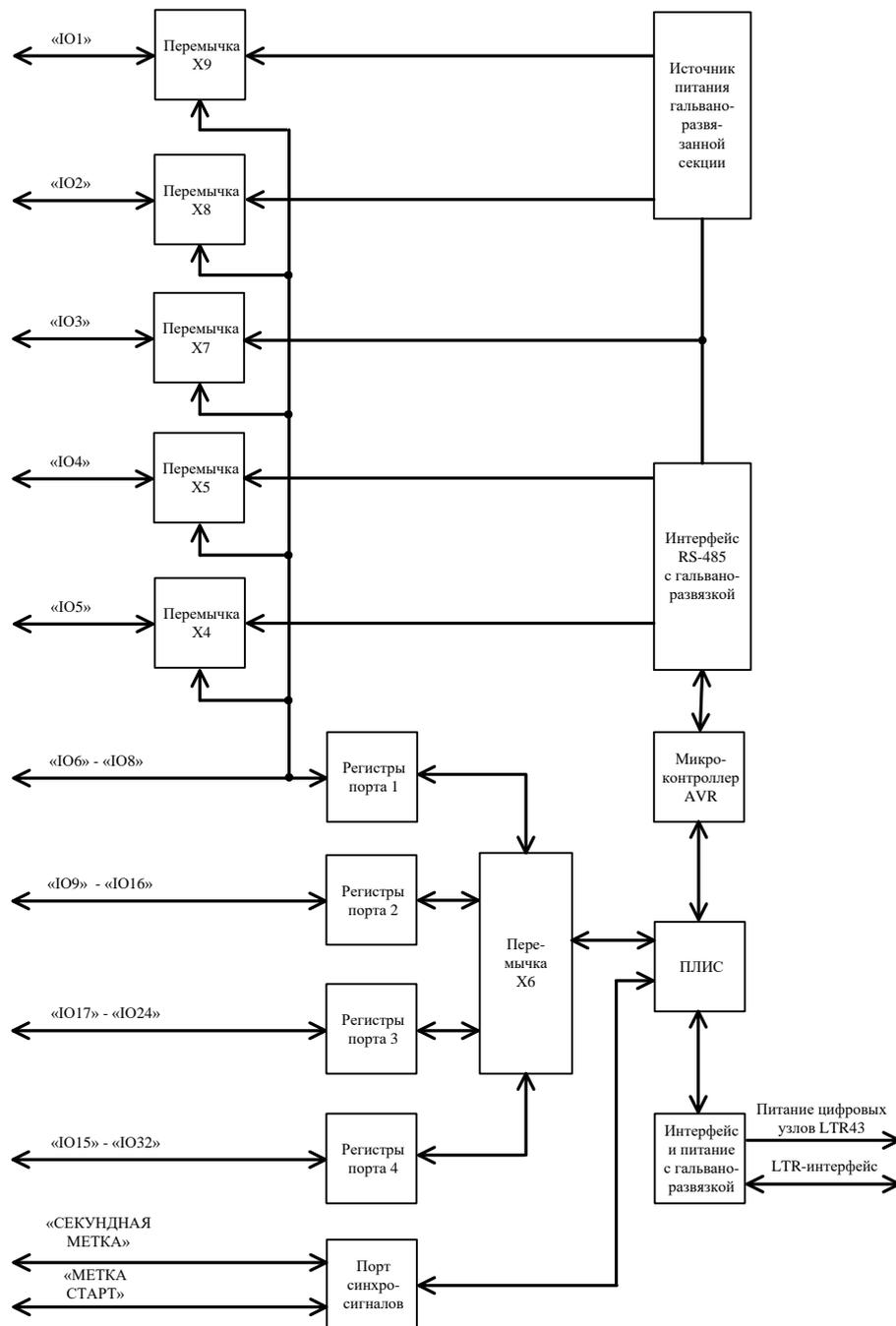


Рисунок 70 – Схема электрическая структурная LTR43

LTR43 имеет четыре восьмиразрядных порта (всего 32 линии) асинхронного ввода-вывода TTL-сигналов. Каждый из четырех портов может быть программно сконфигурирован как на ввод, так и на вывод. Кроме того, есть возможность при включении питания принудительно задать состояние «Активный ноль» на выходе для каждого из четырех портов с помощью установки соответствующей перемычки. В последнем случае соответствующий порт может быть использован только на выход. Следует помнить, что всегда ввод-вывод данных производится сразу всех 32 бит параллельно, т.е. все порты, настроенные на выход, при записи обновляют выходные логические уровни одновременно, и все порты, настроенные на вход,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

защелкивают входные уровни сигналов также одновременно.

Пять из 32 линий ввода-вывода могут быть сконфигурированы переключателями под отдельную гальваноотвязанную секцию, содержащую линии питания и управления внешнего аналогового устройства. Среди них две линии данных интерфейса управления RS-485, две линии питания внешнего устройства ± 12 В и один общий провод питания и интерфейса RS-485.

LTR43 имеет две двунаправленных TTL-линии синхронизации «МЕТКА СТАРТ» и «СЕКУНДНАЯ МЕТКА».

В LTR43 поддерживаются независимо два типа синхрособытия: приход сигнала «МЕТКА СТАРТ» и приход сигнала «СЕКУНДНАЯ МЕТКА». Сигнал «МЕТКА СТАРТ» может быть внешним (TTL-сигнал «МЕТКА СТАРТ») или внутренним, формируемым программно. В последнем случае есть также возможность транслировать сигнал «МЕТКА СТАРТ» наружу через TTL-линию «МЕТКА СТАРТ» разъема, что позволяет подать этот сигнал на внешний прибор, в том числе и на другие LTR. Независимо от сигнала «МЕТКА СТАРТ» может быть использован сигнал «СЕКУНДНАЯ МЕТКА», который также может быть сконфигурирован как внешний (сигнал «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» с разъема), так и внутренний, аппаратно формируемый внутри KDM42 с периодичностью 1 с, или как внутренний с трансляцией на выход «СЕКУНДНАЯ МЕТКА» разъема.

Внутреннее управление в LTR43 – прием команд из интерфейса LTR, передача ответных команд, программное обращение к регистрам портов – осуществляется с помощью микроконтроллера AVR ATmega8515.

3.20.2 Подключение внешних сигналов к LTR43 осуществляется посредством разъема типа DRB-37M (приборная вилка) на панели LTR43. Внешние подключения должны производиться путем распайки сигнальных цепей на кабельную часть разъема (кабельная розетка) типа DB-37F. Внешний вид разъема (приборная вилка) приведен на рисунке 71, назначения сигналов – в таблице 73.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата					Лист	
										ДЛИЖ.301422.0010 РЭ
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись		

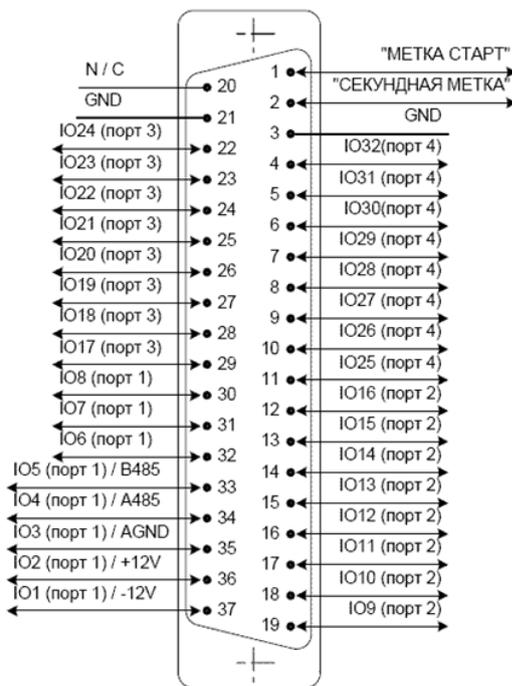


Рисунок 71 – Внешний вид разъема LTR43

Таблица 73

Сигнал	Общая точка	Направление	Состояние после включения	Описание
«IO1 (порт1) / -12 В»: – переключатель X9 в положении 1-2: «IO1» – переключатель X9 в положении 2-3: «-12 В»	«GND»	Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»*	Сигнал «IO1» порта 1
	«AGND»	Выход	Выход	Питание внешнего устройства
«IO2 (порт 1) /+12V»: – переключатель X8 в положении 1-2: «IO2» – переключатель X8 в положении 2-3: «+12 В»	«GND»	Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»*	Сигнал «IO2» порта 1
	«AGND»	Выход	Выход	Питание внешнего устройства

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 73

«IO3 (порт 1) /AGND»: – перемычка X7 в положении 1-2: «IO3» – перемычка X7 в положении 2-3: «AGND»	«GND» «AGND»	Двунаправленный –	Вход или «Логический ноль»* –	Сигнал «IO3» порта 1 Общий провод гальваноразвязанной секции сигналов: «-12 В», «+12 В», «A485», «B485»
«IO4 (порт 1) /A485»: – перемычка X5 в положении 1-2: «IO4» – перемычка X5 в положении 2-3: «A485»	«GND» «AGND»		Вход или «Логический ноль»* Вход	Сигнал «IO4» порта 1 Линия данных А интерфейса «RS-485»
«IO5 (порт 1) /B485»: – перемычка X4 в положении 1-2: «IO5» – перемычка X4 в положении 2-3: «B485»	«GND» «AGND»	Двунаправленный Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»* Вход	Сигнал «IO5» порта 1 Линия данных В интерфейса «RS-485»
«IO6 (порт1)» – «IO8 (порт1)»	«GND»	Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»*	Сигналы «IO6» – «IO8» порта 1
«IO9» – «IO16»	«GND»	Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»*	Порт 2
«IO17» – «IO24»	«GND»	Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»*	Порт 3
«IO25» – «IO32»	«GND»	Двунаправленный	Вход или «Логический ноль»*	Порт 4
«МЕТКА СТАРТ»	«GND»	Двунаправленный	Вход	«МЕТКА СТАРТ»
«СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	«GND»	Двунаправленный	Вход	«СЕКУНДНАЯ МЕТКА»
«GND»	–	–	–	Общий провод цифровых TTL-линий «IO1» – «IO32»

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

* Конфигурируется перемычками для каждого порта независимо, см. таблицу 74; на неподключенной цифровой линии, сконфигурированной на вход, будет присутствовать уровень «Логической единицы» за счет наличия внутреннего подтягивающего резистора 4,7 кОм (к +5 В)

Альтернативные функции линий «Ю1» – «Ю5» задаются положением перемычек на разъемах «Х4», «Х5», «Х7», «Х8», «Х9». По умолчанию, если в LTR43 используются только линии цифрового ввода-вывода, перемычки «Х4», «Х5», «Х7», «Х8», «Х9» следует предварительно поставить в положение 1-2. При использовании только RS-485, перемычки «Х4», «Х5», «Х7» необходимо установить в положение 2-3, а перемычки «Х8» и «Х9» оставить в положении 1-2.

При подключении до четырех усилителей заряда LE-41, использующих питание и интерфейс RS-485 от LTR43, перемычки «Х4», «Х5», «Х7», «Х8», «Х9» следует установить в положение 2-3.

Функция принудительной установки портов на выход с состоянием «Логический ноль» при включении LTR43 задается установкой четырех перемычек на разъем «Х6». Конфигурация портов в зависимости от положения перемычки «Х6» приведена в таблице 74.

Таблица 74

Контакты разъема «Х6»	Перемычка	Состояние порта при включении	Состояние порта при работе
1-2	Не установлена	Порт 1 – вход	Направление задается программно
1-2	Установлена	Порт 1 – выход в состоянии «Логический ноль»	При работе – всегда только активный выход
3-4	Не установлена	Порт 2 – вход	Направление задается программно
3-4	Установлена	Порт 2 – выход в состоянии «Логический ноль»	При работе – всегда только активный выход
5-6	Не установлена	Порт 3 – вход	Направление задается программно
5-6	Установлена	Порт 3 – выход в состоянии «Логический ноль»	При работе – всегда только активный выход
7-8	Не установлена	Порт 4 – вход	Направление задается программно
7-8	Установлена	Порт 4 – выход в состоянии «Логический ноль»	При работе – всегда только активный выход

3.20.3 После включения LTR LTR43 имеет характеристики входных и выходных сигнальных линий, представленные в таблице 75.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 75

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе	Резисторная подтяжка
«IO1» – «IO32»	Цифровой вход-выход	Для LTR43 4,7 кОм; для LTR43-0: 2,2 кОм	От -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	±30 мА при входном напряжении от -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	LTR43: 4,7 кОм относительно «+5 В»; LTR43-0: 2,2 кОм относительно «GND»
«A485», «B485»	«RS-485»	12 кОм	±12 В относительно «AGND»	±12 В относительно «AGND»	–
«-12 В», «+12 В»	Питание	–	–	±120 мА относительно «AGND» при суммарной мощности, отдаваемой в нагрузку не более 2,8 Вт	
«МЕТКА СТАРТ», «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	Цифровой вход-выход	Не менее 1 МОм при включении на вход	От -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	±20 мА при входном напряжении от -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	

Предельно допустимые условия для сигнальных линий LTR43 в выключенном состоянии LTR43 приведены в таблице 76.

Таблица 76

Сигнал	Тип линии	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе	Резисторная подтяжка
«IO1» – «IO32»	Цифровой вход-выход	100 – 1000 Ом	От -0,3 до +5,5 В при токе до ±30 мА относительно «GND»	±30 мА при входном напряжении от -0,3 до +5,5 В относительно «GND»	
«A485», «B485»	«RS-485»	100 – 1000 Ом	±12 В относительно «AGND»	±12 В относительно «AGND»	–
«-12 В»	Питание	–	–	0...-15 В относительно «AGND»	
«+12 В»	Питание	–	–	0...+15 В относительно «AGND»	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

«МЕТКА СТАРТ», «СЕКУНДНАЯ МЕТКА»	Цифровой вход-вы- ход	100 – 1000 Ом	От -0,3 до +5,5 В при токе до ±40 мА от- носительно «GND»	±20 мА при вход- ном напряжении от -0,3 до +5,5 В отно- сительно «GND»	
---	-----------------------------	---------------	---	---	--

Инв.№ подл.	Подпись и дата				Инв.№ дубл.	Подпись и дата				
	Взам.инв.№					Инв.№ дубл.				
Изм.					Лист					
Лист					№ докум.					
Подпись					Дата					
ДЛИЖ.301422.0010 РЭ										Лист
										128

4 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

4.1 На корпус LTR нанесены:

- наименование и обозначение изделия с указанием модификации и исполнения;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- год изготовления;
- знак утверждения типа средств измерений по ПР 50.2.107-2009;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза в соответствии с Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 года № 711.

4.2 Вблизи клемм и разъемов нанесены надписи или символы, указывающие их назначение.

4.3 На предприятии-изготовителе служба ОТК пломбирует LTR. Места пломбирования – в соответствии с таблицей 77.

Таблица 77

Исполнение LTR	Место пломбирования
«1»	Головка одного из четырех закрытых резиновыми ножками винтов на нижней стенке корпуса LTR
«2»	Головка одного из четырех винтов на верхней стенке корпуса LTR с правой стороны
«8»	Головка крайнего правого винта, расположенного на задней стенке корпуса LTR в нижней части стенки
«16»	

Интв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Интв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 По защите от поражения электрическим током LTR соответствует классу защиты согласно таблице 78.

Таблица 78

Номер исполнения LTR	Класс защиты от поражения электрическим током
1	ГОСТ IEC 61140, класс III
2	
8	ГОСТ IEC 61140, класс I
16	

5.2 По общим требованиям безопасности LTR соответствует ГОСТ IEC 61010-1.

5.3 К эксплуатации LTR могут быть допущены лица, имеющие действующие удостоверения на право работы на электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

6.1 Эксплуатационные ограничения и порядок установки

6.1.1 LTR предназначены для установки на столе. Нормальное (рабочее) положение LTR – горизонтальное.

Крепление LTR исполнения «16» в стандартную 19-дюймовую стойку (п.3.1.1) без направляющих запрещается.

ВНИМАНИЕ: при установке LTR необходимо обеспечить свободный приток воздуха снизу и свободный отток воздуха сзади корпуса LTR!

Вентиляционные отверстия на нижней стенке корпуса LTR не должны быть закрыты.

При необходимости LTR исполнения «2» можно закрепить на DIN-рейке с использованием комплекта крепления на DIN-рейку, поставляемого ООО «Л Кард» по отдельному заказу. Устанавливать LTR исполнения «2» на DIN-рейку необходимо только решеткой вентилятора вверх, как показано в приложении А на рисунке А.5. Для съема LTR с DIN-рейки нужно нажать на корпус LTR сверху вниз с одновременным выдвиганием нижней части корпуса на себя.

6.1.2 Все крепежные винты на панелях модулей в LTR исполнений «8» и «16» должны быть завинчены. На панели модуля LTR с внутренней стороны имеется лепесток электростатического заземления, который входит в контакт с корпусом LTR только при условии закрученных крепежных винтов на панели модуля.

6.1.3 Рабочие условия эксплуатации – по п.1.4.

6.2 Подключение LTR

6.2.1 При подключении LTR необходимо строго соблюдать требования безопасности, указанные в разделе 5 «Меры безопасности».

6.2.2 Подключение внешних электрических цепей к LTR должен осуществлять пользователь, имеющий соответствующую квалификацию.

6.2.3 LTR, системный блок компьютера, все остальные используемые в стенде устройства, питающиеся от сети переменного тока, должны быть заземлены через контакты заземления вилок сетевых кабелей, иметь общее заземление, их питание должно осуществляться от одной фазы сети переменного тока.

6.2.4 Напряжение питания LTR должно быть в пределах, указанных в п.2.22.

ВНИМАНИЕ: напряжение питания на LTR, имеющие дополнительный номер исполнения «4», «5», подавать только, используя блоки питания из комплекта поставки LTR.

6.2.5 Подключение LTR, имеющей дополнительный номер исполнения «2» или «3», к источнику питания постоянного тока выполнять в следующей последовательности:

1) убедиться в том, что выключатель «**==** 12V» («**==** 27V») находится в положении «**○**»;

2) подключить источник питания постоянного тока к клеммам «+» и «-» LTR;

ВНИМАНИЕ: полярность подключаемого напряжения должна строго соответствовать указанной на корпусе LTR;

Инв.№ подл.	Подпись и дата						
	Инв.№ дубл.						
	Взам.инв.№						
	Подпись и дата						
					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист	
							131
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

3) установить выключатель « 12V» (« 27V») в положение «».

Отключение LTR, имеющей дополнительный номер исполнения «2» или «3», от источника питания постоянного тока выполнять в следующей последовательности:

1) установить выключатель « 12V» (« 27V») в положение «»;

2) отключить источник питания постоянного тока от клемм «+» и «-» LTR.

6.2.6 Подключение USB-кабеля к LTR исполнений «8», «16» и компьютеру и его отключение во избежание выхода из строя USB-портов LTR и компьютера выполнять только при условии выполнения заземления LTR в соответствии с п.6.2.3.

6.2.7 Подключение LTR к компьютеру по интерфейсу Ethernet необходимо выполнять с использованием соответствующего кабеля из комплекта поставки LTR.

6.2.8 Общие правила подключения источников сигналов к LTR

6.2.8.1 Общие правила подключения источников сигналов к LTR приведены на рисунке 72.

6.2.8.2 Если источники сигнала не имеют гальванической связи с корпусом LTR, рекомендуется соединять кратчайшим способом общие провода, идущие от внешних электрических цепей к LTR, с клеммой заземления «» LTR. Данная мера позволяет ограничить скорость нарастания помехи.

6.2.8.3 Если источники сигнала принципиально должны быть гальванически отвязаны от земли и существуют факторы накопления заряда, необходимо обеспечить путь стекания заряда на землю через высокоомный резистор.

6.2.8.4 Если входы LTR принципиально должны быть гальванически отвязаны, потому что находятся под потенциалом источника напряжения, включенного относительно земли, то в качестве меры борьбы с помехами можно заземлить потенциал источника напряжения через емкость или через помехоподавляющий фильтр, включенные относительно точки заземления LTR.

6.2.8.5 Если источники сигнала заземлить невозможно, их необходимо экранировать вместе с подходящими к ним LTR кабелями. При этом достаточно поместить кабель в экран (оплетку), которую следует припаять к металлическому корпусу кабельного разъема DB-37F. Для исключения сквозных токов через оплетку кабеля запрещается соединять оплетку кабеля с какой-либо цепью, кроме непосредственного соединения с клеммой заземления LTR.

6.2.8.6 Если источники сигналов пользователя подсоединены к модулю LTR кабелем длиной более 3 – 5 м, рекомендуется использовать внешний экран.

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

					ДЛИЖ.301422.0010 РЭ	Лист
						132
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

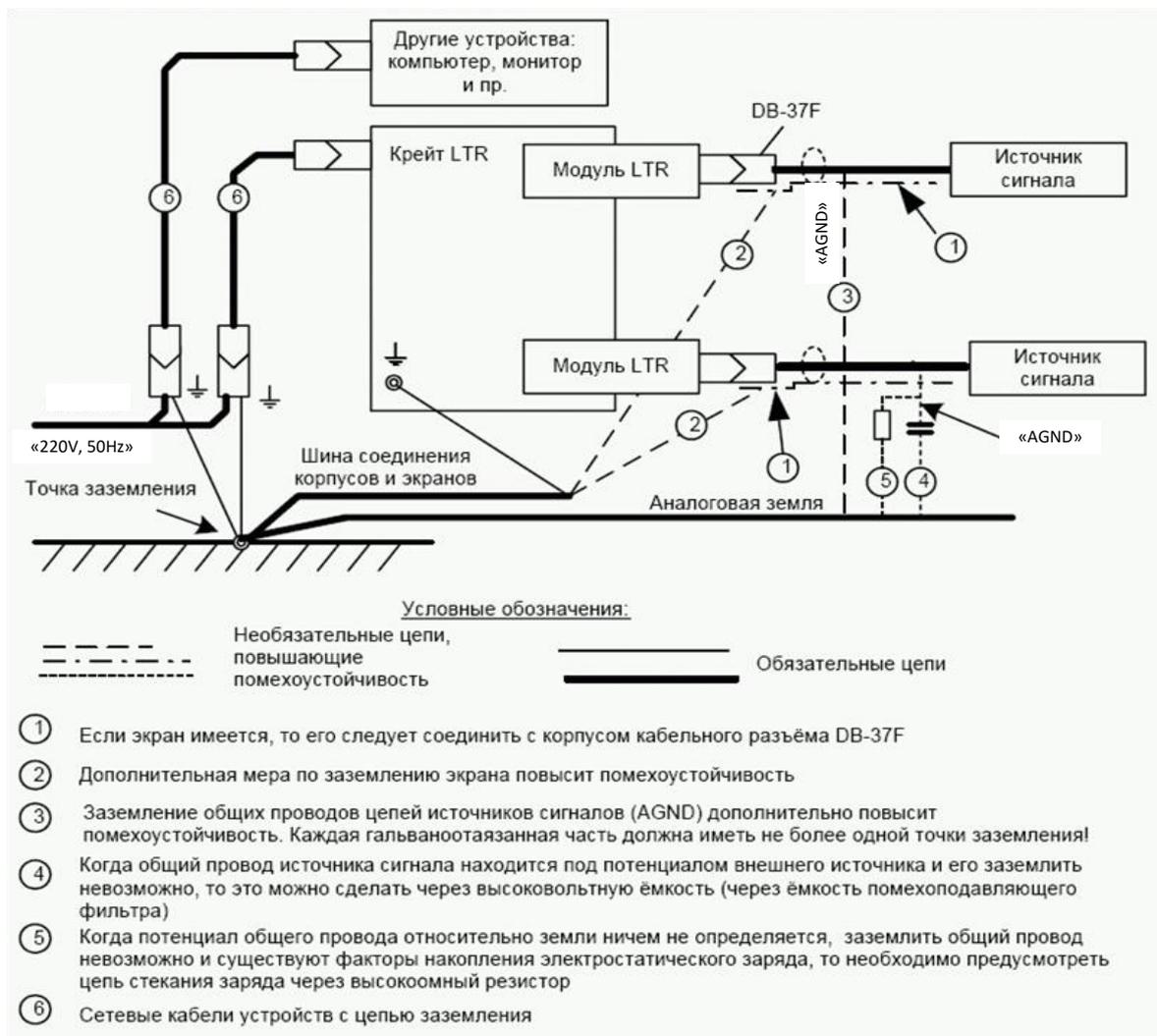


Рисунок 72 – Общие правила заземления LTR

6.2.9 При подключении сигналов внешней синхронизации к разъему «SYNC» LTR необходимо учитывать, что цепи сигналов «DIGIN1», «DIGIN2», «DIGIOUT1», «DIGIOUT2», «GND» не имеют изоляции относительно корпуса и цепи заземления LTR.

Поэтому не допускается напрямую подключать сигналы синхронизации «DIGIN1», «DIGIN2», «DIGIOUT1», «DIGIOUT2», «GND» разных LTR, чтобы избежать протекания токов заземления через LTR, что является причиной неустойчивой работы LTR и выхода ее из строя.

Синхронизация работы нескольких LTR с разными точками заземления по цепям сигналов «DIGIN1», «DIGIN2», «DIGIOUT1», «DIGIOUT2» возможна только в случае применения элементов и устройств гальванической развязки, которые могут быть запитаны от LTR через разъем «SYNC».

6.2.10 Особенности подключения сигналов к LTR-EU-2-5

6.2.10.1 LTR-EU-2-5 переходит в рабочее состояние, если подключено напряжение питания, независимо от подключения интерфейсов USB и Ethernet.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

6.2.10.2 При подключении внешних сигналов к LTR-EU-2-5 необходимо учитывать особенности соединения общих проводов внутри LTR-EU-2-5, пользуясь для этого рисунком 73.

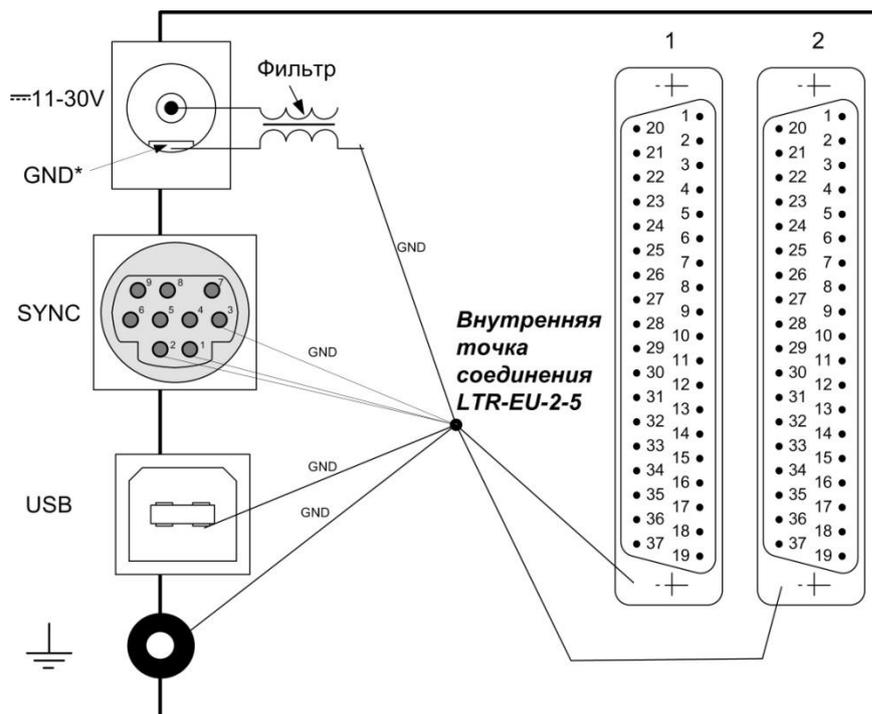


Рисунок 73 – Внутреннее соединение общих проводов в LTR-U-2-5

Для повышения помехоустойчивости интерфейсов USB и Ethernet (а также для уменьшения влияния помех от внешнего импульсного сетевого адаптера) клемму заземления на задней панели LTR-EU-2-5 рекомендуется соединить с цепью местного заземления или с заземленным корпусом компьютера (в случае обычного системного блока – через лепесток заземления сетевой вилки).

Точкой сигнального заземления и точкой подключения сигнального экрана в LTR-EU-2-5 является металлический корпус кабельной части сигнального разъема DB-37F. Рекомендуется соединить корпус хотя бы одного сигнального разъема с цепью экрана (сигнального заземления) источника сигнала (датчика).

В случае применения в составе LTR-EU-2-5 модулей LTR11, LTR212, LTR22, LTR24, LTR27, LTR51 для уменьшения случайной составляющей погрешности измерений, для оптимизации соотношения «сигнал-шум» (а также в случае больших помех внешней среды) следует использовать экранированное подключение к сигнальному разъему модуля LTR. Экран (или экраны для отдельных групп сигналов) желательно оставить подключенным только на стороне LTR-EU-2-5.

6.2.10.3 Описание разъема «SYNC» приведено в п. 3.2.1.5.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7 ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1 Установить LTR на место ее эксплуатации, выполнить рекомендации и необходимые подключения в соответствии с разделами 3, 6.

7.2 LTR не содержит органов настройки и управления. Управление осуществляется программно в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации измерительной системы, в которой используется LTR.

7.3 Внешние признаки исправной работы и неисправностей LTR

7.3.1 Для индикации передачи данных предусмотрены светодиоды «U» и «E». Варианты индикации и соответствующие им описания состояния приведены в таблице 79.

Таблица 79

Модификация и исполнение LTR	Индикатор	Состояние индикатора	Описание состояния
LTR-CEU-1-4	«LAN Activity»	Непрерывно светится зеленым	Наличие соединения Ethernet
		Не светится	Отсутствие соединения Ethernet
	«LED»	Непрерывно светится зеленым	Наличие соединения USB «high-speed»
		Непрерывно светится красным	Наличие соединения USB «full-speed»
		Не светится	LTR выключена
LTR модификации «EU» всех исполнений	«U»	Непрерывно светится зеленым	Наличие соединения USB «high-speed»
		Непрерывно светится красным	Наличие соединения USB «full-speed»
		Непрерывно светится желто-оранжевым	Отсутствие соединения USB
	«E»	Непрерывно светится зеленым	Наличие соединения Ethernet
		Непрерывно светится красным	Отсутствие соединения Ethernet
	«U» и «E»	Не светятся	LTR выключена

7.3.2 В LTR, имеющих исполнение часть 2 «2» или «3», для индикации напряжения питания на задней панели предусмотрены светодиодные индикаторы « \sim » и « \equiv ». Варианты индикации и соответствующие им описания состояния приведены в таблице 34 (п.3.2.2.2).

Индв.№ подл.	Подпись и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подпись
Дата	Дата

7.4 Возможные нештатные ситуации приведены в таблице 80.

Таблица 80

Внешнее проявление нештатной ситуации	Возможные причины	Меры по устранению
Во время работы операционная система компьютера фиксирует неожиданное пропадание связи по интерфейсу USB. Индикатор «U» на передней панели LTR становится желто-оранжевым на короткое время, или мигает, или постоянно желто-оранжевый	1 Пропал контакт с кабелем USB или кабель USB неисправен. 2 Отсутствует общая цепь заземления системного блока компьютера и LTR через контакт заземления сетевых вилок этих устройств	Восстановить контакт, заменить кабель, см. подраздел 6.2
Сбой потока данных от модуля LTR, который был зафиксирован пользовательской программой (или программой «UTS»), исходя из анализа индексной информации, присутствующей в каждом пакете данных	1 Плохой контакт цепи электростатического заземления модуля LTR. 2 На входах модуля LTR относительно корпуса LTR присутствует импульсная помеха с большой скоростью нарастания от внешнего источника	Закрутить винты на передней панели модуля, п.6.1.2. В особо тяжелых условиях помех применить синфазный помехоподавляющий фильтр
При работе с LTR с использованием программного обеспечения пользователя возникли предположения о неисправности аппаратуры LTR	Возможна некорректная работа программы пользователя с LTR, или действительно LTR неисправна	Проверить функции LTR, попавшие под подозрения, с помощью программ «LTR-сервер» и «UTS», поставляемых ООО «Л Кард». При подтверждении неисправности обратиться в ООО «Л Кард»

Индв.№ подл.	Подпись и дата
Взам.инв.№	Индв.№ дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

9.1 Транспортирование LTR должно производиться в закрытых транспортных средствах любого вида при температуре окружающей среды от минус 25 до плюс 55 °С и относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре 25 °С.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования LTR 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 LTR должна 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.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата	ДЛИЖ.301422.0010 РЭ					Лист
										138
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
ВНЕШНИЙ ВИД LTR



Рисунок А.1 – Общий вид установок LTR-CEU-1



Рисунок А.2 – Общий вид установок LTR-EU-2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

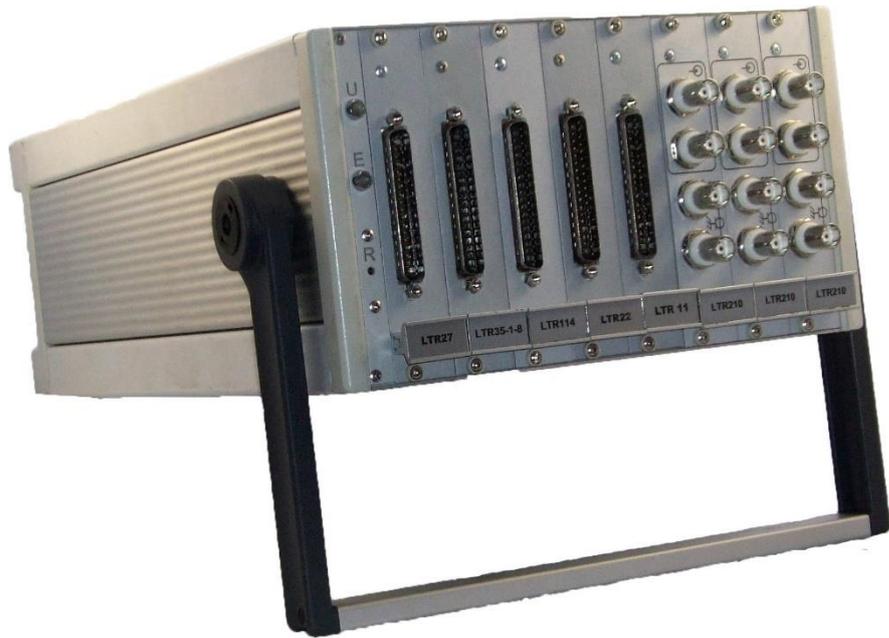
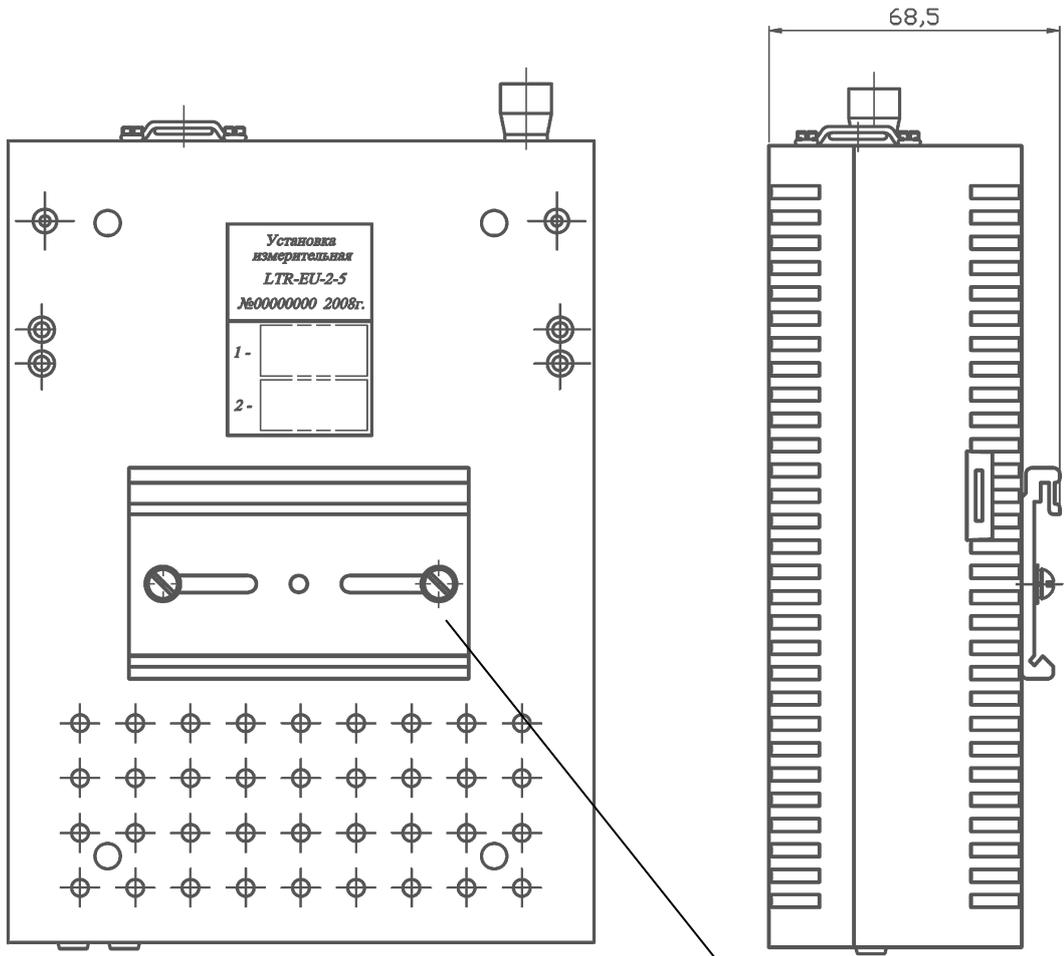


Рисунок А.3 – Общий вид установок LTR-EU-8



Рисунок А.4 – Общий вид установок LTR-EU-16

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изнв.№ подл.	Взам.инв.№	Изнв.№ дубл.	Подпись и дата	



Крепление

Рисунок А.5 – Крепление LTR-EU-2 на DIN-рейку

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДЛИЖ.301422.0010 РЭ

Лист

141

