

# Модули E14-140, E14-140-M

## Типичные примеры подключения.

Ревизия документа: 1.3, октябрь 2019.

**Приведённые сведения относятся как к E14-140, так и к E14-140-M, если это специально не оговорено.**

### Справочная таблица сигналов модулей E14-140-(M).

Разъём ANALOG модулей E14-140, E14-140-M	Сигнал, цепь	Цепь общего провода	Назначение
	DAC<1...2>	AGND	Выход канала 1...2 ЦАП: выход напряжения - 5...+5 В.
	AGND	—	Аналоговая земля
	GND32	AGND	<ul style="list-style-type: none"> <li>В однофазном режиме: общий инвертирующий вход каналов 1...32.</li> <li>Для всех режимов должен быть подключен к AGND (в дифференциальном режиме – для увеличения помехозащищенности).</li> <li>Для всех режимов рабочий диапазон напряжений ±10 В.</li> </ul>
	X<1...16>	AGND	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не инвертирующий вход напряжения каналов 1...16 для дифференциального и однофазного режимов.</li> <li>Рабочий диапазон напряжения: ±10 В.</li> <li>Неиспользуемые входы X&lt;1...16&gt; рекомендуется подключать к AGND.</li> </ul>
	Y<1...16>	AGND	<ul style="list-style-type: none"> <li>Инвертирующий вход напряжения каналов 1...16 для дифференциального режима.</li> <li>Вход каналов 17...32 для однофазного режима.</li> <li>Рабочий диапазон напряжения: ±10 В.</li> <li>Неиспользуемые входы Y&lt;1...16&gt; рекомендуется подключать к AGND.</li> </ul>
	INT	GND	<p>Вход синхронизации процесса сбора данных. Совместим с выходным логическим уровнем TTL/CMOS-элементов с напряжением питания +5 В.</p> <p><b>В E14-140-M</b> специально не оговаривается минимальная скорость нарастания перепада сигнала на входе INT, поскольку присутствует триггер Шмитта.</p>

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

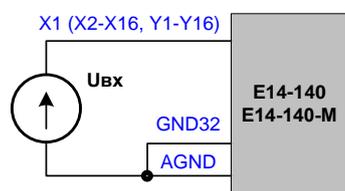
[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

Разъём DIGITAL модулей E14-140, E14-140-M	Сигнал, цепь	Цепь общего провода	Назначение
	DI<16...1>	GND	16-битный цифровой вход: DI1 – младший бит (0-ой), DI16 – старший бит (15-ый).
	DO<16...1>	GND	16-битный цифровой выход: DO16 – старший бит (15-ый), DO1 – младший бит (0-ой). <b>E14-140</b> – побайтовый вывод. <b>E14-140-M</b> – пословный вывод.
	GND	—	Цифровая земля <b>E14-140(-M)</b> .
	+5 В	GND	Выход +5 В питания внешних цепей для <b>E14-140(-M)</b> . Вход +5 В питания (только в <b>E14-140-M</b> ).
	+15 В	AGND	Выход +15 В питания внешних цепей.
	-15 В	AGND	Выход -15 В питания внешних цепей.
	SYN	GND	Вход-выход синхронизации. При работе на вход присутствует функция триггера Шмитта.

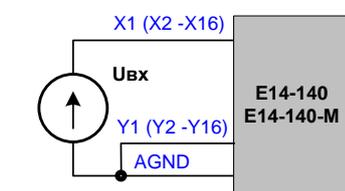
## 1. Подключение к входу АЦП однофазного источника напряжения

### 1.1. Подключение до 32-х каналов.

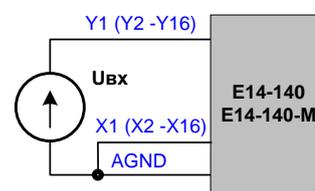
Режим “с общей землёй”



### 1.2. Подключение до 16-ти каналов. Режим “дифференциальный”



Без изменения знака сигнала

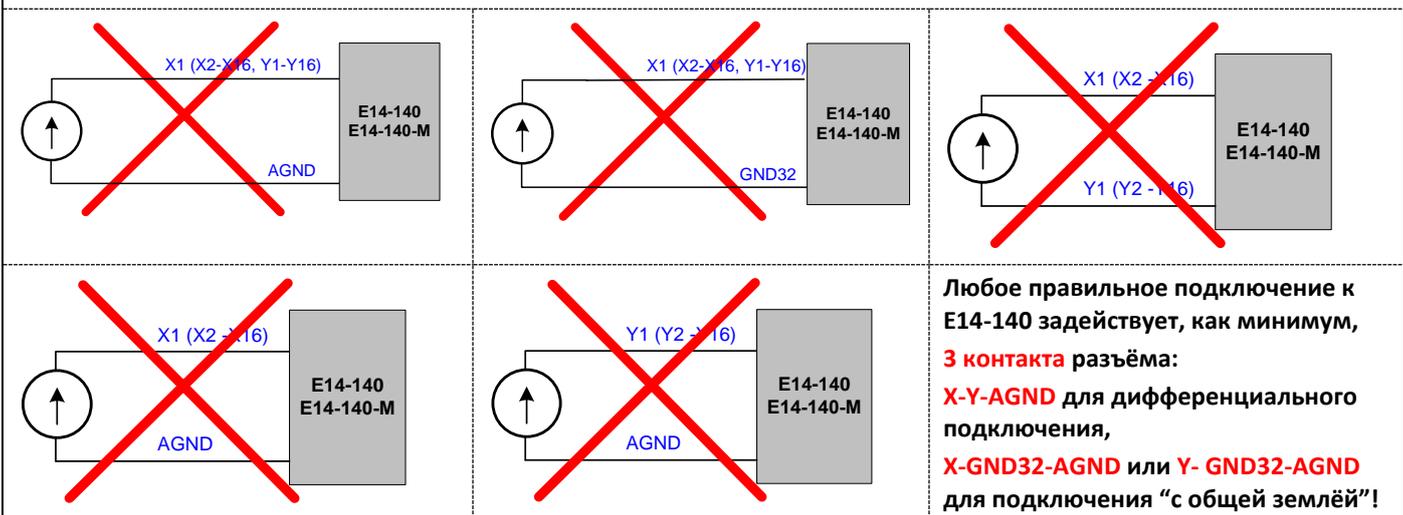


Инверсное подключение сигнала

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

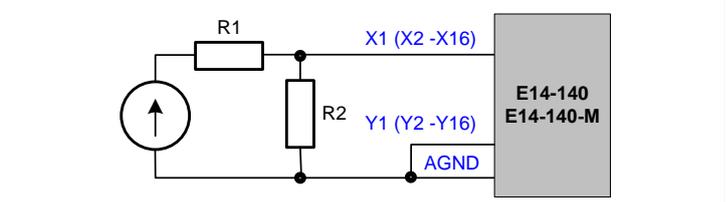
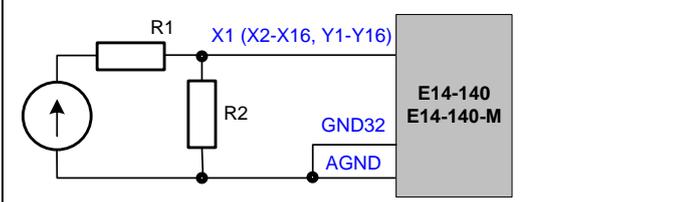
**Так подключать нельзя!:**



Любое правильное подключение к E14-140 задействует, как минимум, **3 контакта** разъёма:  
**X-Y-AGND** для дифференциального подключения,  
**X-GND32-AGND** или **Y-GND32-AGND** для подключения "с общей землёй"!

**1.3. Делитель напряжения. Режим "с общей землёй"**

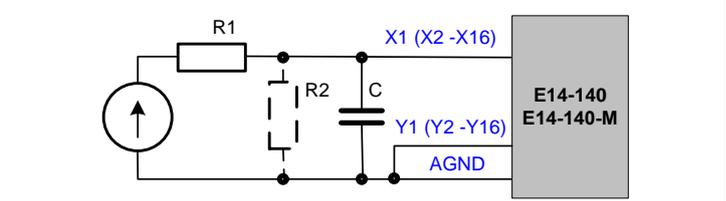
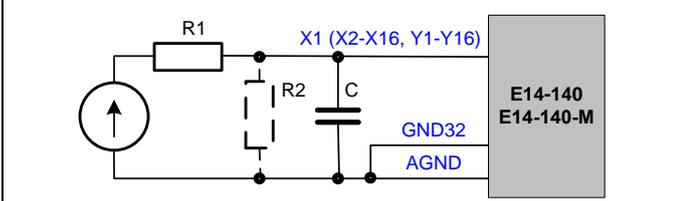
**1.4. Делитель напряжения. Режим "дифференциальный"**



Коэффициент передачи напряжения равен  $R2/(R1+R2)$ .  
 Желательно, чтобы R1 или R2 был менее 5 кОм.  
 R2 должен быть расположен близко от входа E14-140(-M).

**1.5. Интегрирующая цепь. Режим "с общей землёй"**

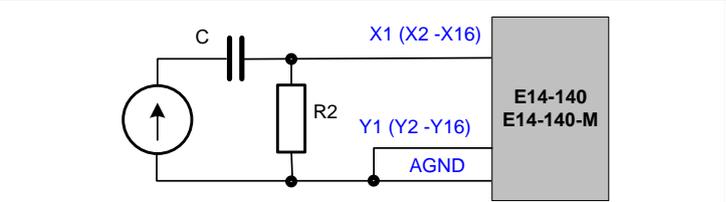
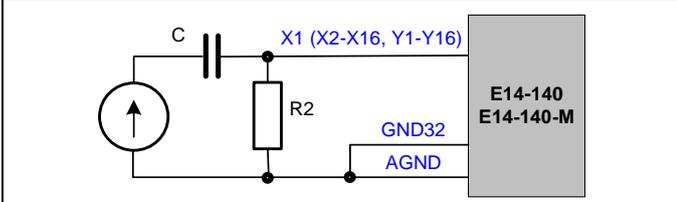
**1.6. Интегрирующая цепь. Режим "дифференциальный"**



Коэффициент передачи напряжения в частотной полосе пропускания равен  $R2/(R1+R2)$ .  
 Если многоканальный режим, то необходимо чтобы  $1/F_{ADC} \gg R1 \cdot R2 \cdot (C + 10^{-10}) / (R1 + R2)$ , или, если R2 отсутствует, то  $1/F_{ADC} \gg R1 \cdot (C + 10^{-10}) / R1$ . где  $F_{ADC}$  - частота преобразования АЦП.  
 В любом случае, желательно, чтобы R1 или R2 был менее 5 кОм.  
 R2, C должны быть расположены близко от входа E14-140(-M).

**1.7. Закрытый вход. Режим "с общей землёй"**

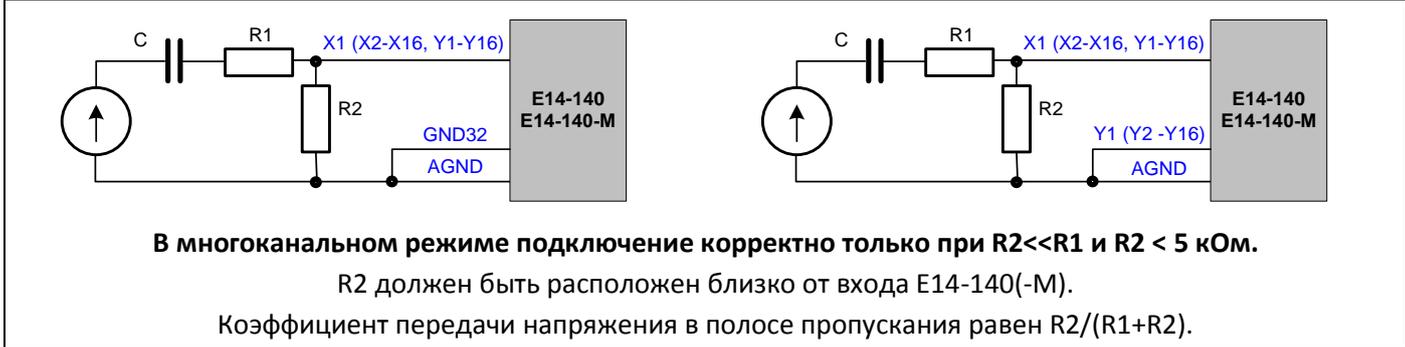
**1.8. Закрытый вход. Режим "дифференциальный"**



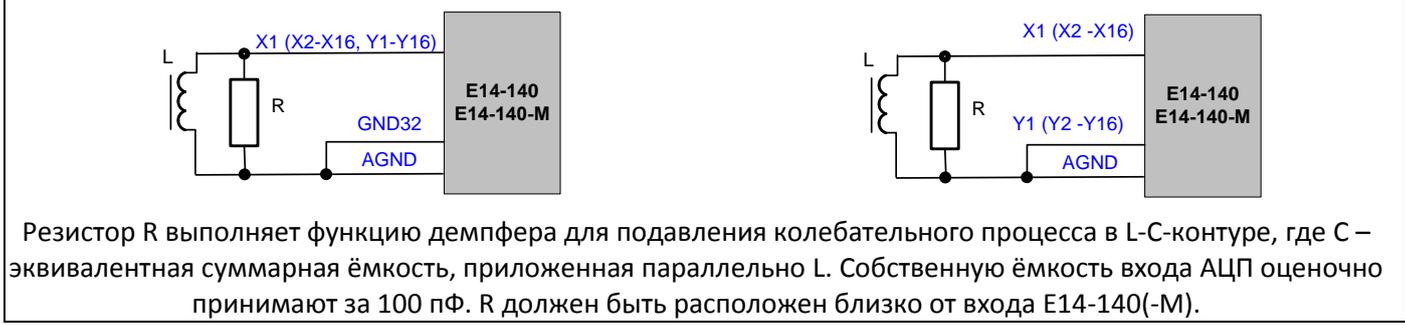
**Подключение корректно только для одноканального режима!**  
 R должен быть расположен близко от входа E14-140(-M).

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

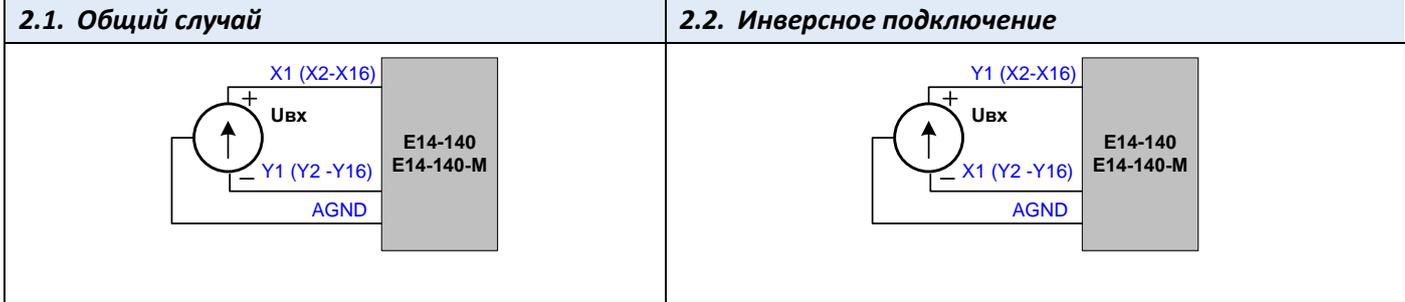
<b>1.9. Закрытый вход с делителем. Режим "с общей землёй"</b>	<b>1.10. Закрытый вход с делителем. Режим "дифференциальный"</b>
---------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------



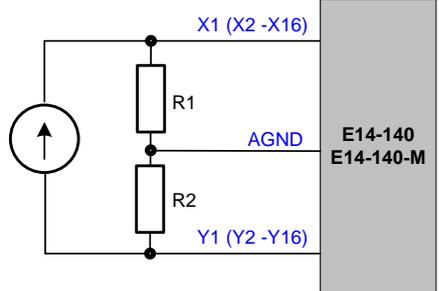
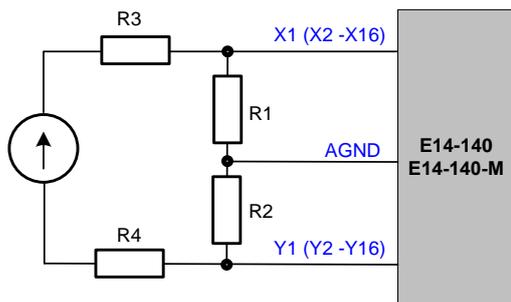
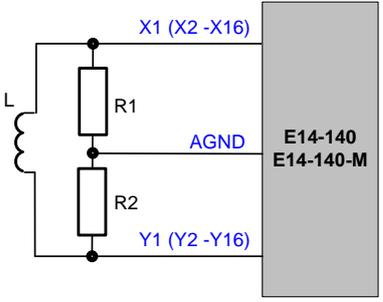
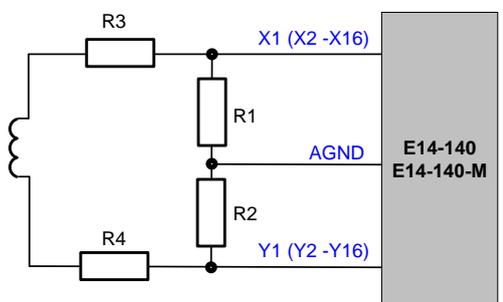
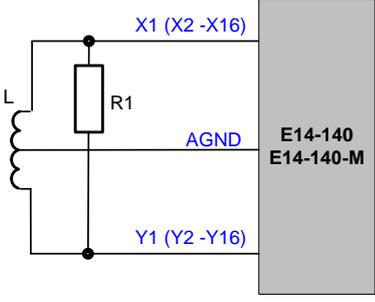
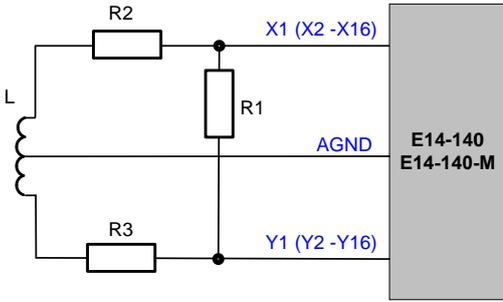
<b>1.11. Индуктивный датчик. Режим "с общей землёй"</b>	<b>1.12. Индуктивный датчик. Режим "дифференциальный"</b>
---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------



## 2. Подключение к входу АЦП до 16-ти дифференциальных источников напряжения



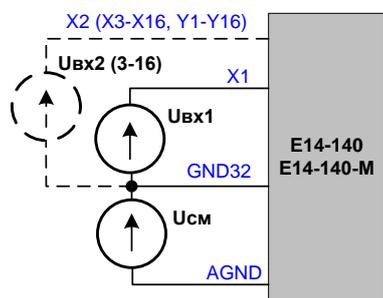
Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

<p><b>2.3. Дифференциальное подключение изолированного источника напряжения</b></p>	<p><b>2.4. Дифференциальное подключение изолированного источника напряжения с делителем</b></p>
 <p>Желательно соблюдение условия:  <math>(R1 = R2) \leq 10 \text{ кОм}</math>  R1, R2 располагать близко от входа E14-140(-M)</p>	 <p><math>R1 = R2, R3=R4</math>  Желательно: <math>R1 \leq 10 \text{ кОм}</math> или <math>R3 \leq 10 \text{ кОм}</math>.  R1, R2 располагать близко от входа E14-140(-M)  Коэффициент передачи по напряжению равен <math>(R1+R2)/(R1+R2+R3+R4)</math></p>
<p><i>Частный случай: дифференциальное подключение индуктивного датчика:</i></p>	
	
<p><b>2.5. Дифференциальное подключение обмотки со средней точкой</b></p>	<p><b>2.6. Дифференциальное подключение обмотки со средней точкой через делитель</b></p>
 <p>R1 располагать близко от входа E14-140(-M)</p>	 <p>R1 располагать близко от входа E14-140(-M)</p>

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

### 3. Подключение к входу АЦП для случая, когда общий провод источников напряжения имеет потенциал смещения $U_{см}$ относительно цепи AGNDE14-140(-M)

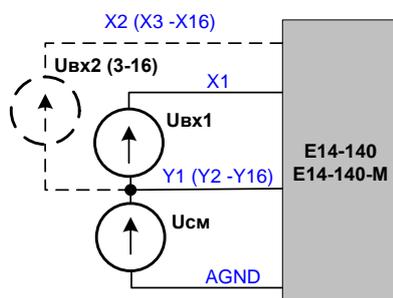
#### 3.1. Подключение до 32-х каналов. Режим “с общей землёй”



Ограничение:

$$-10 \text{ В} \leq U_{вх} + U_{см} \leq +10 \text{ В}$$

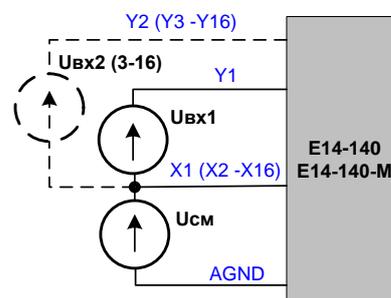
#### 3.2. Подключение до 16-ти каналов. Режим “дифференциальный”



Без изменения знака сигнала

Ограничение:

$$-10 \text{ В} \leq U_{вх} + U_{см} \leq +10 \text{ В}$$

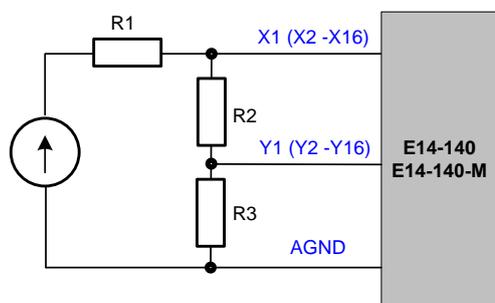


Инверсное подключение сигналов

Ограничение:

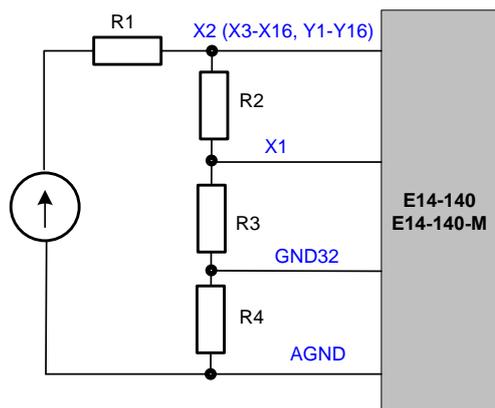
$$-10 \text{ В} \leq U_{вх} + U_{см} \leq +10 \text{ В}$$

#### 3.3. Измерение падения напряжения на участке цепи в дифференциальном режиме (до 16-ти каналов)



Данное подключение позволяет измерить падение напряжения на резисторе  $R_2$ . Основное условие корректной работы – не превышение синфазного диапазона сигнала и рабочего диапазона АЦП. Для одноканального режима  $R_1, R_2, R_3$  могут являться также и импедансами ёмкостного или индуктивного характера, но с тем условием, чтобы по постоянному току цепи используемые цепи  $X$  и  $Y$  не были разорваны. В многоканальном режиме эквивалентный импеданс, отнесённый к входу АЦП, должен быть активным и, желательно, менее 5 кОм.

#### 3.4. Измерение падения напряжения на участке цепи в режиме с “общей землёй” (до 32-х каналов)

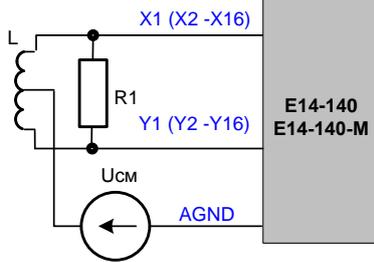


Данное подключение позволяет измерить падение напряжения на резисторе  $R_3$ , а также суммарное падение напряжения на резисторах  $R_3+R_2$ . Аналогично, длину измерительной цепи и количество задействованных каналов АЦП можно увеличивать. Основное условие корректной работы – не превышение синфазного диапазона сигнала и рабочего диапазона АЦП. Для одноканального режима  $R_1, R_2, R_3, R_4$  могут являться также и импедансами ёмкостного или индуктивного характера, но с тем условием, чтобы по постоянному току цепи используемые цепи  $X, Y, GND32$  не были разорваны. В многоканальном режиме эквивалентный импеданс, отнесённый к любому входу АЦП, должен быть активным и, желательно, менее 5 кОм.

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

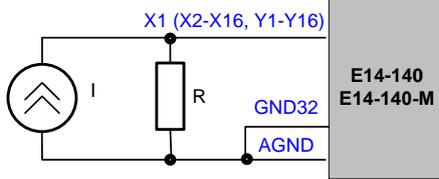
**3.5. Дифференциальное подключение обмотки со средней точкой и смещённым потенциалом относительно AGND**



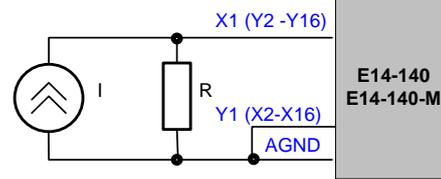
Основное условие корректной работы – не превышение синфазного диапазона сигнала и рабочего диапазона АЦП.

**4. Подключение источника тока ко входу АЦП**

**4.1. Режим “с общей землёй”**

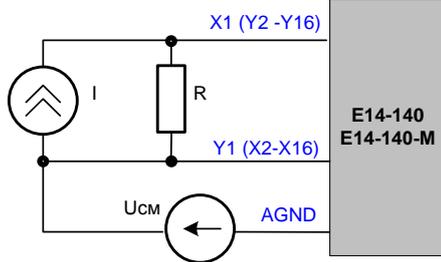


**4.2. Дифференциальный режим**

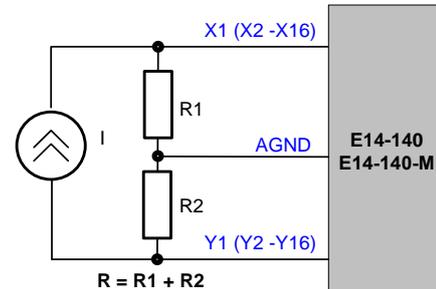


Установленный поддиапазон АЦП  $\pm U$  должен соответствовать  $U = I_{MAX} * R$ , при этом источник тока должен иметь запас по напряжению не менее, чем  $U$ . Резистор  $R$  всегда необходимо располагать близко от входа АЦП. В любом случае, резистор  $R$  желательно иметь менее 5 кОм.

**4.3. Дифференциальный режим, смещённый потенциал источника тока относительно AGND**



**4.4. Дифференциальный режим, изолированный источник тока**



Основное условие корректной работы – не превышение синфазного диапазона сигнала и рабочего диапазона АЦП. Установленный поддиапазон АЦП  $\pm U$  должен соответствовать  $U = I_{MAX} * R$ , при этом источник тока должен иметь запас по напряжению не менее, чем  $U$ . Резистор  $R$  всегда необходимо располагать близко от входа АЦП. В любом случае, резистор  $R$  желательно иметь менее 5 кОм.

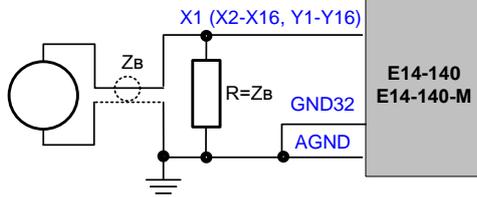
Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

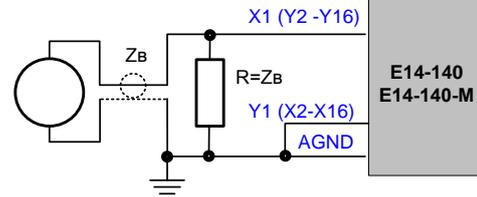
## 5. Согласованное подключение удалённых источников тока или напряжения через длинную линию с волновым сопротивлением $Z_B$

Даже если волновое сопротивление линии неизвестно или неоднородно, то достаточно хорошие результаты при подключении в многоканальном режиме получаются для сопротивлений нагрузки  $R = 50 - 400 \text{ Ом}$ .

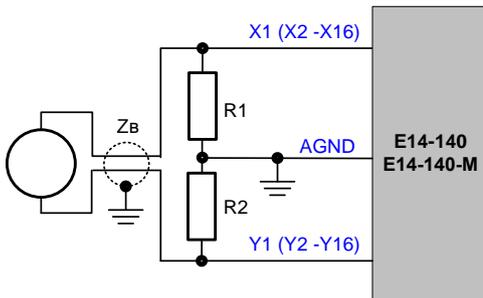
### 5.1. Режим "с общей землёй"



### 5.2. Дифференциальный режим



### 5.3. Дифференциальное подключение изолированного источника тока или напряжения



$$R1 = R2$$

$$R1 + R2 = Z_B$$

Основное условие корректной работы – не превышение синфазного диапазона сигнала и рабочего диапазона АЦП.

## 6. Подключение источника заряда к входу АЦП

Простейшее подключение источника заряда (без усилителя) считается условно возможным. Для качественного варианта подключения необходим внешний усилитель заряда.

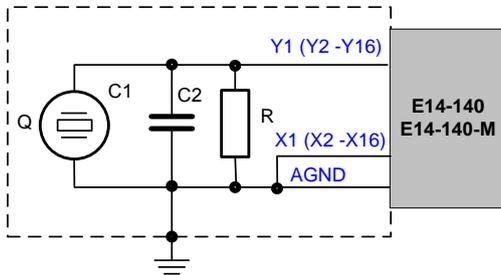


Схема пригодна только для одноканального дифференциального режима АЦП.

$C2$ ,  $R$  должны быть расположены близко от входа АЦП. Установленный поддиапазон АЦП  $\pm U$  должен соответствовать  $U = Q_{\text{MAX}} / (C1 + C2)$ . Нижняя граница полосы пропускания равна  $F_n = 1 / (6,3 * R * (C1 + C2))$ .

$R$  желательно иметь менее  $30 \text{ МОм}$ .

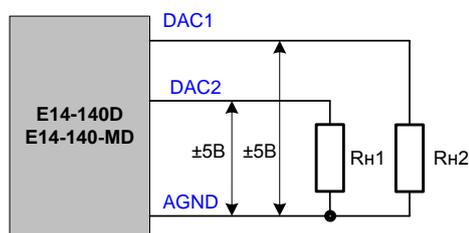
Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

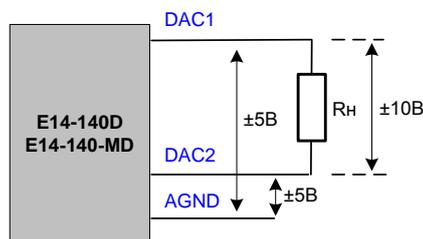
## 7. Использование ЦАП

Обратите внимание на крайне существенные отличия между характеристиками ЦАП в E14-140D и E14-140-MD, см. Л. [1], [2]!

### 7.1. 2-х канальный выход $\pm 5$ В



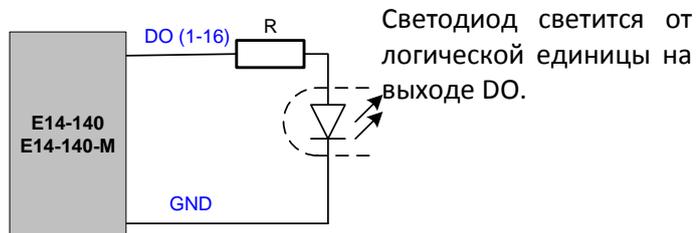
### 7.2. Одноканальный дифференциальный выход $\pm 10$ В



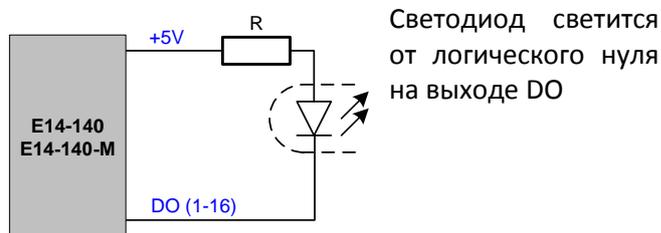
Дифференциальный выход  $\pm 10$  В реализуется как разностное напряжение между выходами DAC1 и DAC2

## 8. Подключение к цифровому выходу светодиода или передатчика оптрона

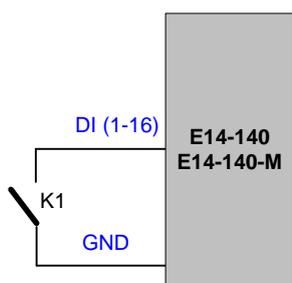
### 8.1. Вариант 1



### 8.2. Вариант 2



## 9. Подключение контакта к цифровому входу



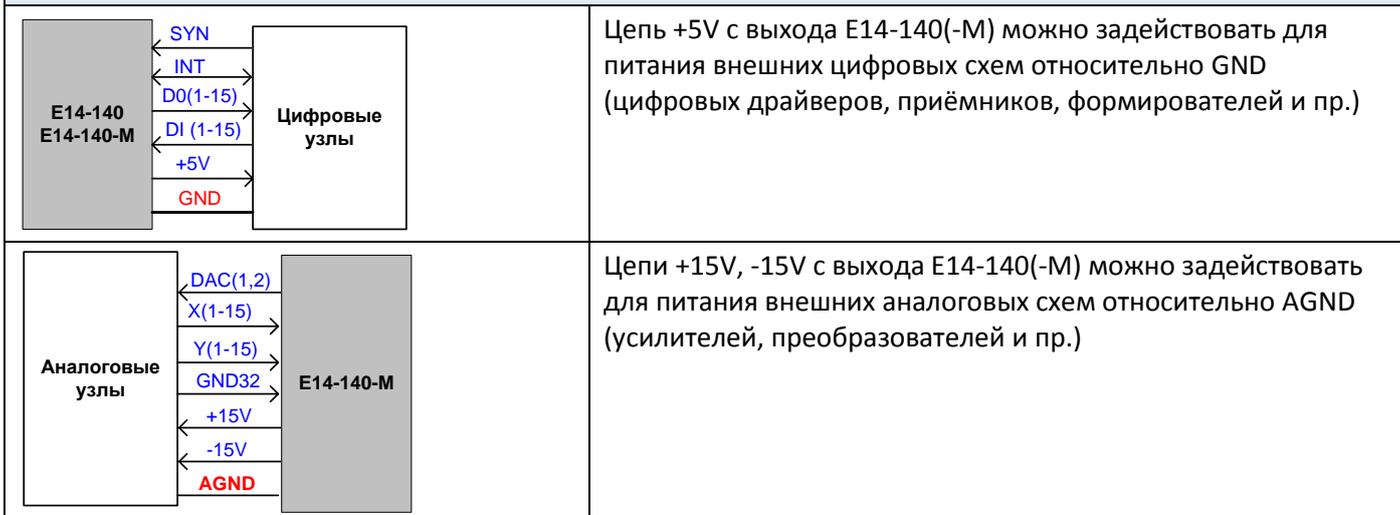
Разомкнутому контакту соответствует логическая единица.

При данном подключении учитывается наличие на линиях DI1...DI16 "резисторных подтяжек" 3,3 кОм, включённых относительно внутреннего напряжения питания +3,3В в E14-140-M (или относительно +5В в старых E14-140)

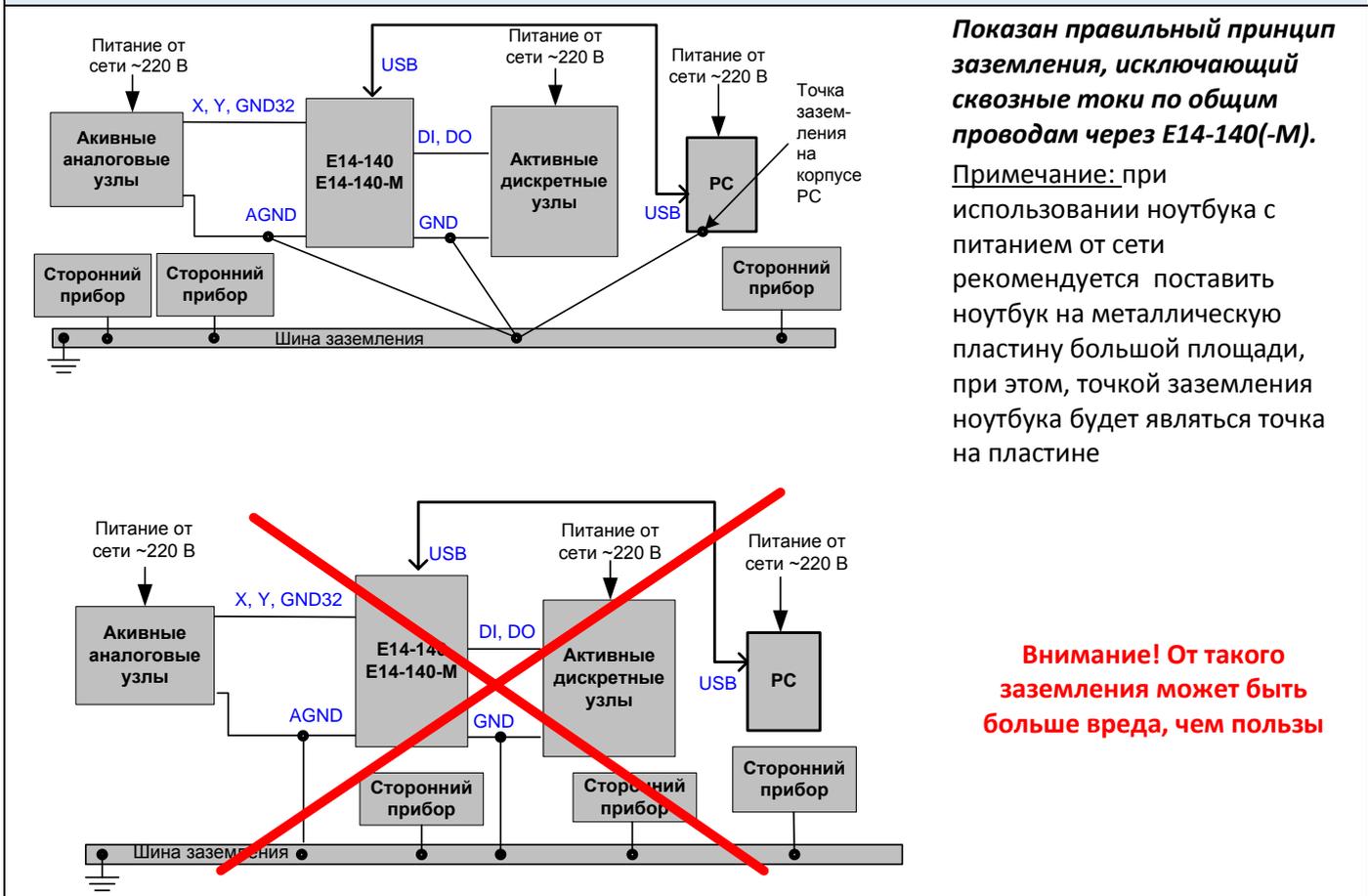
Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

## 10. Подключение цифровых и аналоговых узлов



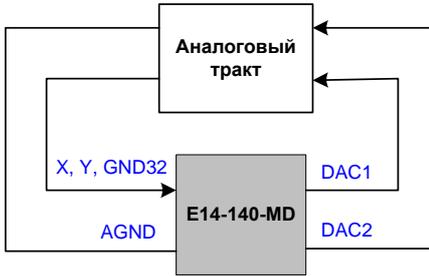
## 11. Подключение заземления для обеспечения ЭМС



Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

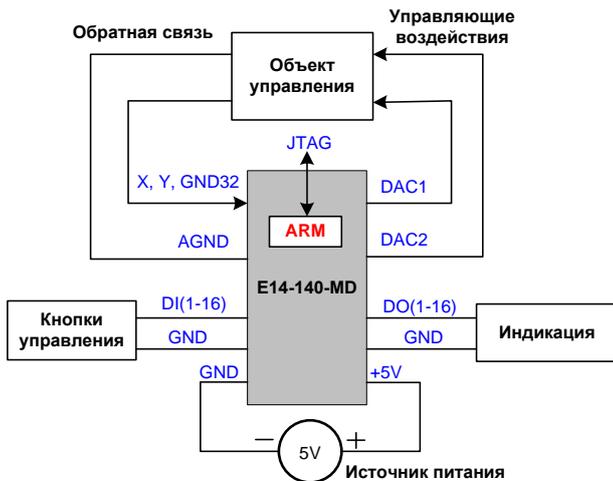
## 12. Полезные решения

### 12.1. Снятие передаточной характеристики (АЧХ, ФЧХ) аналогового тракта



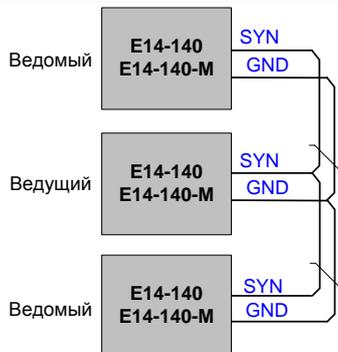
E14-140-MD может быть применён для задач с использованием синхронного сквозного тракта ЦАП-АЦП в одноканальном или 2-х канальном режиме. В одноканальном режиме возможно применение полностью дифференциального подключения ЦАП (п. 7.2) и АЦП. Для фазочувствительных приложений целесообразно использовать режим синхронного старта ЦАП и АЦП.

### 12.2. Автономная система автоматического управления



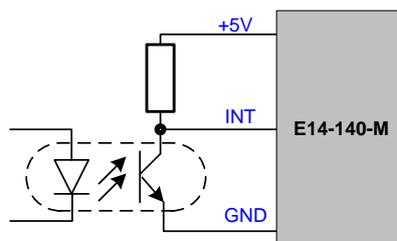
E14-140-MD может быть применён в автономном режиме (без USB) для построения интеллектуальной системы управления объектом в реальном времени. Предполагается использование низкоуровневого программирования ARM-контроллера AT91SAM7S256, находящегося внутри E14-140-MD.

### 12.3. Многомодульная синхронная система



Модули могут быть соединены по схеме синхронизации "ведущий-ведомые". Рекомендуется кратчайший способ соединения витыми парами.

### 12.4. Внешний старт сбора данных



В E14-140-M вход INT адаптирован к прямому подключению оптрона – это решение применяется для удалённого внешнего запуска.

Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу:

[support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

## Литература

1. [Руководство пользователя модуля E14-140\(-М\).](#)
2. [Отличия модуля E14-140-М от своего предшественника E14-140](#)
3. [Решение вопросов электросовместимости и помехозащиты при подключении измерительных приборов на примере продукции фирмы L-Card. - М.: L-Card, 2002](#)
4. [Практика оптимизации соотношения сигнал/помеха при подключении АЦП в реальных условиях. М.:L-Card, 2010](#)

*Принятая в настоящем документе краткая форма представления информации не охватывает всех аспектов подключения. При необходимости за дополнительной информацией обращайтесь по адресу: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru) или в конференцию на сайте [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)*