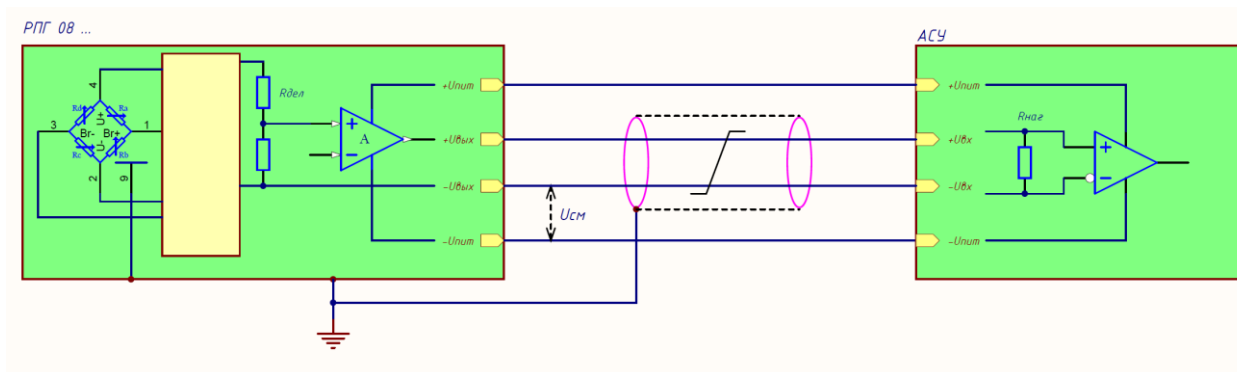


Практическая реализация интерфейсов датчиков давления.

При синтезе тонкопленочных тензомостовых структур непосредственно на подложке мембраны в условиях серийного производства на выходе получается довольно большой разбег технологических параметров. Чувствительность полупроводникового измерительного элемента может меняться от 20 до 120 мВ/В, температурный уход на 200 °С составляет от 0 до 100% ВПИ. Чтобы избежать разнообразия вторичных измерительных и регулирующих приборов, датчики оснащаются нормирующими преобразователями. Использование современной электронной базы позволило создать преобразователи, работающие в широком температурном диапазоне от -55 до +150 °С (был испытан с сохранением работоспособности образец на -60 - +165 °С) и разнообразной номенклатуры выходных интерфейсов, не зависящих от характеристик использованного чувствительного элемента. Встроенная энергонезависимая память с цифровым управлением дала возможность автоматизировать процесс калибровки нескольких датчиков одновременно, что сказывается на стоимости конечного продукта для потребителя при серийном производстве.

Аналоговый выходной сигнал, унифицированный по напряжению, с дифференциальным смещенным выходом.

Является примером совместимости подключения с датчиками мостового типа по 4-х проводной схеме.



Предназначен для замены датчиков мостового типа без изменения систем АСУ. Отличительной особенностью является независимость выходного сигнала от $U_{пит}$. Единственно возможный вариант работать с малыми по значению выходными сигналами с пороговым значением от 0В (даже rail-to-rail усилители все равно дают «ступеньку» между $-U_{пит}$ и $U_{вых}$). Использование $R_{дел}$ 3,5ppm / °С и выходного буфера даёт возможность уменьшить влияние $R_{наг}$ на выходной сигнал и создать многообразные решения его значений: 0-10мВ, 0-50мВ, 0-100мВ, 0-250мВ, 0-500мВ, 0-1В, 0-2,5В, 0-4.096В, 0-4,5В, 0-5В, 0-5,5В.

Разработаны два варианта интерфейса со значением $U_{пит} = 4,5 - 7,5В$ ($U_{ном} = 5,0В$) и $U_{пит} = 7,5 - 13В$ ($U_{ном} = 10,0В$), $I_{пот}$ не превышает 5мА.

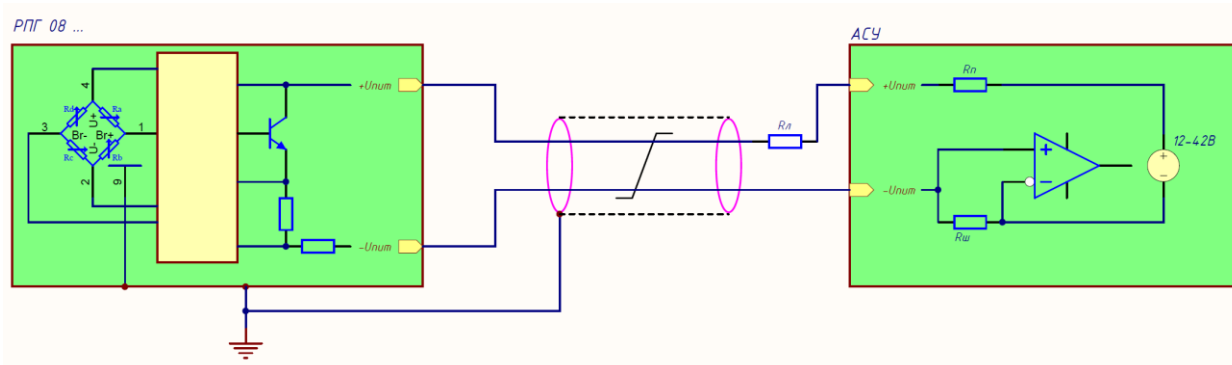
$U_{пит}$	Выходной сигнал	$U_{см}$
$U_{пит} = 4,5 - 7,5В$ ($U_{ном} = 5,0В$)	0 - 10мВ ... 0 - 4,096В	$6,4 \pm 1,3\%$ от $U_{пит}$
$U_{пит} = 7,5 - 13В$ ($U_{ном} = 10,0В$)	0 - 10мВ ... 0-5,5В	$30,5 \pm 3\%$ от $U_{пит}$

Аналоговый выходной сигнал, унифицированный по току.

Среди стандартных сигналов наиболее удобным и популярным является токовый сигнал 4-20 мА.

Причины этого в следующем. В промышленных условиях сильные электромагнитные помехи могут создавать паразитные сигналы, в сотни и тысячи раз превышающие полезные. Сильные токовые сигналы уровня 4-20 мА работают в низкоомных цепях, которые меньше подвержены

такому влиянию. Точность не зависит от длины и сопротивления линии передачи R_l , поскольку источник тока будет автоматически поддерживать необходимое напряжение для получения требуемого тока. Вдобавок, такая схема позволяет запитывать датчик непосредственно от линии передачи. Для передачи токовых сигналов можно использовать более дешевые соединительные провода. Требования к величине их сопротивления также могут быть снижены. При работе с токовым сигналом 4-20 мА легко обнаружить обрыв линии связи – ток будет равен нулю (т.е. выходить за пределы диапазона). Обрыв в цепи с сигналом 0-5 мА обнаружить нельзя, так как ток, равный нулю, считается допустимым.



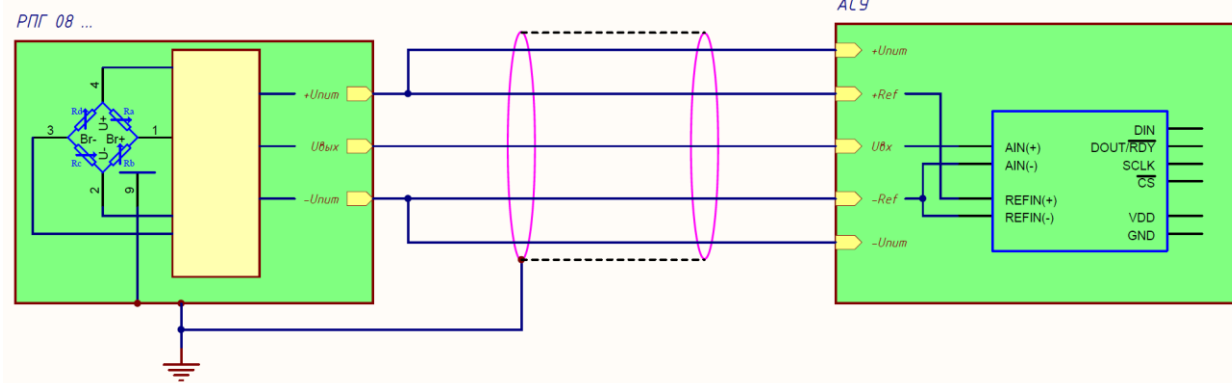
К сожалению, данный интерфейс тоже не лишен недостатков. В качестве $R_{ш}$ приходится использовать прецизионный термокомпенсированный резистор, для уменьшения эффекта саморазогрева датчика и $R_{ш}$ дополнительно вводится рассчитанное $R_{п}$, где $(U_{пит.} - 15В)/0,02 < (R_{п} + R_{ш} + R_l) < (U_{пит.} - 10В)/0,02$.

Аналоговый выходной сигнал, унифицированный по напряжению 0,5 - 4,5В.

В последнее время все большую популярность приобретает 3-х проводная схема подключения датчиков с выходом по напряжению 0,5 – 4,5 В. Данный стандарт становится де-факто определяющим для использования в автомобильной промышленности и постепенно находит применения в авиационной отрасли. Основными критериями его выбора являются простота реализации вторичных измерительных приборов без предварительных усилителей, использование АЦП в качестве источника сигнала для АСУ, довольно большой уровень сигнала в линии связи, возможность диагностики обрыва и ошибок преобразователя датчика, уменьшенный ток потребления по сравнению с токовыми сигналами, большой диапазон значений питающего напряжения. Во всех интерфейсах реализована защита выходного сигнала от короткого замыкания и кратковременного превышения потенциала относительно $-U_{пит}$ до 33В.

Разработаны 4 варианта данного интерфейса.

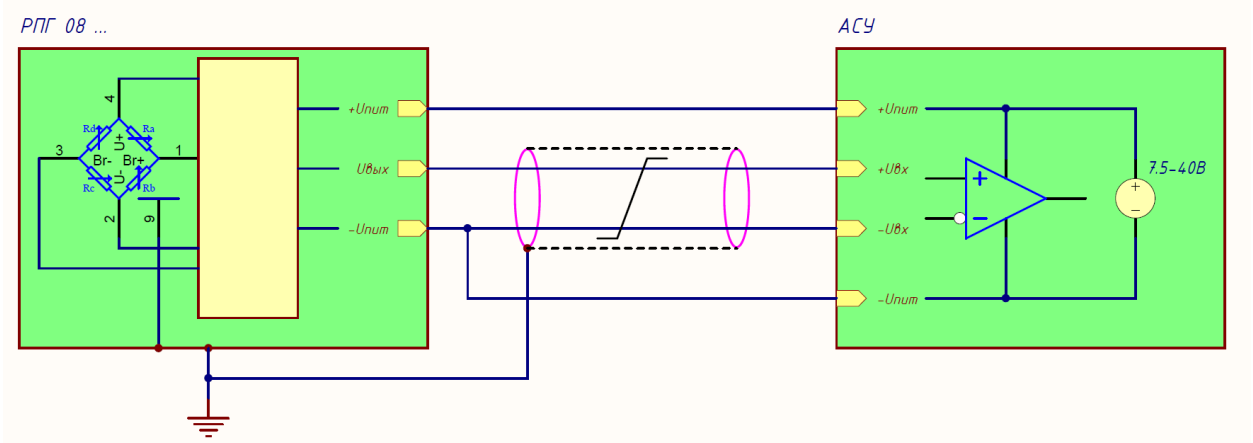
1. «Пропорциональный» (англ. *Ratiometric*) в котором выходной сигнал пропорционален напряжению питания: $U_{вых} = k U_{пит.}$, где $k = f(P)$ и принимает значения от 0,5 до 4,5



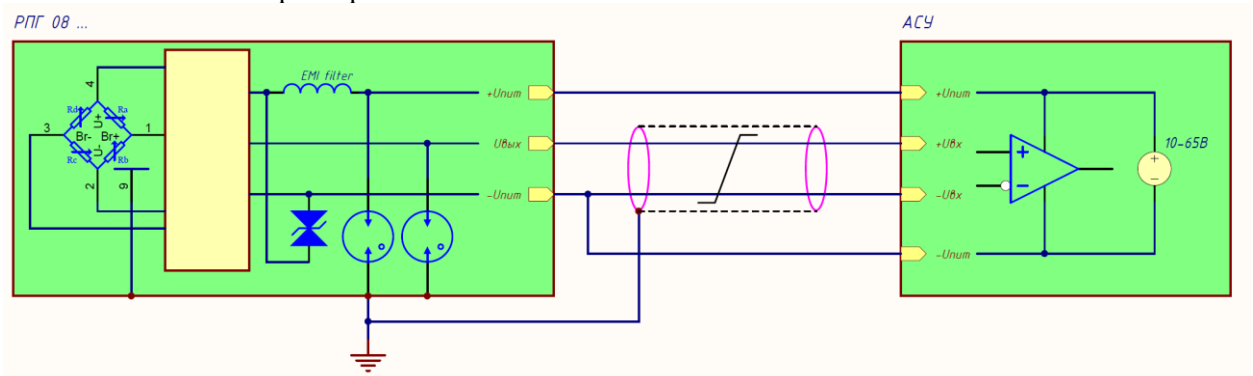
Данный интерфейс предназначен для использования непосредственно в составе АСУ на линиях связи небольшой длины, где возможно задание $U_{пит} = 4,5 - 5,5В$. Реализована защита от смены полярности, короткого замыкания и кратковременного превышения

+Uпит и Aout до 33В относительно -Uпит. 5-ти проводная схема включения позволяет нейтрализовать сопротивление линий питания и при использовании сигналов Ref исключить влияние изменения напряжения питания на цифровые данные с выхода АЦП.

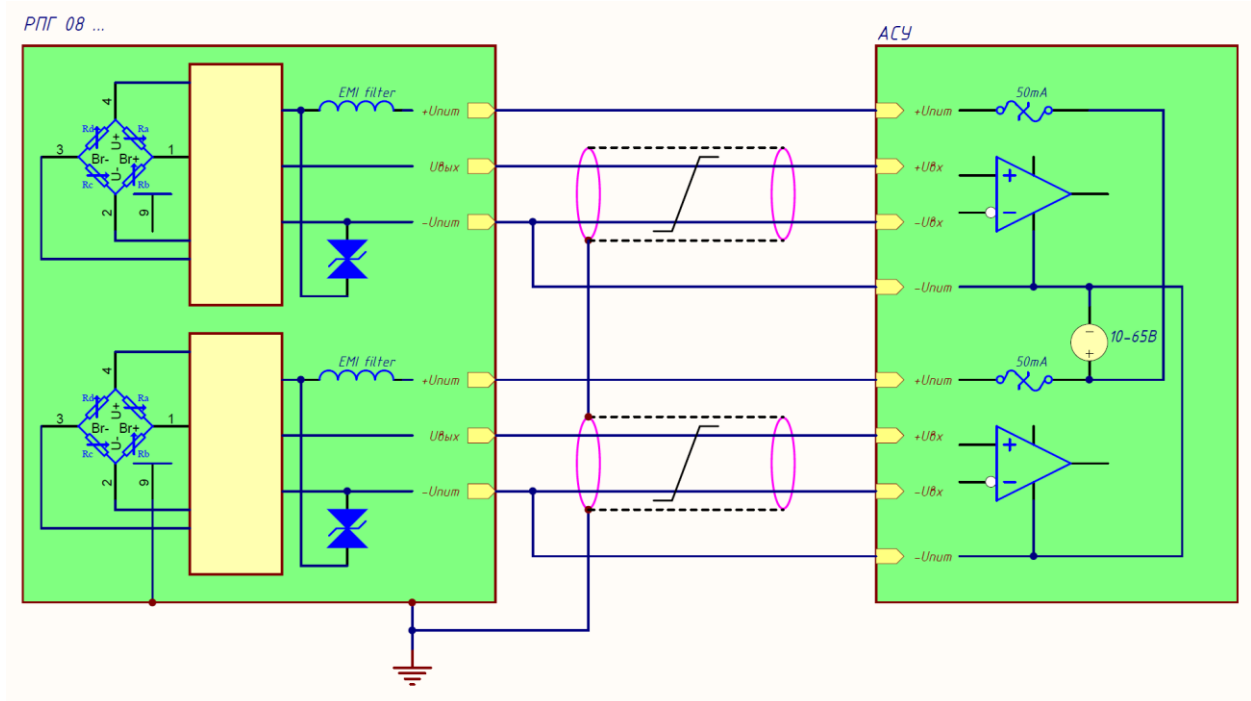
2. «Автомобильный» вариант исполнения с напряжением питания от 7,5 до 40В с $U_{ном} = 12В$, $I_{пот}$ не превышает 8мА. В данном варианте выходной сигнал не зависит от Uпит и принимает значения от 0,5 до 4,5В



3. «Расширенный» с напряжением питания от 10 до 65В с $U_{ном} = 27В$, потребляемая мощность не зависит от Uпит. Многоступенчатая система защиты по +Uпит, состоящая из быстродействующего супрессора на 65В на -Uпит, газоразрядников на корпус датчика, запаса используемых входных элементов по +Uпит до 100В относительно -Uпит и защита от смены полярности позволяет заявить его соответствующим требованиям ГОСТ 19705-89 «Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии».



4. «Расширенный» двуканальный с напряжением питания от 10 до 65В с $U_{ном} = 27В$, потребляемая мощность не зависит от Uпит.



Цифровой.

Серия датчиков с цифровым интерфейсом и обработкой сигнала - новейшая разработка, в которой с помощью цифровой коррекции и дистанционного управления через последовательный интерфейс обеспечивается повышенная точность, гибкость и надежность работы датчика давления. При использовании цифровых методов реализуется возможность передачи данных без потерь на большие расстояния до 1200м точка-точка и неограниченно при использовании промежуточных усилителей. Цифровой интерфейс позволяет присвоить каждому датчику личный идентификатор, вести непосредственный прием измеряемой величины в выбранной единице измерения с разрешающей способностью до 1Па, гибко управлять режимами работы и одновременно предоставлять данные по температуре, давлению в Па, давлению в приведенных единицах для системы АСУТП.

Физический интерфейс реализован по стандарту RS-485. **RS-485** (англ. *Recommended Standard 485*)- стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному каналу связи. Для передачи и приёма данных используется единственная витая пара проводов. Передача данных осуществляется с помощью дифференциальных сигналов. Разница напряжений между проводниками одной полярности означает логическую единицу, разница другой полярности — ноль.

Электрические и временные характеристики интерфейса RS-485:

- 256 приёмопередатчиков, максимальная длина линии 1200 метров.
- Только один передатчик активный.
- Максимальное количество узлов в сети — 250 с учётом магистральных усилителей.
- Характеристика скорость обмена/длина линии связи (зависимость экспоненциальная):
 - 4,8 кбит/с
 - 9,6 кбит/с 1200 м (одна витая пара)
 - 19,2 кбит/с
 - 38,4 кбит/с
 - 57,6 кбит/с
 - 115,2 кбит/с

В качестве коммуникационного протокола используется Modbus RTU. **Modbus** - коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер». Широко применяется

в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Может использовать для передачи данных последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP (Modbus TCP). Поддерживается практически всеми SCADA системами. Относится к протоколам прикладного уровня сетевой модели OSI. Контроллеры на шине взаимодействуют, используя клиент-серверную модель, основанную на транзакциях, состоящих из запроса и ответа. Главное устройство (англ. *master*) инициирует транзакции (передает запросы). Подчиненные (*slaves*) устройства передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия. Подчиненное устройство формирует сообщение и возвращает его в ответ на запрос, адресованный именно ему.

Широкий диапазон напряжения питания, полная гальваническая развязка по питанию и линиям данных, использование токоограничивающих и искрозащитных барьеров позволяет использовать датчики с данным интерфейсом для применения в нефтегазовой промышленности.

Ограничения на использование данного интерфейса: Температурный диапазон $-40 +85^{\circ}\text{C}$, повышенный ток потребления 12-16mA при $U_{\text{пит}} = 9\text{В}$.

