

МЕТОДИКА

расчета порогового сопротивления для ПИ
при построении пожарного шлейфа
для приемно-контрольных приборов

Расчет порогового сопротивления для ПИ. Введение.

В основе всех приборов ОПС, работающих с неадресными (пороговыми) шлейфами сигнализации, лежит один и тот же принцип. Прибор определяет состояние шлейфа сигнализации, измеряя суммарное сопротивление подключенного шлейфа сигнализации с установленными в него извещателями и оконечным элементом.



Расчет порогового сопротивления ПИ. Введение.

Весь диапазон сопротивлений, которые может принять шлейф сигнализации, поделен на несколько областей. В приборах производства ООО «МПП ВЭРС» таких областей семь:



Суммарное сопротивление шлейфа в диапазоне от 2,8 кОм до 8,2 кОм соответствует дежурному режиму – ни один из извещателей не находится в сработке, прибор фактически контролирует наличие оконечного элемента в шлейфе, в данном случае это сопротивление 7,5 кОм.

В охранной сигнализации измеренное сопротивление шлейфа, выходящее из диапазона «Дежурного режима», расценивается как переход шлейфа в «Тревогу». Не важно сколько извещателей сработали, важен сам факт сработки и нарушения шлейфа сигнализации.

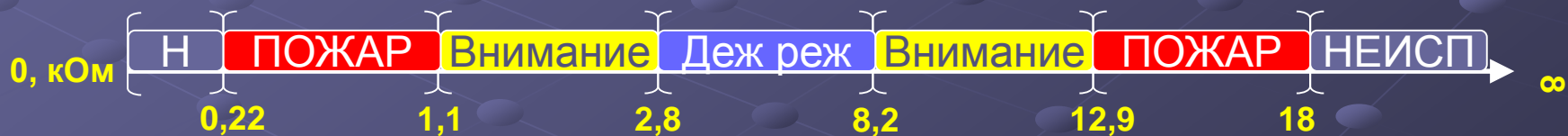
В пожарной же сигнализации шлейф должен быть более информативен. При сработке одного извещателя в шлейфе, прибор должен выдать сигнал, соответствующий режиму «Внимание» («ПОЖАР 1»). При сработке двух извещателей в одном шлейфе – формируется сигнал «ПОЖАР» («ПОЖАР 2»). Обрыв или короткое замыкание шлейфа должны привести к формированию сигнала «Неисправность».

Расчет порогового сопротивления для ПИ. Введение.

От прибора к прибору диапазон сопротивлений и области соответствующих режимов шлейфа могут меняться. Это зависит как от самого производителя приборов, так и от принятых технических решений на этапе разработки устройства.

Например рассмотренная ранее диаграмма иллюстрирует диапазон с которым работают все приёмно-контрольные приборы ВЭРС-ПК.

Напряжение которое выдают данные приборы в шлейф сигнализации составляет 20В. Оконечное сопротивление 7,5 кОм.



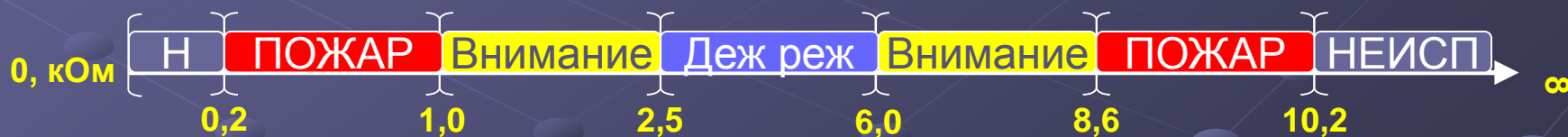
Расчет порогового сопротивления для ПИ. Введение.

У приборов управления пожаротушением С2000-АСПТ хоть на шлейф выдается напряжение 20 В, но окончное сопротивление и рабочий диапазон (характерен для однопороговых ШС) у них отличаются от ранее рассматриваемого.



Оконечное сопротивление в шлейфах С2000-АСПТ – 4,7кОм

У приборов управления пожаротушением Гранд МАГИСТР ПУ на шлейф выдается напряжение 12 В, по этому окончное сопротивление и рабочий диапазон у них также другие.



Номинал окончного сопротивления в данном случае составляет 3,9 кОм.

Расчет порогового сопротивления для ПИ. Введение.

На этапе проектирования системы, в частности системы пожарной сигнализации, одной из задач проектировщика является построение шлейфа пожарной сигнализации. В рамки этой задачи входит правильный подбор сопротивлений, обеспечивающих переходы в требуемые режимы работы.

Все пожарные извещатели можно условно разделить на две категории:

– Нормально-замкнутые –

входное сопротивление этих извещателей в дежурном режиме очень мало, а при сработке скачкообразно увеличивается до значений в несколько десятков килоОм или становится бесконечным. К этим извещателям относятся тепловые максимальные извещатели ИП103-3, ИП105, некоторые типы линейных дымовых извещателей.

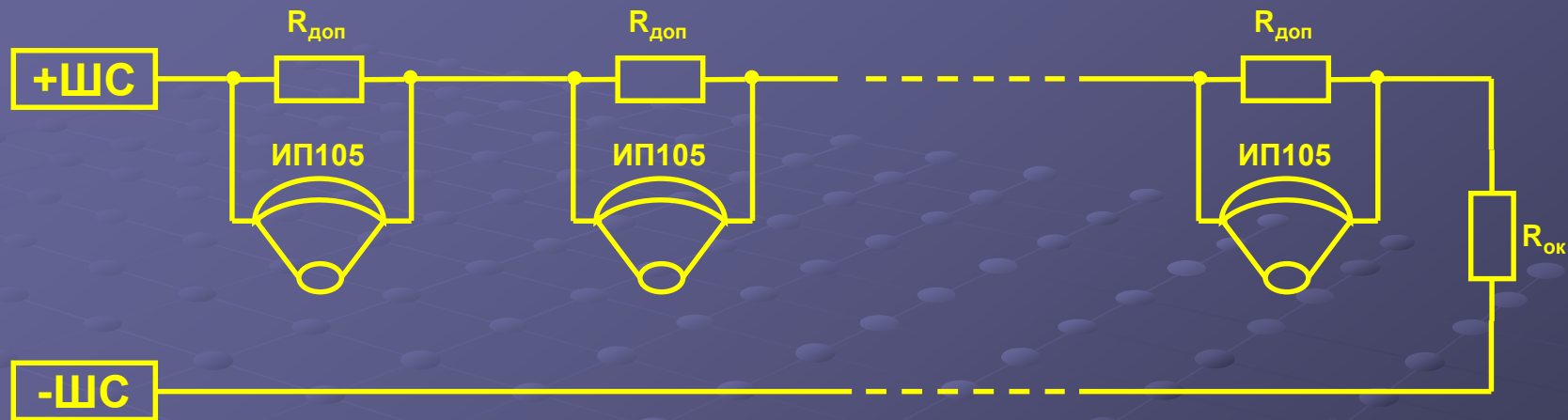
– Нормально-разомкнутые –

входное сопротивление этих извещателей в дежурном режиме составляет несколько десятков, а то и сотен килоОм, при сработке оно скачкообразно уменьшается до значения 1 кОм и менее. К этой категории относятся почти все точечные дымовые извещатели ИП212-ХХ и многие максимально-дифференциальные тепловые.

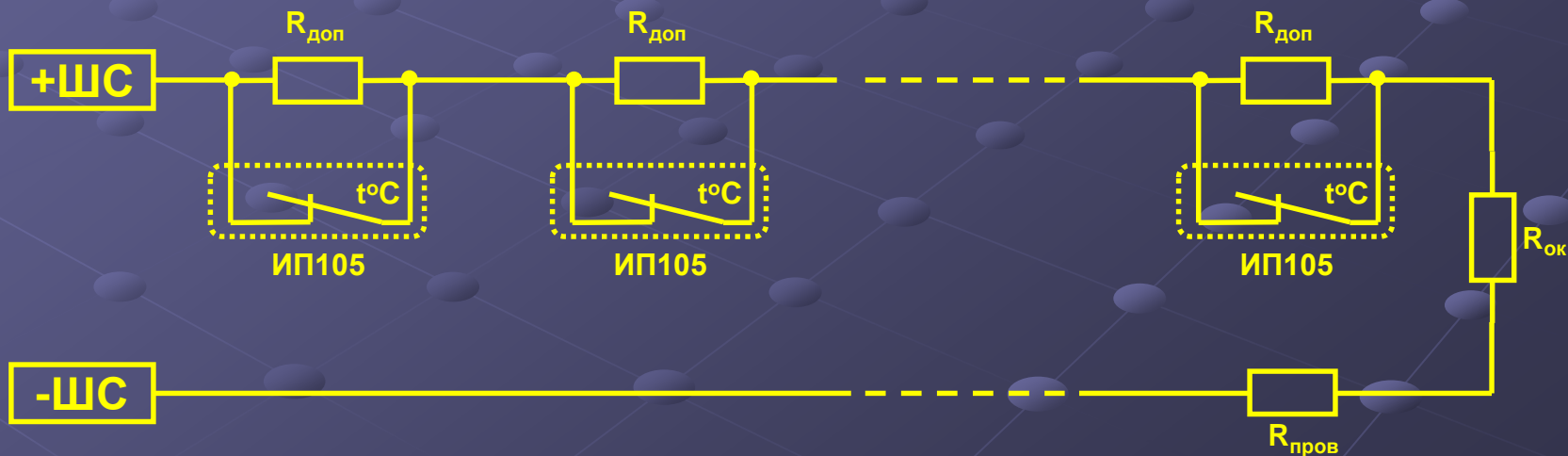
Принцип действия извещателя и входные сопротивления в различных режимах его работы всегда указаны в паспорте на извещатель.

Расчет порогового сопротивления для ПИ.

Если используются размыкающие извещатели, то суммарное сопротивление шлейфа при их сработках будет всегда больше номинала оконечного элемента. Рассмотрим типовое построение шлейфа с такими извещателями, на примере ИП105.

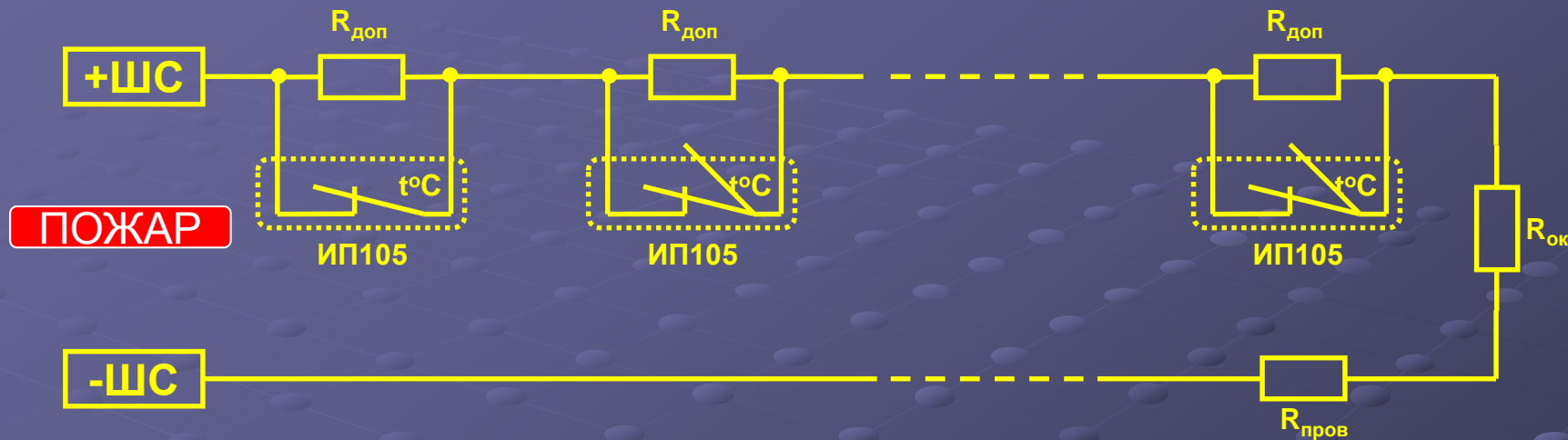


Эквивалентная электрическая схема этого шлейфа:



Расчет порогового сопротивления для ПИ.

Если используется размыкающие извещатели, то суммарное сопротивление шлейфа при их сработках будет всегда больше номинала конечного элемента. Рассмотрим типовое построение шлейфа с такими извещателями, на примере ИП105.



$R_{ок}$ – окончное сопротивление 7,5 кОм, $R_{доп}$ – порогозадающее сопротивление, определяющее тип шлейфа (одно- или двухпороговый), $R_{пров}$ – максимально допустимое погонное сопротивление соединительных линий – не превышает 0,22 кОм

В основе извещателя – термочувствительное реле, размыкающееся по достижении температуры окружающей среды определенного значения. Каждая сработка извещателя добавляет в шлейф порогозадающее сопротивление, последовательно с окончным. При этом, для двухпорогового шлейфа сигнализации должны выполняться следующие неравенства:

$$8,2 \text{ кОм} < R_{доп} + R_{ок} + R_{пров} < 12,9 \text{ кОм} \quad (1)$$

$$12,9 \text{ кОм} < (2 \times R_{доп}) + R_{ок} + R_{пров} < 18 \text{ кОм}$$



Расчет порогового сопротивления для ПИ.

(1) и (2) целесообразно упростить, перейдя от неравенств к уравнениям:

- $R_{\text{пров}}$ не учитывается, как величина более низкого порядка
- в области «Внимание» и выбирается среднее значение, которое принимается как суммарное (1) -> (3):

$$R_{\text{доп}} + 7,5 \text{ кОм} = 11,8 \text{ кОм} \quad (3)$$

$R_{\text{доп}} = 4,3 \text{ кОм}$, из ряда сопротивлений ближайший реальный номинал 4,7 кОм.

Найденное $R_{\text{доп}}$ проверяется неравенством (2), если оно выполняется, то установленный номинал – это искомое порогозадающее сопротивление для двухпорогового шлейфа.

В случае если шлейф нужен однопороговый необходимо обеспечить выполнение неравенства:

$$12,9 \text{ кОм} < R_{\text{доп}} + R_{\text{ок}} + R_{\text{пров}} < 18 \text{ кОм} \quad (4)$$

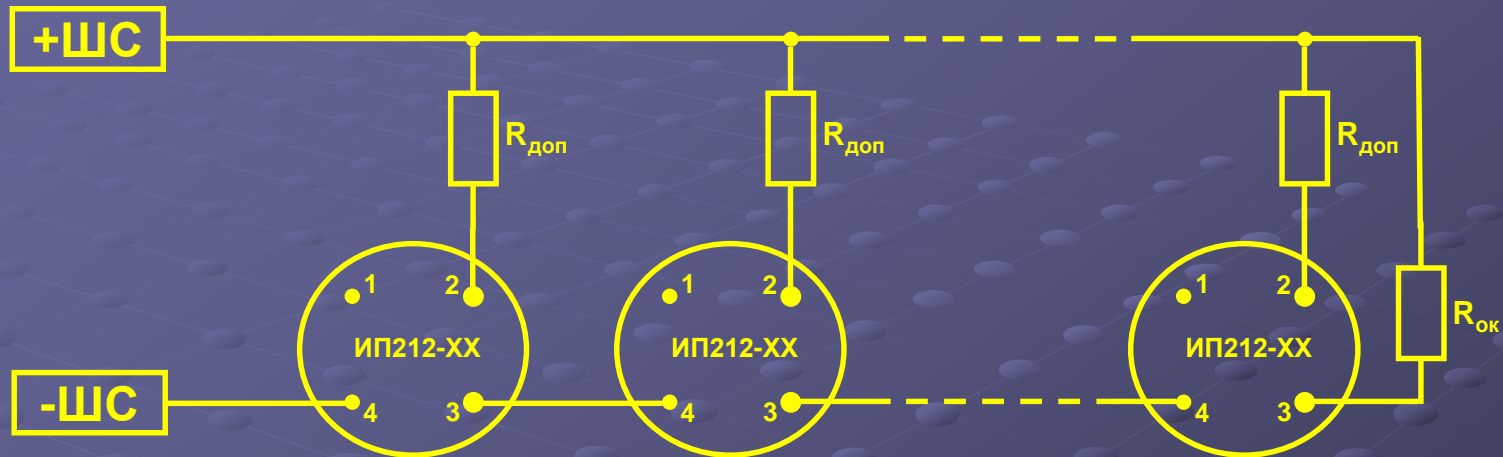
Используя известное упрощение, находится $R_{\text{доп}}$:

$$R_{\text{доп}} + 7,5 \text{ кОм} = 17 \text{ кОм} \quad (5)$$

$R_{\text{доп}} = 9,5 \text{ кОм}$, из ряда сопротивлений ближайший реальный номинал 10 кОм.

Расчет порогового сопротивления для ПИ.

При использовании извещателей, замыкающих шлейф, построение ШС осуществляется по отличному от вышеизложенного принципа. Извещатель при сработке уменьшает суммарное сопротивление, поэтому ставится параллельно оконечному резистору.



Чаще всего дымовые извещатели подключаются по приведенной выше схеме.

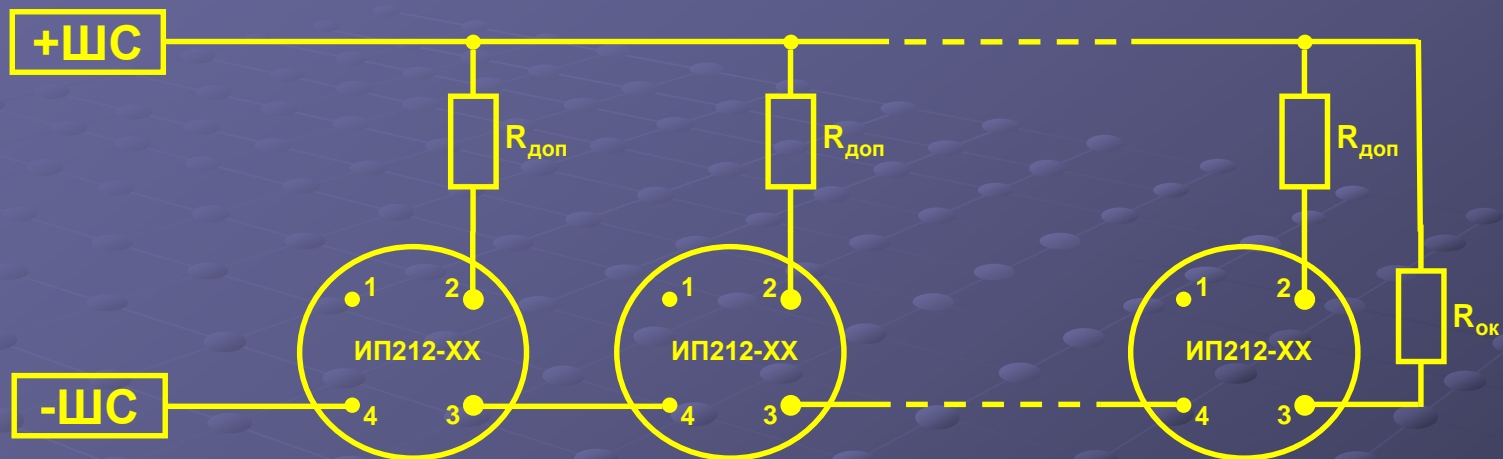
Цоколь «2» предназначен для подключения извещателя к положительной клемме шлейфа – подаче на него (извещатель) питания.

Цоколи «3» и «4» равнозначны и предназначены для подключения к отрицательной клемме шлейфа. Их иногда называют «проходной землёй». В самом извещателе эти цоколи электрически соединены – изъятие подключенного извещателя из его базы разрывает шлейф, что будет фиксироваться в приборе как переход ШС в режим «Неисправность».

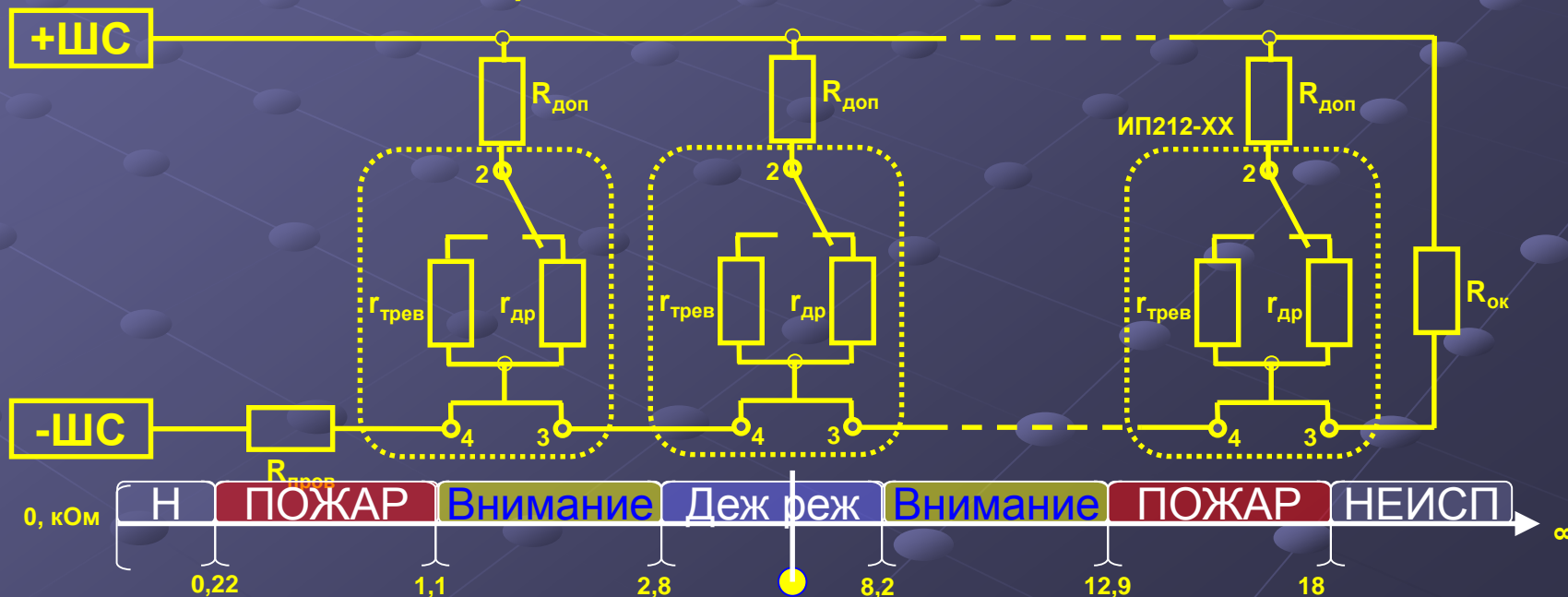
Цоколь «предназначен для подключения внешнего светового устройства – ВУОС, предназначенного для вывода индикации состояния извещателя.

Расчет порогового сопротивления для дымовых ПИ.

Суммарное сопротивление шлейфа при сработках будет всегда меньше окончного.

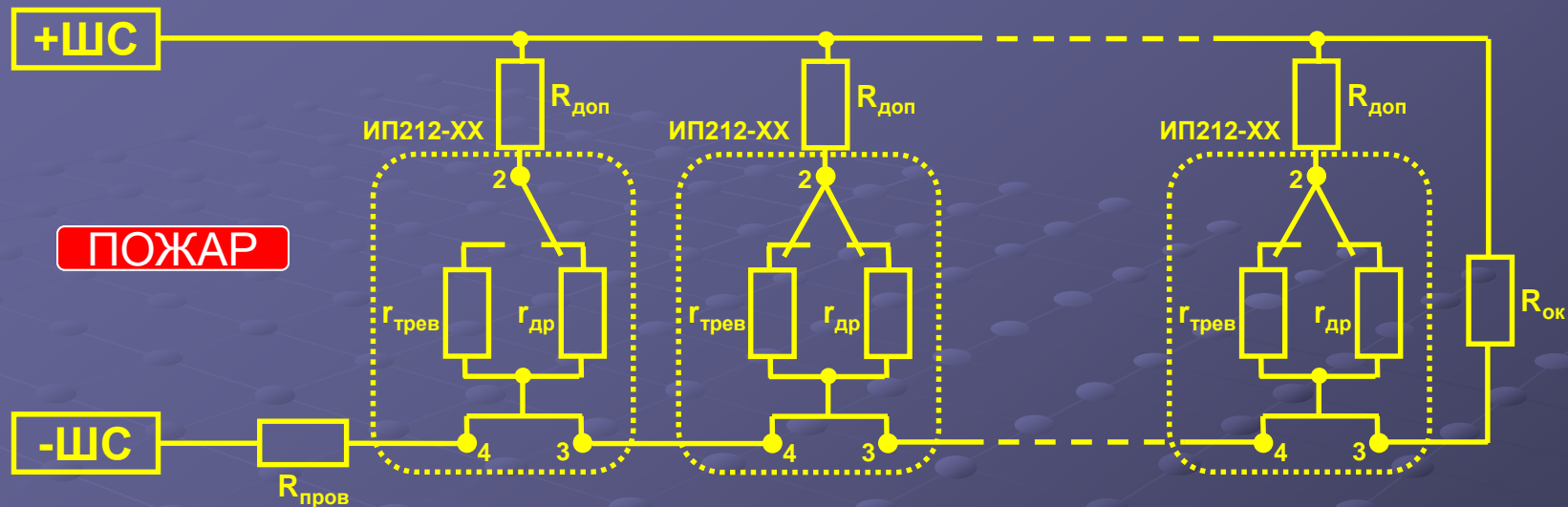


Эквивалентная электрическая схема этого ШС:



Расчет порогового сопротивления для дымовых ПИ.

Суммарное сопротивление шлейфа при сработках будет всегда меньше окончного.



$R_{\text{ок}}$ – окончное сопротивление 7,5 кОм, $R_{\text{доп}}$ – порогозадающее сопротивление, определяющее тип шлейфа (одно- или двухпороговый), $R_{\text{пров}}$ – максимально допустимое погонное сопротивление соединительных линий – не превышает 0,22 кОм

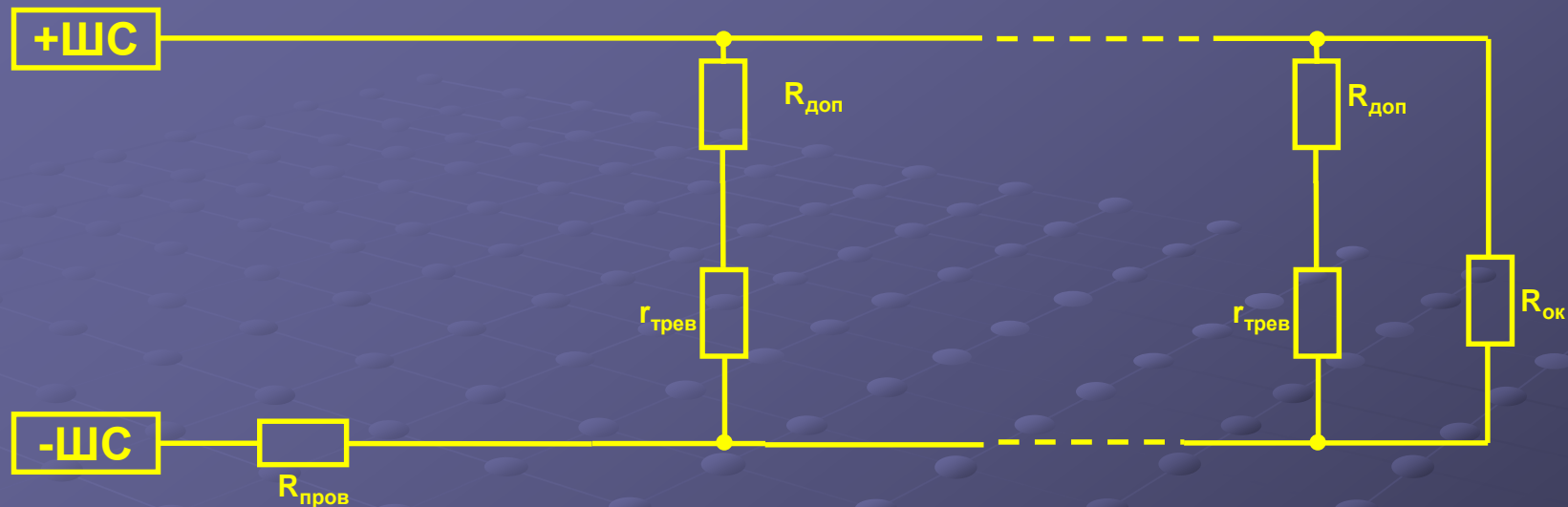
На основании данных о задымленности дымовой камеры извещатель скачкообразно изменяет свое входное сопротивление. $r_{\text{др}}$ – сопротивление извещателя в дежурном режиме, оно составляет величину в несколько десятков или сотен килоом. Это сопротивление фактически указывает на ток потребления извещателя и именно эта величина приводится в паспорте. $r_{\text{трев}}$ – сопротивление извещателя в режиме сработки, оно указывается в паспорте и составляет значение порядка 0,5 ... 1,3 кОм.

При сработке извещателя параллельно окончному резистору добавляется два последовательных сопротивления $R_{\text{доп}} + r_{\text{трев}}$.



Расчет порогового сопротивления для дымовых ПИ.

Эквивалентная схема ШС при сработке двух извещателей.



Для двухпорогового ШС, при нахождении $R_{доп}$, будут справедливы следующие неравенства:

$$1,2 \text{ кОм} < ((R_{доп} + r_{трев}) \parallel R_{ок}) + R_{пров} < 1,8 \text{ кОм} \quad (6)$$

$$0,22 \text{ кОм} < ((R_{доп} + r_{трев}) \parallel (R_{доп} + r_{трев}) \parallel R_{ок}) + R_{пров} < 1,2 \text{ кОм} \quad (7)$$

Как и в случае с (1) и (2), неравенства (6) и (7) целесообразно упростить и перейти к уравнению.

Расчет порогового сопротивления для дымовых ПИ.

$$(R_{\text{доп}} + r_{\text{трее}}) \parallel R_{\text{ок}} = 1,9 \text{ кОм} \quad (8)$$

$$(R_{\text{доп}} + 0,5 \text{ кОм}) \parallel 7,5 \text{ кОм} = 1,9 \text{ кОм}$$

$$\frac{1}{R_{\text{доп}} + 0,5 \text{ кОм}} + \frac{1}{7,5 \text{ кОм}} = \frac{1}{1,9 \text{ кОм}} \quad (9)$$

$$R_{\text{доп}} = \frac{1,9 \text{ кОм} \times 7,5 \text{ кОм}}{1,9 \text{ кОм} + 7,5 \text{ кОм}} - 0,5 \text{ кОм} \quad (10)$$

$$R_{\text{доп}} = 0,708 \text{ кОм}, \text{ ближайшее из ряда реальных номиналов} - \underline{760 \text{ Ом}}$$

Для извещателей с $r_{\text{трее}} = 1 \dots 1,3 \text{ кОм}$ порогозадающее сопротивление будет равно 760 Ом.

Для однопорогового ШС необходимо выполнение неравенства:

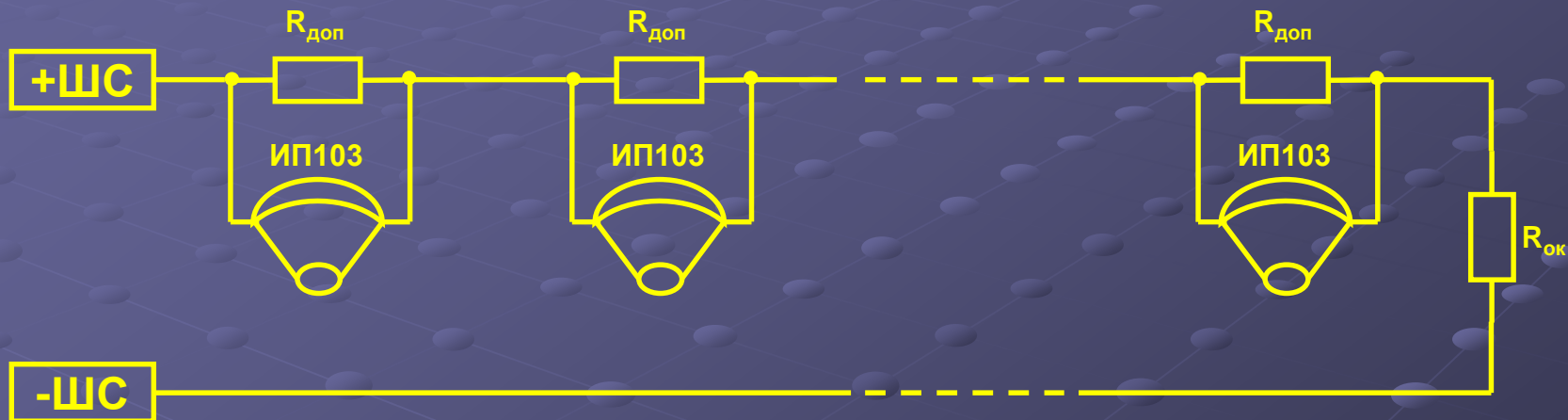
$$0,2 \text{ кОм} < (R_{\text{доп}} + r_{\text{трее}}) \parallel R_{\text{ок}} + R_{\text{пров}} < 1,2 \text{ кОм} \quad (11)$$

Причем для большинства извещателей ($r_{\text{трее}} = 0,5 \dots 1,3 \text{ кОм}$) неравенство (11) будет выполняться даже при $R_{\text{доп}} = 0$, поэтому в однопороговой схеме порогозадающие резисторы не устанавливают, подключая извещатель к ШС напрямую.

Определение максимального количества извещателей в шлейфе

Любой извещатель – это прежде всего физическое устройство. У него есть особенности работы, физические параметры, с которыми приходится считаться. Один из таких параметров это сопротивление в дежурном режиме, от которого зависит максимальное количество извещателей в шлейфе.

Внутреннее сопротивление нормально-замкнутого извещателя очень мало, эта величина всегда указывается в паспорте. Например, для извещателя ИП103-5/1-А3 производитель указывает значение не более 0,5 Ом.



Вероятна ли ситуация, когда шлейф, из-за большого количества извещателей, перейдет в режим «Внимание» (рабочая точка подойдет к границе этого диапазона)?

Дадим оценку количества извещателей в шлейфе для этого случая.

$$R_{ок} + (N \times R_{д}) = 10,7 \text{ кОм} \quad (11)$$



Определение максимального количества извещателей в шлейфе

$$R_{ок} + (N \times R_{\partial}) = 10,7 \text{ кОм}$$

$$N = \frac{10,7 \text{ кОм} - R_{ок}}{R_{\partial}} = 6400 \quad (12)$$

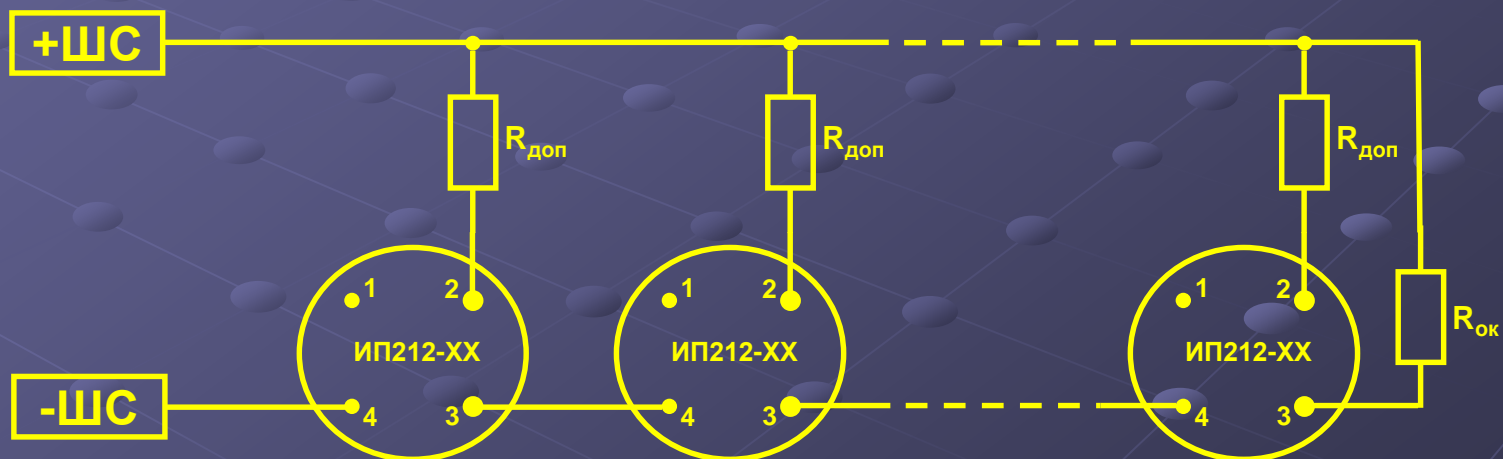
Найденное значение, прямо скажем астрономическое, в действительности не существует такого шлейфа сигнализации, в который можно было бы поставить такое количество извещателей. Представим себе такой шлейф, выполненный по правилам проектирования. Наш гипотетический шлейф сигнализации проложен в помещении с высотой потолка не более 6 метров, нет выступающих конструкций. При таких условиях между извещателями должно быть расстояние не более 4,5 метров. Соответственно шлейф с 6400 извещателями может достигать длину $4,5 \times (6400 - 1) = 28$ километров!

Поэтому можно с уверенностью сказать, что для нормально-замкнутых извещателей нет такой необходимости выявлять максимальное их количество.

Определение максимального количества извещателей в шлейфе

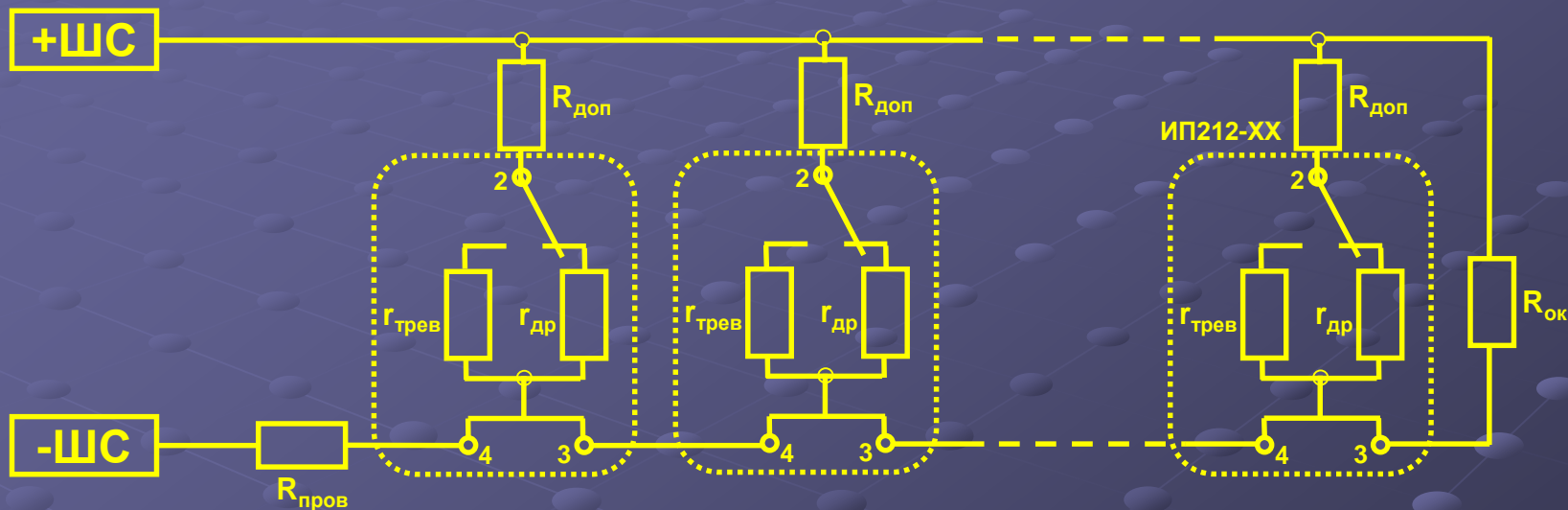
Большинство извещателей подключаются в шлейф через базу – небольшое шасси к которому осуществляется подвод проводов шлейфа, а сам извещатель устанавливается на посадочное место. Подключение извещателей однотипно: к клемме «2» подходит положительная шина шлейфа (напрямую в однопороговой схеме или через порогозадающий резистор в двухпороговой, как изображено на Рисунке 11).

Отрицательная шина шлейфа подключается к каждой базе через две клеммы – «3» и «4», это, так называемая, «проходная земля». Внутри извещателя клеммы «3» и «4» электрически соединены. Пока извещатели установлены в свои базы – отрицательная шина цела, суммарное сопротивление находится в пределах «Дежурного режима».



Определение максимального количества извещателей в шлейфе

Но как только один из извещателей изымается из своей базы – шина и, соответственно, сам шлейф обрываются, прибор фиксируется обрыв шлейфа, так как его суммарное сопротивление скачкообразно вырастает до очень большой величины.



С ростом количества извещателей в шлейфе рабочая точка будет смещаться из диапазона «Неисправность», в сторону диапазона «Пожар» и даже войдет в него. Определим, сколько извещателей может быть подключено в шлейф, когда, при изъятии крайнего, будет фиксироваться режим «Пожар» при отсутствии сработавших ИП212-41М.



Определение максимального количества извещателей в шлейфе

На основании эквивалентной схемы составим уравнения из которого можно будет определить максимальное количество извещателей в шлейфе.

$$(R_n + R_d) // (R_n + R_d) // \dots // (R_n + R_d) = 18 \text{ кОм} \quad (13)$$

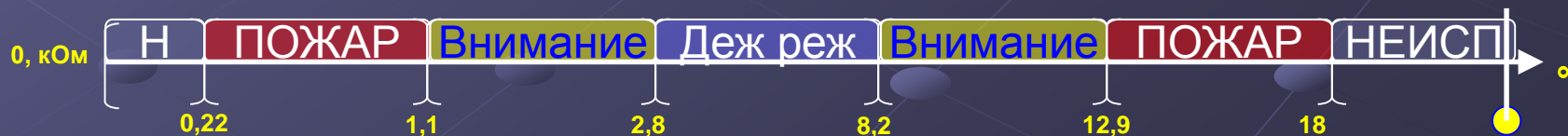
$$\frac{(R_n + R_d)}{(N-1)} = 18 \text{ кОм} \quad (14)$$

Сопротивление ИП212-41М в дежурном режиме (R_d) можно определить исходя из тока потребления в дежурном режиме, который составляет 45 мкА при 20В питания, значит $R_d = 444 \text{ кОм}$. В данном случае R_n – может составлять значение 0...1 кОм (в зависимости от схемы подключения извещателей), поэтому им можно пренебречь.

$$\frac{444 \text{ кОм}}{(N-1)} = 18 \text{ кОм} \quad (15.1)$$

$$N = \frac{444 \text{ кОм}}{18 \text{ кОм}} + 1 = 25,67 \sim 26 \quad (16)$$

Полученное значение говорит о том, что если в один шлейф подключить 26 извещателей, то при его нарушении (в частности изъятии последнего извещателя из базы), прибором будет ошибочно фиксироваться режим «Пожар», вместо «Неисправности», соответственно для правильной и корректной работы шлейфа в него нужно подключать не более двадцати пяти ИП212-41М



КОНЕЦ