



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПК БГТУ

В.М. Малащенко

« 30 » 08 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по профессиональному модулю**  
**ПМ. 03 Организация монтажа, наладки и технического**  
**обслуживания систем и средств автоматизации**

Специальность:	<b>15.02.14. Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	2 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	среднее общее образование

Брянск 2019



**Методические рекомендации по профессиональному модулю  
ПМ. 03 Организация монтажа, наладки и технического  
обслуживания систем и средств автоматизации (далее — МР)  
для специальности 15.02.14. Оснащение средствами автоматизации  
технологических процессов и производств (по отраслям)**

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ



В.Н. Копелиович

МР рассмотрены и одобрены на заседании  
предметно-цикловой комиссии  
Автоматизация технологических процессов и  
производств ПК БГТУ (далее — ПЦК)

«29» 08 2019 г., протокол № 1

Председатель ПЦК



В.Н. Копелиович

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе



Т.Е. Балашова

© Копелиович В.Н.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»



## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	3
Общие указания к выполнению работ	4
Практическая работа №1	5
Функциональные и принципиальные схемы проектов автоматизации измерений	
Практическая работа №2 Изучение и анализ схемы автоматизации процесса	11
Практическая работа №3	13
Определение правовых, нормативных и организационных основ безопасности труда	
Практическая работа №4	18
Определение способов пожарной защиты на производственных объектах	
Практическая работа №5	
Изучение технологической карты на монтаж приборов и средств автоматизации	24
Практическая работа №6	30
Составление технической документации при производстве монтажных работ	
Практическая работа №7	40
Поверка средств измерений	
Практическая работа №8	43
Подключение и настройка прибора- преобразователя интерфейсов	
Практическая работа №9	46
Проектирование измерительных каналов автоматизированных систем»	
Практическая работа №10	52
Монтаж и установка поплавковых датчиков уровня	
Практическая работа №11	57
Монтаж и установка электрических счетчиков и автоматов	
Практическая работа №12	64
Сетевое оборудование и монтаж	
Практическая работа №13	68
Установка преобразователя аналоговых сигналов измерительного универсального	
Практическая работа №14	70
Определение вариации показаний прибора	
Литературы	75



## **АННОТАЦИЯ**

Для закрепления теоретических знаний и получения практических навыков предусматривается проведение лабораторно-практических работ.

Целью лабораторно-практических работ является прививание учащимся навыков самостоятельной работы с технической и справочной литературой, самостоятельного изучения некоторых несложных вопросов программы.

Автор цикла практических работ –Копелиович В.Н.. - преподаватель Брянского политехнического колледжа .

Цикл практических работ разработан в соответствии с рабочей программой для средних специальных учебных заведений, и предназначен для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальностям среднего профессионального образования базового уровня, и является единой для всех форм обучения

Методические указания к циклу практических работ состоят из следующих частей:

1. Аннотация.
2. Содержание.
3. Общие указания к выполнению работ.
4. Лабораторно- практические работы.
5. Литература.
6. Приложения.

Практические работы выполняются учащимися в учебное время, отведенное для изучения предмета.



## Общие указания к выполнению практических работ

Перед началом выполнения практической работы внимательно ознакомьтесь с заданием. Практическая работа выполняется на листах со штампом. Для первого листа практической работы предусмотрена основная надпись и дополнительные графы к ней по форме 2 ГОСТ 2.104-68 (см. приложение 1). Для последующих листов необходимо применять форму 2а (см. приложение 2).

Все практические работы оформляются в один журнал. На титульном листе журнала должны быть указаны: название предмета, группа и фамилия студента. Пример оформления титульного листа приведен в приложении (см. приложение 3).

Отчет по практической работе должен содержать цель работы; исходные данные; решение; необходимые схемы, выполненные по ГОСТу и вывод



### **Инструкция по технике безопасности для студентов, работающих в лаборатории**

В лаборатории электротехники электротехнические устройства питаются напряжением до 380 В. Следует помнить, что **напряжение свыше 36 В и ток более 50 мА опасны для жизни человека.**

Все студенты, работающие в лаборатории электротехники, должны знать и строго соблюдать правила безопасной работы с электротехнической и электронной аппаратурой, а также указания преподавателя, инженера, лаборанта и других лиц обслуживающего персонала

#### Все студенты обязаны:

##### **а) перед началом работы:**

- получить инструктаж по правилам безопасной работы и расписаться в спец. журнале;
- убедиться в отсутствии видимых повреждений оборудования и его обесточенности;
- проверить состояние заземления электрических машин;
- уяснить назначение всех аппаратов, органов управления и сигнализации;
- собрать электрическую схему установки;
- представить собранную схему преподавателю;

##### **б) во время работы:**

- включить собранную схему под напряжением в присутствии преподавателя, предупредив своих товарищей словом «включаю»;
- следить за работой оборудования, особенно вращающимися частями механизмов. В случае отклонения от нормальной работы (специфический запах, дым, накал проводов реостатов и т.п.) или попадание кого либо под напряжение или вращающиеся части немедленно выключить установку;
- обо всех неисправностях в работе установки сообщать преподавателю и обслуживающему преподавателю лаборатории;

##### **в) по окончании работы:**

- сообщить преподавателю о завершении работы;
- выключить установку, разобрать схему и привести рабочее место в исходное состояние.

#### **В лаборатории студентам запрещается:**

- класть на электроприборы, машины, оборудование, лабораторные столы личные вещи, учебники и другие предметы;
  - собирать электрические схемы под напряжением;
  - использовать неисправное оборудование, приборы и инструмент;
  - включать оборудование без разрешения преподавателя;
  - оставлять без наблюдения включенное оборудование;
  - самостоятельно устранять неисправности;
  - заниматься посторонними делами;
- отвлекать товарищей от занятий.



## Практическая работа N 1

Тема: Функциональные схемы автоматизации: условные графические изображения по стандартам ЕСКД.

цель: формировать умение читать функциональные схемы автоматизации.

2 Оформить отчет, который должен содержать

:-тему;

-цель;

-название схемы автоматизации

условные обозначения приборов и средств автоматизации в схеме;

-изображение фрагмента функциональной схемы (по заданию преподавателя);-вывод.

### **4Краткие теоретические сведения:**

Функциональная схема систем автоматизации технологических процессов является основным техническим документом, определяющим структуру и характер систем автоматизации технологических процессов, а также оснащение их приборами и средствами автоматизации.

Функциональные схемы должны учитывать:

-состав и содержание задач по контролю и управлению технологическими процессами;9

-организацию пунктов контроля и управления, взаимосвязь между местными системами управления отдельными объектами и центральной системой управления, определенной структурной схемой.

На функциональной схеме показываются:

-технологическая схема (схема цепи аппаратов) или упрощенное изображение агрегатов, подлежащих автоматизации, а при наличии блоков агрегатированного оборудования

– их изображение в соответствии с рекомендациями, приведенными ниже;

-приборы, средства автоматизации и управления, изображаемые условными обозначениями по действующим стандартам, а также линии связи между ними;

-агрегатированные комплексы, машины централизованного контроля, управляющие вычислительные машины и т.п., линии связи их с датчиками, преобразователями, исполнительными механизмами и т.п., а также ручной ввод данных в машину;-таблица условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами;-необходимые пояснения к схеме.

На функциональных схемах автоматизации измерительные приборы, установленные по месту, обозначаются окружностью или квадратом, а приборы, установленные на щите или пульте — окружностью или квадратом, разделенной горизонтальным диаметром.

Диаметр окружности 10 мм. В обоих случаях в верхней части заглавными буквами латинского алфавита указываются обозначения измеряемых величин, функций и функциональных признаков, в нижней

- номер позиции в схеме.

Обозначения измеряемых величин: А — качество (состав, концентрация, детектор дыма и т.п.); В — пламя; Е — напряжение; F— расход; Н — ручное воздействие; I — ток; J — мощность; К — время, временная программа; L—уровень; Р—давление, вакуум; Q — количество; R — радиоактивность; S — 10

скорость, частота; Т— температура; U — несколько разнородных величин, измеряемых одним прибором; V — вибрация; W — вес, сила, масса; X — nereкомендуемая резервная буква; Y — событие, состояние; Z — размер, положение, перемещение.

Для уточнения значений измеряемой величины и указания ее пределов применяют обозначения: D — разность, перепад; F — соотношение, доля, дробь; J — автоматическое переключение, обегание; Q — интегрирование, суммирование по времени; S — самосрабатывающее устройство; Z — система инструментальной безопасности, ПАЗ.

Функции, выполняемые приборами, обозначаются заглавными буквами латинского алфавита: А — сигнализация; С — автоматическое



регулирование, управление; E — чувствительный элемент; К — станция управления; R — регистрация; S — включение, отключение, переключение; Y — вспомогательное устройство;

Обозначения функциональных признаков приборов; G — первичный показывающий прибор; I — вторичный показывающий прибор; T — преобразователь; K — станция управления.

Расположение буквенных обозначений должно быть слева направо в следующем порядке: 1) обозначение основной измеряемой величины; 2) обозначение, уточняющее (если это необходимо) основную измеряемую величину; 3) обозначение (обозначения) функционального признака прибора.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации автоматического регулирования перепада давления приведен на рисунке 1. Если прибор может выполнять несколько функций, порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков должен быть следующим: G — первичный показывающий прибор; R — регистрация; C — 11

автоматическое регулирование (управление); S — включение, отключение, блокировка; A — сигнализация.

Последовательность буквенных обозначений должна быть следующей: 1) обозначение измеряемой величины; 2) обозначение, уточняющее измеряемую величину; 3) обозначение функционального признака. Если функций несколько, то их обозначения должны располагаться в следующем порядке: GRCSA





В приложении А

- приведены примеры построения условных обозначений следующих приборов и средств автоматизации: 1 — первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термоэлектрический преобразователь, термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.);
- 2—прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.);
- 3 - прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.);
- 4—прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту 12 (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей);
- 5 — прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.);
- 6 — прибор для измерения температуры с автоматическим обегаящим устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный регистрирующий, мост автоматический и т. п.);
- 7 — прибор для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, потенциометр, мост автоматический и т. п.);
- 8—регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, дилатометрический регулятор температуры);
- 9 —комплекс для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»);
- 10— прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное);
- 11—первичный прибор контроля температуры в системе ПАЗ;
- 12—ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ. АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, установленный на щите, включенный в контур ПАЗ;
- 13—байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите;
- 14— переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите;
- 15—прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напорометр, вакуумметр и т. п.); 16 — прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр показывающий); 17 — прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей);
- 18— прибор для измерения давления (разрежение) регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления);
- 19—прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления);
- 20—прибор для измерения давления (разрежение), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.);
- 21 — первичный измерительный преобразователь для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.);
- 22 — прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей



показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей);

23 - прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов);

24—прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр или ротаметр показывающий);

25—прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (любой счетчик-расходомер с интегратором);

26—прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором);

27—массовый многопараметрический расходомер, обеспечивающий измерение расхода, температуры с аналоговым токовым выходом 4-20 мА;

28 — прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор);

29—первичный измерительный преобразователь для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера);

30—прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня)

31—прибор для измерения уровня с выносным блоком индикации;

32—прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту (реле уровня);

33 — прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей);

34—прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор-сигнализатор уровня с блокировкой по верхнему уровню);

35 — прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнализацией верхнего и нижнего уровня);

36—прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей);

37 — прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, толщиномер);

38— прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (напряжение, сила тока, мощность); 39—прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный пневматический прибор, многоценное реле времени и т. п.);

40 — прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера); 41 — первичный измерительный преобразователь для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра);

42— прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор на кислород);

43 — прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе);

44 — прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых значений  $\alpha$  и  $\beta$  излучений);



45—прибор для измерения скорости вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора),

46— прибор для измерения нескольких разнородных величин, регистрирующий, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры);

47— прибор для измерения вязкости раствора, 15показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий);

48—прибор для измерения массы продукта, показывающий,с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое сигнализирующее);

49 — прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запально-защитного устройства; применение резервной буквы В должно быть оговорено на поле схемы);

50 —преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический; например, нормирующий преобразователь);

51 — преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной—электрический);

52—вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения например, множитель на постоянный коэффициент К, установленный на щите;

53—пусковая аппаратура дляуправления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п.; применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы);

54 — аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите (кнопка, ключ управления, задатчик и т. п.);

55—аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите; ,

56 — Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту (реле уровня, используемое для ПАЗ верхнего уровня и нижнего уровня с выводом сигнала при четырех значениях уровня);

57 — Клапан регулирующий, закрывающий при прекращении подачи энергии с функцией ручного управления.

Примеры применения данных условных обозначений в функциональных схемах автоматизации приведены на рисунке 3.16

### **5 Контрольные вопросы:**

1 Как обозначаются измерительные приборы, устанавливаемые на щите, по месту?

2 Как расшифровываются функциональные признаки пробора I, R, C, S, A, E, T, K, Y?

3 Как расшифровываются обозначения измеряемых величин: F, P, S, T, L, M, W, V, U, G, Q?

4 Как изображается технологическое оборудование на функциональных схемах автоматизации



# Приложение А

1 	11 	21 	31 	41 	51 
2 	12 	22 	32 	42 	52 
3 	13 	23 	33 	43 	53 
4 	14 	24 	34 	44 	54 
5 	15 	25 	35 	45 	55 
6 	16 	26 	36 Плотность 0,8-0,9 г/см³	46 U=4F P)	56 
7 	17 	27 AO 4-20 мА	37 	47 Влажность	57 
8 	18 	28 	38 	48 	
9 	19 	29 	39 	49 	
10 	20 	30 	40 Влажность	50 	



## Практическая работа № 2

Тема: Изучение и анализ схемы автоматизации процесса

1 Цель работы: Привитие навыков изучения и анализа схемы автоматизации

### 2 Перечень справочной литературы

Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности / Л.А. Широков, В.И. Михайлов, Р.З. Фельдман и др.; Под ред. Л.А. Широкова.— М.:

### 3 Краткие теоретические сведения

Технологическая схема процессов отливки и глазирования конфет в поточной линии приведена на **рис. 9**. Конфетная масса из темперирующей машины подается насосом на отливочную машину. Корпуса конфет из установки ускоренной выстойки, где они обдуваются холодным воздухом, поступают в глазирующую машину, затем в охлаждающий шкаф, хладагентом в котором является рассол, и далее готовые конфеты направляются на завертку и упаковку.

Основной задачей автоматизации этих процессов является стабилизация температурных режимов, уровня в отливочной машине и управление пуском и остановом электродвигателей.

Уровень конфетной массы в отливочной машине измеряется датчиком **2а**, подключенным к сигнализатору уровня **2б** воздействующему на электропривод **2в** насоса подачи конфетной массы.

Автоматическое регулирование температуры холодного воздуха, поступающего в установку выстойки корпусов конфет, осуществляется показывающим и самопишущим мостом **9б** с позиционным регулятором, управляющим электромагнитным клапаном **9в** на линии подачи рассола в воздухоохладитель.

Аналогичным образом обеспечивается автоматическое регулирование температуры воздуха в охладительном шкафу. В контур регулирования входят приборы **14а**, **14б**, **14в**. Схемой автоматизации предусмотрен контроль температуры в отливочной машине с помощью датчика **3а**, соединенного со вторичным показывающим прибором **3б**, и в установке ускоренной выстойки корпусов конфет датчиками **6а ... 8а**, соединенными через переключатель **6б** с вторичным показывающим прибором **6в**. Температура в глазирующей машине измеряется датчиком **12а**, соединенным с показывающим вторичным прибором **12б**.

Схема автоматизации обеспечивает пуск и останов электродвигателей машин и аппаратов. Для перехода с автоматического управления на ручное установлены ключи выбора режима.



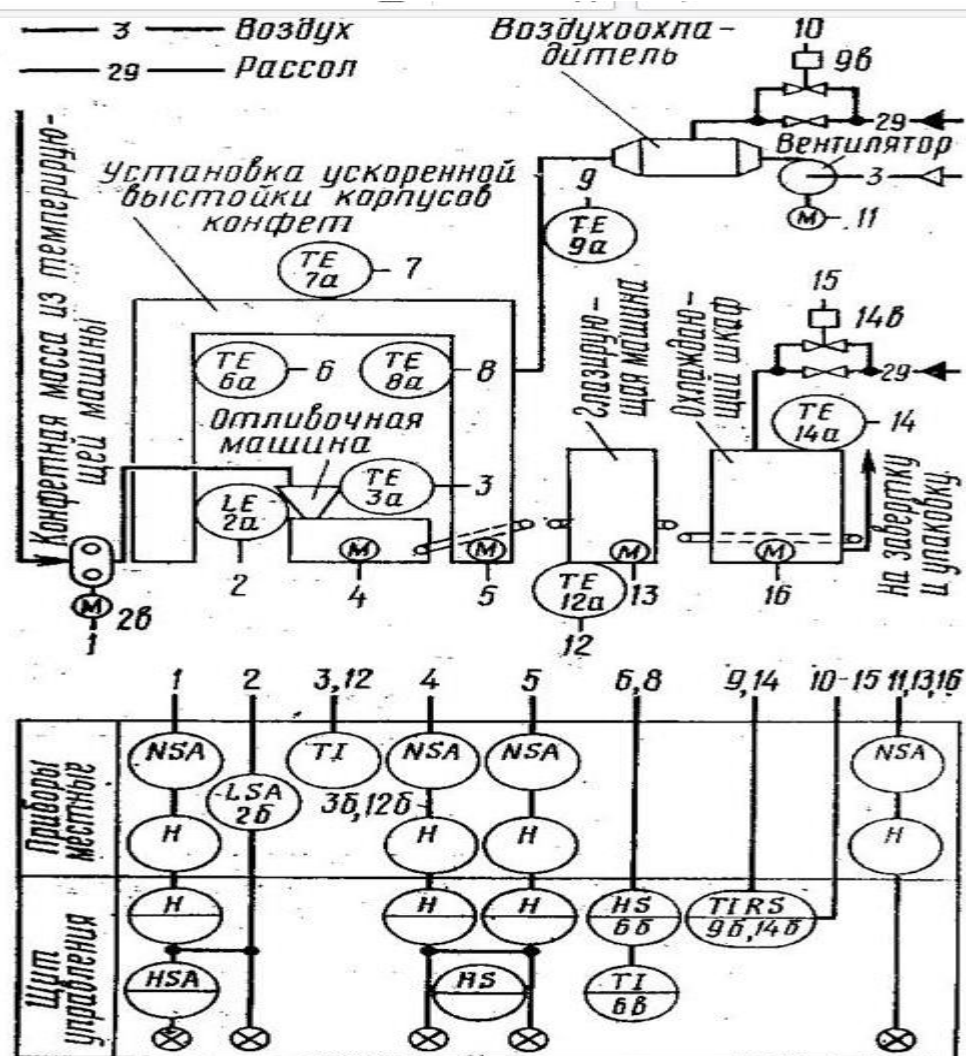


Рисунок 9. СА процессов отливки и глазирования конфет

#### 4 Порядок проведения работы

- 4.1 Рассмотреть схему автоматизации процессов отливки и глазирования конфет.
- 4.2 Ознакомиться с принципом автоматизации процессов отливки и глазирования конфет.
- 4.3 Выделить системы регулирования различных технологических параметров.
- 4.4 Сделать вывод об изученном материале.

#### 5 Содержание отчета

- 5.1 Изобразить схему автоматизации процессов отливки и глазирования конфет.
- 5.2 Описать технологические процессы отливки и глазирования конфет.
- 5.3 Сделать вывод.

#### 6 Контрольные вопросы

- 6.1 Что представляет собой схема автоматизации?
- 6.2 Назовите стадии процессов отливки и глазирования конфет.
- 6.3 Рассмотрите управление получением корпусов конфет и отливку в них.
- 6.4 Как осуществляется управление глазированием и охлаждением конфет?



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА (ЗАНЯТИЕ) №3

#### Наименование работы: Определение правовых, нормативных и организационных основ безопасности труда.

**Цель работы:** Ознакомиться с правовыми, нормативными и организационными основами безопасности труда; Изучить порядок проведения и оформления инструктажа работников по охране труда.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания и ответить на контрольные вопросы
2. Получить у преподавателя номер варианта для самостоятельной работы.

#### Контрольные вопросы

##### Вопрос 1. Основные законодательные акты страны о труде.

Все вопросы связанные с организацией системы охраны труда на предприятиях и в организациях регулируются законами, законодательными и нормативными правовыми актами.

**Законодательство** представляет собой совокупность законов страны в какой-либо области права, в частности в области охраны труда.

**Законодательный акт по охране труда** - это акт, устанавливающий права работников на охрану труда в процессе трудовой деятельности, принятый или утвержденный законодательным органом.

**Нормативный правовой акт по охране труда** - это акт, устанавливающий комплекс правовых, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических требований, направленных на обеспечение, безопасность, сохранения здоровья и работоспособности работников в процессе труда, утвержденный уполномоченным компетентным органом.

Основными законодательными актами, регулирующими охрану труда в Российской Федерации, являются:

- Конституция Российской Федерации;
- Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации»;
- Трудовой кодекс Российской Федерации.

Законодательные акты, кроме законов, могут включать указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, а также постановления, письма, положения и другие документы министерств и ведомств.

##### Вопрос 2. Система стандартов безопасности труда.

Система стандартов безопасности труда (ССБТ) - это одна из систем государственной системы стандартизации (ГСС).

Шифр (номер) ССБТ в системе ГСС - 12 ССБТ представляет собой многоуровневую систему взаимосвязанных стандартов по безопасности труда. Этой системой стандартизированы требования безопасности, введен раздел «Требования безопасности» во все виды проектной документации на серийную выпускаемую продукцию, а также в рабочую конструктивную и технологическую документацию.

ССБТ включает в себя несколько подсистем:

Подсистемы, системы стандартов безопасности труда:

Шифр подсистем ССБТ	Наименование и содержание подсистем
0	Организационно-методические стандарты - устанавливают цель, задачи, структуру ССБТ. Область распространения, особенности согласования стандартов ССБТ, принципы организации работ по безопасности труда.



1.	Стандарты требований и 'норм по видам ОВПФ - устанавливают методы и средства защиты от воздействия ОВПФ, методы контроля уровня.
2.	Стандарты требований безопасности к оборудованию
3.	Стандарты требований безопасности к производственным процессам
4.	Стандарты требований безопасности и системам защиты - устанавливающим требованиям безопасности к системам защиты от ОВПФ
5.	Стандарты требований безопасности к зданиям и сооружениям

В ССБТ принята следующая система обозначений: ГОСТ 12. X. XXX-XX.

ГОСТ 12 - шифр ССБТ в системе ГСС

X - шифр подсистемы 0; 1; 2; 3; 4; 5.

XXX - трехзначный порядковый номер стандарта подсистемы от 001 до 999.

XX - год утверждения или пересмотра стандарта

### **Вопрос 3. Государственный надзор и контроль за состоянием охраны труда.**

#### **Ответственность за нарушение законодательства по охране труда.**

Органом государственного надзора и контроля, является федеральная инспекция труда (Рострудинспекция) при Минтруде России.

В подчинении Рострудинспекции находятся государственные инспекции труда субъектов РФ и межрегиональные инспекции.

Федеральная инспекция труда осуществляет надзор и контроль за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда, нормативных правовых актов возмещения вреда, причиненного здоровью человека, о социальном страховании и выполнении коллективных договоров на предприятиях, организациях и учреждениях независимо от форм собственности.

### **Вопрос 4. Ответственность за нарушение охраны труда.**

Ответственность работодателя и должностных лиц за нарушение законодательных и правовых нормативных актов по безопасности труда определена в Федеральном Законе «Об основах охраны труда в РФ», Трудовом кодексе, а также Кодексе об административных правонарушениях и Уголовном кодексе.

За нарушения работодатель и должностные лица могут быть привлечены к дисциплинированной, административной, материальной и уголовной ответственности.

**Дисциплинарная ответственность** наступает в тех случаях, когда по вине должностных лиц допускаются нарушения правил и форм по охране труда, которые не влекут за собой тяжелых последствий и не могли бы их навлечь.

Дисциплинарная ответственность выражается в объявлении виновному лицу дисциплинарного взыскания (замечание, выговор, строгий выговор, увольнение).

**Административная ответственность** выражается в наложении штрафа на виновное должностное лицо. Правом налагать штраф обладают руководители государственных инспекций труда (до 100 минимальных размеров оплаты труда), государственные инспекторы по охране труда (до 50 МРОТ).

**Материальная ответственность** возникает, если по вине должностного лица предприятие понесло материальный ущерб из-за нарушений норм и требований охраны труда. Материальный ущерб возникает, если в результате несчастного случая или профзаболевания, предприятие должно выплатить пострадавшему, родственникам, органам социального страхования определенную сумму.



Кроме материальной ответственности виновных должностных лиц предусмотрена также ответственность предприятия.

**Уголовная ответственность** возникает, если нарушения норм и правил безопасности и охраны труда могли или повлекли за собой несчастные случаи с людьми или иные тяжелые последствия. Уголовную ответственность несут лишь те виновные должностные лица, на которых в силу служебного положения или по специальному распоряжению возложена обязанность по обеспечению безопасных и здоровых условий труда на соответствующих участках.

Наказания: лишение свободы до 1 года, исправительные работы до 1 года, штраф до 500 минимальных размеров оплаты труда (МРОТ), увольнение с должности с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 5 лет либо без такового.

#### **Вопрос 5. Виды инструктажей работников по охране труда, порядок их проведения и оформления**

Все виды инструктажей следует считать элементами учебы. При инструктаже особое внимание надо уделять рабочим со стажем до 1 года, а также опытным рабочим с большим стажем. Эти категории рабочих наиболее подвержены травматизму. В первом случае - из-за неопытности, во втором - из-за чрезмерной самоуверенности. Разбор несчастных случаев, проработка приказов есть также своеобразная форма обучения. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяют на:

- 1) вводный;
- 2) первичный на рабочем месте;
- 3) повторный;
- 4) внеплановый;
- 5) целевой.

Вводный инструктаж и первичный на рабочем месте проводятся по утвержденным программам.

#### **Вводный инструктаж**

**Вводный инструктаж** по безопасности труда **проводит инженер по охране труда** или лицо, на которое возложены эти обязанности, со всеми вновь принимаемыми на работу не зависимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику, а также учащимися в учебных заведениях. О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу или контрольном листе. Проведение вводного инструктажа с учащимися регистрируют в журнале учета учебной работы.

#### **Первичный инструктаж**

**Первичный инструктаж** по охране труда на рабочем месте до начала производственной деятельности **проводит непосредственный руководитель работ** по инструкциям по охране труда, разработанным для отдельных профессий или видов работ:

- со всеми работниками, вновь принятыми в организацию, и переводимыми из одного подразделения в другое;
- с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;
- со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующей организации;
- со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских, участках.



Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж не проходят.

Перечень профессий и должностных работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает руководитель организации по согласованию с профсоюзным комитетом и службой охраны труда. Все работники, в том числе выпускники профтехучилищ, после первичного инструктажа на рабочем месте должны в течение первых 2 - 14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) пройти стажировку по безопасным методам и приемам труда на рабочем месте под руководством лиц, назначенных приказом (распоряжением) по предприятию (подразделению, цеху, участку и т.п.). Ученики и практиканты прикрепляются к квалифицированным специалистам на время практики.

### **Повторный инструктаж**

**Повторный инструктаж** проходят все работающие, за исключением лиц, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, не зависимо от их квалификации, образования и стажа работы не реже чем через 6 месяцев. Его проводят с целью проверки знаний правил и инструкций по охране труда, а также с целью повышения знаний индивидуально или с группой работников одной профессии, бригады по программе инструктажа на рабочем месте. По согласованию с соответствующими органами государственного надзора для некоторых категорий работников может быть установлен более продолжительный (до 1 года) срок прохождения повторного инструктажа. Повторный инструктаж проводится по программам первичного инструктажа на рабочем месте.

### **Внеплановый инструктаж**

**Внеплановый инструктаж проводится:**

- при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- при изменении, технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;
- по требованию органов надзора;
- при перерывах в работе - для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, более чем 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин или обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения. Внеплановый инструктаж отмечается в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с указанием причин его проведения.

Внеплановый инструктаж проводит непосредственно руководитель работ (преподаватель, мастер).

### **Целевой инструктаж**

**Целевой инструктаж проводится:**

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями работника по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха и т.п.);
- при ликвидации последствий аварии, стихийных бедствий, производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы.



Целевой инструктаж проводится непосредственно руководителем работ и фиксируется в журнале инструктажей и необходимых случаях - в наряде-допуске.

#### **Примерный перечень основных вопросов вводного инструктажа**

1. Общие сведения о предприятии, организации, характерные особенности производства.
2. Основные положения законодательства об охране труда.
  - 2.1. Трудовой договор, рабочее время и время отдыха, охрана труда женщин и лиц моложе 18 лет. Льготы и компенсации.
  - 2.2. Правила внутреннего трудового распорядка организации, ответственность за нарушение правил.
  - 2.3. Организация работы по охране труда в организации. Ведомственный, государственный надзор и общественный контроль за состоянием охраны труда.
3. Общие правила поведения работающих на территории предприятия, в производственных и вспомогательных помещениях. Расположение основных цехов, служб, вспомогательных помещений.
4. Основные опасные и вредные производственные факторы, характерные для данного производства. Методы и средства предупреждения несчастных случаев и профессиональных заболеваний: средства коллективной защиты, плакаты, знаки безопасности, сигнализация. Основные требования по предупреждению электротравматизма.
5. Основные требования производственной санитарии и личной гигиены.
6. Средства индивидуальной защиты (СИЗ). Порядок и нормы выдачи СИЗ, сроки носки.
7. Обстоятельства и причины отдельных характерных несчастных случаев, аварий, пожаров, происшедших на предприятии и других аналогичных производствах из-за нарушения требований безопасности.
8. Порядок расследования и оформления несчастных случаев и профессиональных заболеваний.
9. Пожарная безопасность. Способы и средства предотвращения пожаров, взрывов, аварий. Действия персонала при их возникновении.
10. Первая помощь пострадавшим. Действия работающих при возникновении несчастного случая на участке, в цехе.

#### **Примерный перечень основных вопросов первичного инструктажа на рабочем месте**

1. Общие сведения о технологическом процессе и оборудовании на данном рабочем, производственном участке, в цехе. Основные опасные и вредные производственные факторы, возникающие при данном технологическом процессе.
2. Безопасная организация и содержание рабочего места.
3. Опасные зоны машины, механизма, прибора. Средства безопасности оборудования: предохранительные, тормозные устройства и ограждения, системы блокировки и сигнализации, знаки безопасности.
4. Порядок подготовки к работе (проверка исправности оборудования, пусковых приборов, инструмента и приспособлений, блокировок, заземления и других средств защиты).
5. Безопасные приемы и методы работы. Действия при возникновении опасной ситуации.
6. Средства индивидуальной защиты на данном рабочем месте и средства пользования ими.
7. Схема безопасного передвижения работающих на территории участка, цеха.
8. Внутрицеховые транспортные и грузоподъемные средства и механизмы.
9. Характерные причины аварий, взрывов, пожаров, случаев производственных травм.
10. Меры предупреждения аварий, взрывов, пожаров. Обязанность и действия при аварии, взрыве, пожаре. Способы применения имеющихся на участке средств пожаротушения, противоаварийной защиты и сигнализации, места их расположения.



#### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

**Тема: Определение способов пожарной защиты на производственных объектах.**

**Цель работы:**

- изучить правила пользования первичными средствами пожаротушения;
- выполнить анализ и решение конкретной задачи по выбору первичных средств пожаротушения.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания и ответить на контрольные вопросы
2. Выполнить анализ и решить конкретную задачу по выбору первичных средств пожаротушения, используя исходные данные (приложение табл. 1).

**Отчет:**

**Пожарная безопасность и пожарная профилактика. Средства и способы тушения пожаров. Причины возникновения пожаров.**

Основные причины возникновения пожаров:

- Неправильное устройство термических печей и котельных топок;
- неисправность отопительных приборов;
- неисправность электрооборудования и освещения и неправильная их эксплуатация;
- самовозгорание от неправильного хранения смазочных и обтирочных материалов;
- наличие статического электричества;
- отсутствие молниеотводов;
- неосторожность обращения с огнём.

Надзор за соблюдением требований пожарной безопасности и выполнением пожарно-профилактических мероприятий осуществляет Пожарный Надзор России

За пожарную безопасность предприятия отвечает его директор (начальник). Он назначает из числа инженерно-технических работников ответственного за проведение противопожарной работы.

За пожарную безопасность отдельных служб, цехов, участков отвечают лица, назначенные приказом по предприятию.

В их обязанности входит соблюдение комплекса установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации объекта или машины.

Для разработки противопожарных мероприятий и для контроля за их выполнением на предприятии создается пожарно-техническая комиссия, в состав которой входят: главный механик и энергетик, главный технолог, инженер по технике безопасности и др. лица по усмотрению руководителя предприятия.

Председателем комиссии обычно назначают главного инженера. Для участия в комиссии приглашают представителей профсоюзной организации предприятия.

Основные задачи комиссии:

- выявление всех нарушений и недочётов, которые могут привести к возникновению пожара;
- проведение массово-разъяснительной работы среди работников по вопросам соблюдения пожарной безопасности.

Мероприятия по предупреждению пожаров:

Мероприятия состоят из организационных, технических, ремонтных и эксплуатационных.

- К организационным относятся – правильная эксплуатация автомобилей, металлорежущего оборудования, кузнечных, сварочных и других отделений и цехов.
- Технические мероприятия включают в себя соблюдение норм при проектировании зданий, монтажа оборудования, при отоплении, вентиляции и освещении.
- Эксплуатационные мероприятия заключаются в проведении профилактических осмотров, в плановых ремонтах оборудования и машин

**Первичные средства пожаротушения, обучение вопросам пожарной безопасности.**



К ним относятся: огнетушители, бочки с водой, ящики с песком, озбестовые полотна, войлочные маты, шерстяные одеяла, вёдра, топоры, лопаты, ломы и пилы.

Эти средства предназначены для ликвидации загорания в самом начале и для локализации пожара до прибытия пожарных подразделений.

Они находятся в производственных, складских, вспомогательных помещениях, в административных и бытовых зданиях на территориях предприятия.

Применяют пенные, жидкостные, углекислотные и порошковые огнетушители.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение первичных средств пожаротушения.
2. Что следует учитывать при определении видов и количества первичных средств пожаротушения?
3. Какие помещения и территория должны быть оборудованы пожарными щитами?
4. В зависимости от чего определяется необходимое количество пожарных щитов и их тип?
5. Дайте определение огнетушителя.
6. Приведите классификацию огнетушителей и огнетушащих веществ.
7. Как следует располагать огнетушители на защищаемом объекте?
8. Каким должно быть расстояние от возможного очага пожара до ближайшего огнетушителя?

### Вариант №

#### Выполнение работы:

Используя исходные данные табл.1:

1. Определить категорию здания по взрывопожарной и пожарной опасности или категорию наружно установки по пожарной опасности по табл.4 или табл.5
2. Определить необходимое количество пожарных щитов, и их комплектацию немеханизированным инструментом и инвентарем по табл.7 и табл.8. Обосновать выбор.
3. Определить необходимое количество и вид огнетушителей по табл.9 или табл. 10. Обосновать выбор.

### Характеристика объекта

№	Наименование объекта	Характеристика объекта			Класс пожара (табл.6)	Наличие противопожарного водоснабжения	Наличие АУПЗ
		Количество этажей	Площадь здания, м <sup>2</sup>	Категория (табл. 2.)/ площадь, м <sup>2</sup> помещения			
1	2	3	4	5	6	7	8



## **Практическая работа №5**

### **ТЕМА: Изучение технологической карты на монтаж приборов и средств автоматизации узла запорной арматуры.**

**ЦЕЛЬ:** Познакомиться с составлением технологической карты монтажа

#### **. Общие требования**

1.1 Настоящая технологическая карта (далее ТК) разработана на монтаж приборов и средств автоматизации узла запорной арматуры.

Перед началом работ ознакомиться (под роспись) с данной ТК лицам, ответственным за безопасное производство работ (ст. прораб, прораб, мастер) и рабочим, занятым на монтаже.

Монтаж приборов и средств автоматизации, связи и пожарной сигнализации должен обеспечивать точность измерений, предусмотренную проектом, свободный доступ к приборам, их запорным и настроечным устройствам,

Приборы и средства автоматизации, связи и пожарной сигнализации устанавливаются по уровню и отвесу, если конструкцией прибора предусмотрен его монтаж в горизонтальной (вертикальной) плоскости.

К опорным конструкциям приборы крепятся с помощью деталей, входящих в их комплект, при наличии в месте установки прибора вибрации резьбовые крепёжные изделия должны иметь приспособления, исключающие самопроизвольное их отвинчивание (пружинные шайбы, контргайки, шпильки и т.п.).

Корпуса электрических приборов должны быть заземлены в соответствии с требованиями инструкций предприятий - изготовителей и СНиП 3.05.06-85.

В общем случае монтаж приборов и средств автоматизации осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 3.01.07-85 «Системы автоматизации», ВСН-015-89 «Линии связи и электропередачи», «Системы и комплексы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации»

Измерительное устройство обычно состоит из первичного измерительного преобразователя или отборного устройства, устанавливаемых на технологическом оборудовании или трубопроводах, промежуточного измерительного преобразователя и вторичного измерительного прибора.

Первичный измерительный прибор преобразует измеряемую величину в эквивалентный по значению выходной сигнал в форме, удобной для передачи на относительно небольшое расстояние и дальнейшего преобразования.

Отборное устройство, в отличие от первичного измерительного преобразователя, передаёт на некоторое расстояние к измерительному прибору или промежуточному измерительному преобразователю измеряемую величину, не изменяя её физической природы.

Промежуточный измерительный преобразователь, одновременно часто выполняющий функции местного измерительного прибора, усиливает и преобразует сигнал от первичного измерительного преобразователя в эквивалентный по значению выходной сигнал в форме, удобной для передачи на большие расстояния и дальнейшего преобразования.

Измерительный прибор вырабатывает сигнал измерительной информации, однозначно связанный с входным сигналом в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

По показаниям измерительных приборов оператор управляет технологическим процессом. При автоматическом управлении технологическим процессом информация о значении технологического параметра поступает на специальные регулирующие устройства, которые в зависимости от характера отклонения параметра от предписанного оптимального значения вырабатывают регулирующее воздействие на объект



регулирования. Регулирующее воздействие подаётся на объект регулирования по каналам связи через исполнительный механизм и регулирующий орган.

Таким образом, автоматическое регулирование технологическим процессом осуществляется по замкнутым контурам регулирования, реализованным с помощью технических средств.

**Любые работы (в том числе передвижение техники) вблизи и в охранной зоне существующих ВЛ, не менее, чем за 15 рабочих дней до начала работ, согласовать с организацией-владельцем линии в соответствии с «Правилами установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон».**

**Работы в охранной зоне существующих ВЛ выполнять в соответствии с требованиями ПОТРМ-016-2001 (с изм. От 2003года), «Правилами установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон» и техническими условиями владельцев линий.**

## **2. Основные этапы монтажа приборов и средств автоматизации**

2.1.1 Устройство приборов и средств автоматизации следует выполнять в соответствии с требованиями следующих документов:

- СНиП 3.05.07-85 «Системы автоматизации»;
- СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»
- СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»
- НПБ 88-2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.
- РД-35.240.00-КТН-207-08 «Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов. Основные положения»;

### **2.1.2. Приемка объекта под монтаж**

В составе общей организационно-технической подготовки должны быть определены заказчиком и согласованы с генподрядчиком и монтажной организацией:

- 1) условия комплектования объекта приборами, средствами автоматизации, изделиями и материалами поставки заказчика;
- 2) перечень приборов, средств автоматизации, агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП, монтируемых с привлечением шефмонтажного персонала предприятий изготовителей;
- 3) условия транспортирования блоков щитов, пультов, групповых установок приборов, трубных блоков к месту монтажа.

Приемку строительной и технологической готовности к монтажу систем автоматизации следует осуществлять поэтапно по отдельным законченным частям объекта (диспетчерские, операторское помещение, технологические блоки, узлы и т.д.).

В специализированных помещениях, предназначенных для систем автоматизации, а так же в производственных помещениях в местах, предназначенных для монтажа приборов и средств автоматизации, должны быть закончены строительные работы.

После сдачи указанных помещений под монтаж систем автоматизации в них не допускается производство строительных работ и монтаж санитарно-технических систем.

К началу монтажа системы автоматизации на трубопроводах должны быть установлены:



- 1) Закладные и защитные конструкции для монтажа первичных приборов. Закладные конструкции для установки отборных устройств давления должны заканчиваться запорной арматурой.
- 2) Установлено оборудование и проложены магистральные и разводящие сети для обеспечения приборов и средств автоматизации электроэнергией и энергоносителями.
- 3) Выполнена заземляющая сеть.

### **2.1.3 Производство монтажных работ**

Монтаж систем автоматизации должен производиться в соответствии с рабочей документацией с учетом требований предприятий-изготовителей приборов, средств автоматизации, агрегатных и вычислительных комплексов.

Все изменения, возникающие в период производства СМР, производятся только после согласования с Проектной организацией.

Работы по монтажу следует выполнять индустриальным методом с использованием средств малой механизации, механизированного и электрифицированного инструмента и приспособлений.

Работы по монтажу систем автоматизации должны осуществляться в два этапа:

На 1 этапе следует выполнять:

- заготовку монтажных конструкций, узлов и блоков, элементов электропроводок и их укрупнительную сборку вне зоны монтажа;
- проверку наличия закладных конструкций, проемов, отверстий в строительных конструкциях и элементах зданий, закладных конструкций и отборных устройств на технологическом оборудовании и трубопроводах, наличия заземляющей сети;
- разметку трасс и установку опорных и несущих конструкций для электрических и трубных проводок, исполнительных механизмов, приборов.

На 2 этапе необходимо выполнять:

- прокладку трубных и электрических проводок по установленным конструкциям,
- установку щитов, штативов, пультов, приборов и средств автоматизации, подключение к ним трубных и электрических проводок, индивидуальные испытания.

Смонтированные приборы и средства автоматизации электрической ветви Государственной системы приборов (ГСП), щиты и пульты, конструкции, электрические и трубные проводки, подлежащие заземлению согласно рабочей документации, должны быть присоединены к контуру заземления. При наличии требований предприятий-изготовителей средства агрегатных и вычислительных комплексов должны быть присоединены к контуру специального заземления.

Заказчику и подрядчику совместно с генеральной проектной организацией необходимо:

- согласовать объемы, технологическую последовательность, сроки выполнения строительно-монтажных работ, а также условия их совмещения с работой производственных цехов и участков реконструируемого предприятия;
- определить порядок оперативного руководства, включая действия строителей и эксплуатационников при возникновении аварийных ситуаций;
- определить последовательность разборки конструкций, а также разборки или переноса инженерных сетей, места и условия подключения временных сетей водоснабжения, электроснабжения и др.;
- составить перечень услуг заказчика и его технических средств, которые могут быть использованы строителями в период производства работ;
- определить условия организации комплектной и первоочередной поставки оборудования и материалов, организации перевозок и складирования грузов и пере



движения строительной техники по территории реконструируемого предприятия, а также размещения мобильных (инвентарных) зданий и сооружений.

При монтаже оборудования и трубопроводов должен осуществляться операционный контроль качества выполненных работ. Выявленные дефекты подлежат устранению до начала последующих операций.

Окончанием работ по монтажу систем автоматизации является завершение индивидуальных испытаний оборудования с оформлением комплекта исполнительной документации.

При индивидуальном испытании следует проверить:

а) соответствие смонтированных систем автоматизации рабочей документации и требованиям настоящих правил;

б) трубные проводки на прочность и плотность;

в) сопротивления изоляции электропроводок.

Измерение сопротивления изоляции электропроводок систем автоматизации (цепей измерения, управления, питания, сигнализации) производится мегомметром на напряжение 500 -1000 В и не должно быть менее 0,5 МОм.

В случае проведения реконструкции на действующем объекте по мере окончания СМР отдельных узлов СА допускается передача данных узлов в пуско-наладочные работы (ПНР) с оформлением соответствующих актов.

При монтаже и наладке систем автоматизации согласно СНиП 3.05.07-85 составляется следующая производственная документация:

- Акт передачи рабочей документации для производства работ.
  - Акт готовности объекта к производству работ по монтажу систем автоматизации.
  - Акт перерыва монтажных работ.
  - Акт освидетельствования скрытых работ.
  - Акт испытания трубных проводок на прочность и плотность.
  - Акт на обезжиривание арматуры, соединений и труб.
  - Журнал сварочных работ (составляется для трубных проводок I и II категорий).
  - Протокол измерения сопротивления изоляции.
  - Протокол прогрева кабелей на барабанах (составляется при прокладке кабелей при низких температурах).
  - Документы по электропроводкам во взрывоопасных зонах.
  - Документы по электропроводкам в пожароопасных зонах.
  - Акт проверки приборов и средств автоматизации.
  - Разрешение на монтаж приборов и средств автоматизации.
  - Ведомость смонтированных приборов и средств автоматизации.
  - Акт приемки смонтированных систем автоматизации.
  - Разрешение на внесение изменений в рабочую документацию.
  - Акт приемки в эксплуатацию систем автоматизации.
  - Акт о приемке систем автоматизации в эксплуатацию.
  - Протокол измерений оптических параметров смонтированного оптического кабеля.
- Поставщик системы должен осуществлять:
- шеф - монтаж;
  - разработку программы заводских испытаний и комплексного опробования перед сдачей в эксплуатацию;
  - пуско-наладочные работы;
  - обучение персонала Заказчика;
  - сдачу систему Заказчику «под ключ».

Сдача системы должна осуществляться по программам, соответствующим РД-19.020.00-КТН-158-07 «Требования к программам индивидуальных испытаний оборудования объектов магистрального нефтепровода» и РД-19.020.00-КТН-156-07 «Тре-



бования к программам комплексного опробования систем и объектов магистрального нефтепровода».

### **3. Сдача смонтированных приборов и средств автоматизации**

Смонтированные приборы и средства автоматизации принимаются заказчиком от монтажной организации под пусконаладочные работы.

Для приёмки выполненного монтажа заказчиком назначается рабочая комиссия. К сдаче рабочей комиссии предъявляются системы автоматизации, смонтированные в объёме, предусмотренном проектом, и прошедшие индивидуальное опробование.

Индивидуальное опробование монтажных работ устанавливает:

- соответствие смонтированных систем автоматизации рабочим чертежам проекта и требованиям главы СНиП 3.05.07-85., а также качество выполненных монтажных работ;
- правильность реагирования проверяемых приборов и средств автоматизации на искусственно подаваемые сигналы.

По окончании работ по индивидуальному испытанию оформляется акт о приемке оборудования после индивидуального испытания, к которому прилагается производственная документация.

### **4. Испытание и сдача импульсных трубных проводок**

Испытания и сдача трубных проводок проводится согласно СНиП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».

После окончания монтажа трубные проводки подвергаются внешнему осмотру и испытаниям на прочность и плотность. При проведении этих испытаний участия представителей Госгортехнадзора РФ не требуется.

При внешнем осмотре проверяют отсутствие видимых повреждений, правильность и надежность крепления и соединения.

Прочность и плотность смонтированных трубных проводок определяют гидравлическим испытанием путем создания в них пробного давления  $R_{пр}$ . Гидравлическими испытаниями проверяется прочность и плотность импульсных трубных проводок, заполняемых жидкостями, а также негорючими и нетоксичными газами. Испытанию подвергается вся линия от места отбора до прибора или датчика.

Перед проведением испытаний трубные проводки отсоединяют от приборов и отборных устройств, продувают сжатым воздухом (или инертным газом), а в необходимых случаях - промывают и плотно заглушают: конструкция заглушек должна обеспечивать невозможность их срыва с концов труб при пробных давлениях.

Трубопроводы, подводящие испытательную жидкость, воздух или инертные газы от насосов, компрессоров, баллонов и т. п. к трубным проводкам, должны быть предварительно испытаны гидравлическим давлением в собранном виде с запорной арматурой и манометрами.

Пробное давление  $R_{пр}$ , создаваемое в трубных проводках, составляет:

- при рабочих давлениях до 0,5 МПа— $1,5P_r$  ( $P_r$ —рабочее давление), но не менее 0,2 МПа;
  - при рабочих давлениях свыше 0,5 МПа— $1,25 P_r$ , но не менее 0,8 МПа.
- Гидравлические испытания:

в качестве испытательной среды применяется вода, нагнетаемая насосом трубы до нужного давления, определяемого по манометру. При испытаниях зимой (при температуре окружающего воздуха ниже минус  $5^{\circ}\text{C}$ ) в качестве испытательной среды используют промышленное масло (марок 12, 20, 20в) или растворы хлористого кальция в воде;



манометры и вакуумметры, применяемые для испытаний, должны иметь пределы измерения, равные  $4/3$  измеряемого пробного давления, и класс точности не ниже 1,5. Не рекомендуется проводить гидравлические испытания при температуре окружающего воздуха ниже плюс  $5^{\circ}\text{C}$ ;

устройство для подвода испытательной жидкости должно находиться в самой нижней точке испытываемой трубной проводки, а устройство для отвода воздуха - в самой высшей точке и на промежуточных ступенях подъема давления должна производиться выдержка в течение 1—3 мин, во время которой по манометру устанавливается отсутствие падения давления в трубных проводках;

при пробном давлении трубные проводки должны быть выдержаны в течение 5 мин, затем давление должно быть снижено до рабочего и произведен тщательный осмотр проводок. При этом металлические трубные проводки обстукиваются молотком массой не более 0,5 кг;

- трубные проводки, предназначенные для работы при давлении  $P_R = 200$  кгс/см<sup>2</sup>, должны выдерживаться под пробным гидравлическим давлением в течение 10 мин, после чего давление снижается до рабочего и производится осмотр трубных проводок при обстукивании их молотком. По окончании осмотра давление снова должно быть поднято до пробного и выдержано в течение 5 мин, а затем снижено до рабочего, при котором находится в течение времени, необходимого для осмотра и обнаружения дефектов.

Трубные проводки считаются годными к эксплуатации, если при гидравлических испытаниях не обнаружится падение давления, а при осмотре не будет выявлено выпучин, трещин, течей и запотеваний.

Все трубные проводки после испытания на прочность и плотность должны быть промыты жидкостью или продуты воздухом или азотом. О проведении промывки и продувки трубных проводок составляется акт.

Промывка трубных проводок водой должна быть интенсивной со скоростью воды 1-1,5 м/с до появления чистой воды на выходе из промываемой трубы. После этого трубные проводки продувают сжатым воздухом;

Продувка трубных проводок должна производиться давлением воздуха не более 40 кгс/см<sup>2</sup>. Время продувки, если нет специальных указаний в проекте, должно быть не менее 10 мин. Во время промывки или продувки трубной проводки арматура, установленная на спускных линиях, и тупики должны быть полностью открыты, а после окончания промывки или продувки тщательно осмотрены и очищены.

По окончании гидравлических испытаний должен быть составлен акт испытаний по утвержденной форме.



## 5 Потребность в машинах, технологической оснастке и материалах

5.1 Для выполнения работ использовать машины, технологическую оснастку и материалы согласно таблицы 5.1.

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование процесса или операции	Наименование технических средств	Марка, техническая характеристика	Требуемое количество
1	Подготовительные работы	Строительная лаборатория	-	1
		Деревянные опоры под сигнальную ленту	ГОСТ 12.4.011-89	60
		Сигнальная лента, метров	ГОСТ 12.4.011-89	300
		Набор предупредительных знаков	ГОСТ 12.4.011-89	4
		Светильник переносной с прожектором	ЖО-02-04-250	2
		Нивелир	НТ, НВ-1	1
		Теодолит	4Т 30П	1
		Мобильная радиостанция		2
		Рулетка		1
		Отвес		1
2	Монтажные и электромонтажные работы	Автомобиль грузовой	КамАЗ	1
		Машина ручная шлифовальная электрическая угловая	Metabo WX	3
		Нормо-комплект для монтажных работ	ЦНИИОМТП	1
		Нормо-комплект для электромонтажных работ	ЦНИИОМТП	
		Мегаомметр	-	2
		Мультиметр	M41312	2
		Омметр	M-372	1
		Прибор для измерения сопротивления цепи	M-417	1
		Измеритель сопротивления заземления	M-416	1



**6. Операционный контроль технологической карты по этапам работ по монтажу оборудования и приборов средств автоматизации.**

Схему операционного контроля качества работ см. таблицу 6.1.

Т  
аблица  
6.1

№п/п	Наименование процессов и операций	Параметры, подлежащие контролю	Способ контроля	Инструмент контроля	Периодичность контроля	Ответственный за контроль	Технические критерии оценки качества
1	Входной контроль изделий и материалов	Правильность оформления и наличие документации	Визуально	Визуально	До начала основных работ	Мастер	Перед началом работ проверить наличие сертификатов, паспортов соответствующих проекту, стандартам и ТУ на изделия и материалы комплектность и количество материалов.
		При приемке оборудования, материалов и изделий в монтаж	Визуально	Визуально	До начала основных работ	Мастер	отсутствие повреждений и дефектов, сохранность окраски и специальных покрытий, сохранность пломб, наличие специального инструмента и приспособлений, поставляемых предприятиями изготовителями.
2	Подготовительные работы	Разметка мест установки конструкций для приборов и средств автоматизации	Измерение, инструментально	Шаблон, рулетка	До начала монтажа приборов	Мастер, электромонтажник	не должны быть нарушены скрытые проводки, прочность и огнестойкость строительных конструкций (оснований); должна быть исключена возможность механического повреждения смонтированных приборов и средств автоматизации.



		Расстояние между оппорными конструкциями на горизонтальных и вертикальных участках трассы	Измерение, инструментально	Шаблон, рулетка, уровень, отвес	В ходе работ	Мастер, электромонтажник	Согласно проекта Опорные конструкции должны быть параллельны между собой, а также параллельны строительным конструкциям (основаниям). Конструкции для приборов, устанавливаемых на стене, должны быть перпендикулярны стенам. Стойки, устанавливаемые на полу, должны быть выверены по отвесу или уровню. При установке рядом двух или более стоек они должны быть скреплены между собой разъемными соединениями.
3	Монтажные работы	Монтаж коробов и лотков	Измерение, инструментально	рулетка, уровень, отвес, линейка стальная	В ходе работ	Мастер, электромонтажник	Расположение коробов после их установки должно исключить возможность скопления в них влаги. Все конструкции должны быть окрашены согласно указаниям, приведенным в рабочей документации.
		Монтаж трубных и электрических проводок	Измерение, инструментально	рулетка, уровень, отвес, линейка стальная	В ходе работ	Мастер, электромонтажник	Расстояние горизонтально проложенных проводов от плит перекрытия не должно превышать 150 мм. Проходы трубных и электрических проводок через стены и перекрытия должны



							выполняться в соответствии с рабочей документацией.
4	Индивидуальное опробование приборов и оборудования	соответствие смонтированных систем автоматизации рабочей документации и требованиям СНиП 3.05.07-85					соответствие мест установки приборов и средств автоматизации соответствия требованиям СНиП 3.05.07-85 и эксплуатационным инструкциям способов установки приборов



## **Практическая работа №6**

### **ТЕМА: Составление технической документации при производстве монтажных работ**

#### **ЦЕЛЬ: Составление технологической карты монтажа**

1. Технологическая документация при электромонтажных работах.

2. Составление технологической карты монтажа.

Технологическая документация при электромонтажных работах.

1.1. Устанавливаются единые формы приемосдаточной документации по электромонтажным работам,

1.2. Единые формы приемосдаточной документации охватывают все виды электромонтажных работ, на которые распространяются требования СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства». Инструкция не распространяется на оформление приемосдаточных документов: - на ревизию, сушку, ремонт электрооборудования и пусконаладочные работы; - на монтаж электрических машин; - на монтаж контактных сетей промышленного и городского электрифицированного транспорта.

Разработка специальных ТУ

Разработка и согласование СТУ

1.3. Комплексная приемка оборудования в целом, включая электрооборудование, осуществляется рабочей комиссией, назначенной заказчиком (застройщиком), при этом составляется акт рабочей комиссии о приемке оборудования после индивидуального испытания (форма 1 а). Актом оформляется передача заказчику оборудования всего объекта или по отдельным установкам на крупных и сложных объектах. Актом также удостоверяется, что оборудование отвечает требованиям приемки для его комплексного опробования.

1.4. Отдельно стоящие здания и сооружения, встроенные или пристроенные помещения производственного и вспомогательного назначения при необходимости ввода их в действие в процессе строительства объекта принимаются в эксплуатацию рабочими комиссиями по мере их готовности с последующим предъявлением их Государственной приемочной комиссии, принимающей объект в целом.

1.5. Готовность выполненных электромонтажных работ к сдаче-приемке определяется актом технической готовности электромонтажных работ (форма 2), являющимся основанием для организации работы рабочей комиссии по приемке оборудования после индивидуальных испытаний. Акт технической готовности может быть использован для оформления сдачи-приемки электромонтажных работ, когда рабочая комиссия еще не образована.

1.6. Заполненные формы приемосдаточной документации в составе всей документации, перечисленной в форме 1, после оформления акта технической готовности электромонтажных работ (форма 2) передаются генподрядчику для последующего предъявления рабочей комиссии по приемке оборудования после индивидуальных испытаний; по окончании работы комиссии и составлении соответствующего акта оформленная документация вместе с электрооборудованием передается заказчику.

1.7. Состав электрооборудования электроустановок, оформляемых актами технической готовности электромонтажных работ, зависит от конкретных условий и может определяться, например: - границами технологического узла; - границами проектной марки или основного комплекта рабочих чертежей рабочей документации (электрические подстанции - ЭП, электрическое освещение - ЭО, силовое электрооборудование - ЭМ и др.); - границами цеха, встроенных, пристроенных и отдельно стоящих помещений и сооружений (электроснабжение



систем температурно-влажностного режима - ТВР, электрооборудование помещений электросварочных постов, компрессорных и др.); - электропомещениями, а также электрооборудованием, входящим в состав технологических систем (если его монтаж выполнялся электромонтажной организацией). В целях сокращения написания, перечисленные выше комплексы обобщаются термином - электрооборудование электроустановки.

1.8. Записи в формах приемосдаточной документации должны быть четкими и ясными без помарок и подчисток.

1.9. При заполнении протоколов и актов в графе «Результат» или аналогичных следует указывать: «норма» - в случае, если при оценке общего состояния элементов электроустановки по внешнему осмотру, качества установки, работы механических блокировок, одновременности замыкания и размыкания контактов и т.п. отклонений нет; «произведено» - в случае выполнений контрольных включений, регулировок, контрольных вкатываний выдвижных элементов оборудования; «годен» («годна») - при заполнении графы «заключение», если параметры аппарата или линии при осмотрах и проверках соответствуют техническим условиям.

Составление технологической карты монтажа.

### Составление технологической карты монтажа.

Технологическая карта монтажа						
(наименование оборудования или вида работ)						
(наименование объекта, цеха, помещения)						
Измеритель:						
№ п/п	Обоснование	Наименование технологических операций монтажа и наименование ресурсов	Ед. изм.	Объем технологической операции	Потребность в ресурсах	
					на единицу измерения	гр. 5 x гр. 6
1	2	3	4	5	6	7

В графе 3 технологической карты монтажа приводятся наименования технологических операций в последовательности технологического процесса, начиная с момента получения оборудования на приобъектном складе и заканчивая индивидуальным испытанием для проверки качества выполненных работ.

В графе 4 указываются единицы измерения технологических процессов (операций), а в графе 5 — их физический объем (количество узлов, масса оборудования или узла и т. п.), рассчитанный на измеритель, на который составляется данная технологическая карта монтажа.



Объемы работ рассчитываются с учетом конструктивной характеристики и условий поставки оборудования, ГОСТ, ОСТ, ТУ, исходных условий, принятых для монтажа данного вида оборудования.

В графе 3 после наименования каждой технологической операции приводятся наименования ресурсов — затраты труда рабочих-монтажников и состав звена; строительные машины, механизмы, механизированный инструмент и автотранспортные средства, строительные материалы, изделия и конструкции. В графе 4 указываются соответствующие единицы измерения ресурсов: чел.-ч; маш.-ч; натуральные (физические) единицы измерения материалов, в графе 6 — расход (потребность) ресурсов на единицу измерения технологической операции и в графе 7 — на объем технологической операции (гр. 5 х гр. 6).

В графе 2 технологической карты необходимо указывать обоснования принятых ресурсных показателей: действующие производственные нормы, данные хронометражных наблюдений, расчеты и т. п., а также обоснования применяемых коэффициентов к нормативным показателям. Обосновывающие материалы необходимо прикладывать к технологической карте монтажа.

Инструкционная карта практической работы № 12

### **Практическая работа №7**

Цель: Составление бланков оперативных переключений

#### **1. Цель работы:**

Изучить порядок и последовательность выполнения переключений в электроустановках.

#### **2. Теоретические сведения.**

##### **2.1. Основные понятия и определения.**

Электрическое оборудование может находиться в одном из следующих оперативных состояний: в работе, ремонте, резерве (ручном или автоматическом) и на консервации. Оперативные переключения — одна из наиболее ответственных операций, выполняемых дежурным персоналом электроцеха РУ и ПС. Оперативное состояние электрического оборудования определяется положением коммутационных аппаратов, с помощью которых оно отключается или включается под напряжение и вводится в работу.

Переключения в нормальном режиме работы электроустановки выполняются оперативным персоналом по распоряжению оперативного руководителя, издающего распоряжение о переключении, в котором устанавливает цель переключений и необходимую в данном случае последовательность операций. Распоряжение повторяется дежурным и записывается в оперативный журнал. Заданная последовательность операций проверяется по оперативной схеме. В соответствии с распоряжением о переключении дежурный заполняет специальный бланк — бланк переключений, в котором последовательно записывает все операции с коммутационными аппаратами, устройствами релейной защиты и автоматики, операции по проверке отсутствия напряжения и наложению заземлений и др.

##### **2.2. Особенности выполнения переключений в схемах с различными аппаратами.**

- 1) Оборудование может находиться в работе или под напряжением только с включенной релейной защитой от токов КЗ. Все исправные устройства релейной защиты должны быть всегда включены в работу.
- 2) После включения или отключения выключателя или разъединителя обязательно проверяется на месте его действительное положение, так как команда включения или отключения может оказаться невыполненной.
- 3) Разъединитель всегда отключается после отключения выключателя, чтобы не возникало дуги.



4) При отключении линии, имеющей выключатель, линейные и шинные разъединители с каждой из ее сторон, первой операцией является отключение выключателей, с помощью которых разрывается цепь тока нагрузки и снимается напряжение с линии. После проверки отключенного положения выключателя отключают линейные, а затем шинные разъединители. Включение линии производится в обратном порядке.

5) Для определения наличия напряжения используют амперметр.

6) включение в работу трехобмоточного трансформатора обычно проводят в следующей последовательности включают шинные и трансформаторные разъединители со стороны высшего, среднего и низшего напряжений. После чего включают выключатели высшего, среднего и низшего напряжений. Отключение проводится в обратной последовательности: отключают выключатели низшего, среднего и высшего напряжений, затем отключают трансформаторные и шинные разъединители с трех его сторон.

Если к нейтрали обмотки трансформатора 35 кВ подключен дугогасящий реактор, то отключение трансформатора следует начинать с отключения дугогасящего реактора.

7) Последовательность операций при отключении кабельной линии: отключить устройство АПВ и выключатель линии, линейные, а затем шинные разъединители. При включении линии сначала включают шинные разъединители на соответствующую систему шин, затем линейные разъединители, выключатель и АПВ линии.

### **3. Порядок выполнения работы.**

3.1. Изучить теоретический материал к практической работе – теоретические сведения и приложение. Обратить внимание на порядок и последовательность операций при оперативных переключениях.

3.2. Ознакомиться с условиями задачи своего варианта, выписать условия задачи, задание и составить перечень аппаратов схемы с указанием условного обозначения и наименования аппарата..

3.3. Заполнить бланк переключений.

### **4. Контрольные вопросы.**

1. Последовательность действий оперативного персонала при осуществлении переключений.



## Практическая работа №8

### Поверка средств измерений

**Цель работы:** изучить 1) измерительные схемы поверки измерителей тока и напряжения; 2) методику внешнего осмотра прибора до его поверки; 3) методику определения основной погрешности и вариации показаний измерительного прибора методом исчисления его показаний с показаниями образцового прибора.

*В данной работе:* 1) для установления соответствия прибора обозначенному на нём классу точности проверяется только его основная погрешность; 2) допускается возможность поверки либо амперметра (миллиамперметра), либо вольтметра (милливольтметра) магнитоэлектрической системы в зависимости от конкретных условий лабораторий. В качестве примера можно указать на возможность поверки миллиамперметров М260М или М2001 класса точности 2,5 с конечным значением шкалы 5мА, используя при этом в качестве образцовых приборы типа М2020 или М1109 класса точности 0,2 с конечным значением шкалы 6мА; 3) в качестве источника питания измерительной схемы рекомендуется применить транзисторный стабилизатор с высоким коэффициентом стабилизации, чтобы пульсации выходного напряжения( тока) практически отсутствовали.

*Схема измерения и методические указания.* Схема рис.1. До включения схемы к источнику питания необходимо ввести сопротивления реостатов R1 и R2 ( точки 2 и 4 ). Стрелки измерительных приборов должны находиться на нулевых отметках шкал. Установить стрелки приборов в такое положение можно, пользуясь корректорами. Грубое регулирование производят реостатом R1, а плавное- R2. При регулировании тока необходимо следить, чтобы стрелка поверяемого прибора постепенно подходила в каждой поверяемой отметке шкалы только с одной стороны, не переходя за неё.

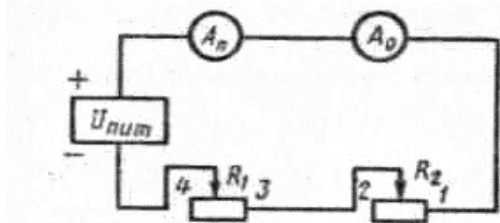


Рис.1 Схема поверки измерителя тока

Схема рис. 2. До включения схемы к источнику питания необходимо: в схеме рис. 2.а ползунок реостата R1 установить в нижнее положение( точка1 ) и ввести полностью реостат R2(точка 4); в схеме рис. 2.б ползунки обоих реостатов установить в положение около точки 3 соединения этих реостатов; при этом положении ползунков реостатов напряжение в измерительную схему не поступает после включения источников питания. Грубую регулировку напряжения выполняют реостатом R1 с большим сопротивлением, а плавную - реостатом R2 с малым сопротивлением.

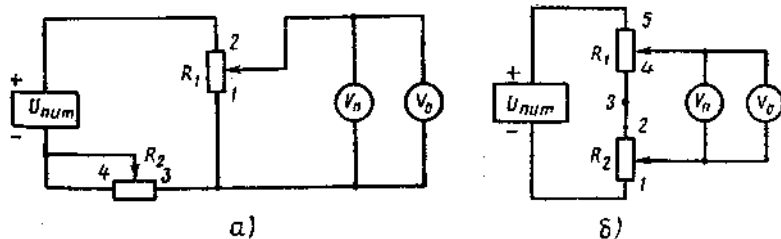


Рис.2 Схемы поверки вольтметра



### Порядок выполнения работы.

1. ознакомиться с применяемыми приборами и оборудованием и убедиться в их соответствии требованиям работы и задания.

2. Произвести внешний осмотр поверяемого прибора. Задачи внешнего осмотра является обнаружение дефектов, которые могут привести к ошибкам при измерениях, быстрой порче приборов. К таким дефектам относятся: а) наличие в корпусе прибора трещин или щелей, через которые внутрь корпуса может проникнуть пыль или влага; б) стекло укреплено непрочное или имеет трещину; в) шкала прибора покороблена, отклеилась или загрязнена; г) искривлена стрелка прибора. При внешнем осмотре проверяется также работа корректора, который должен смещать указатель прибора в обе стороны от отметки механического нуля на 5% длины шкалы у устанавливая его точно на ноль.

3. Собрать схему измерения и установить регулируемые элементы в соответствующие положения согласно описанию.

4. После проверки схемы включить источник питания и приступить к работе.

5. С помощью регулирующих элементов плавно переместить стрелку поверяемого прибора от нулевого показания до максимального и обратно и убедиться в отсутствии трения стрелки.

6. Прогреть прибор в течение 15 мин. током, соответствующим номинальному значению измеряемого значения. После выключения прибора проверить, находится ли указатель на нулевой отметке шкалы. В случае необходимости с помощью корректора установить указатель на нулевую отметку.

7. Определить основную погрешность и вариации показаний поверяемого прибора. Для этого: а) плавно увеличивая значение измеряемой величины, устанавливают указатель поверяемого прибора поочередно на каждую числовую отметку шкалы ( $A_n$ ) и записывают соответствующие им показания образцового прибора ( $A_{ов}$ ): указатель должен каждый раз подходить к отметке шкалы с одной стороны ;б) Дойдя до максимальной отметки шкалы, необходимо дать небольшую перегрузку, чтобы указатель дошёл до упора, а затем, плавно уменьшая значения измеряемой величины, вновь устанавливают, также с одной стороны, указатель поверяемого прибора на каждую числовую отметку и записывают соответствующие показания образцового прибора ( $A_{он}$ ).

8. Вычислить абсолютные и приведенные погрешности и поправки, выбирая для этого большее значение для каждой пары абсолютных погрешностей, полученных для данной точки. Вычислить вариацию показаний. Вычисление производить по формулам:

$$\Delta = A_n - A_0 : \gamma_{пр} = \Delta / A_{ном} \cdot 100 : -\Delta = A_0 - A_n :$$

$$\gamma_{вар} = (A_{ов} - A_{он}) / A_{ном} \cdot 100,$$

где  $\Delta$  - абсолютная погрешность;  $A_n$  - показание поверяемого прибора;  $A_0$  - показания образцового прибора;  $\gamma_{пр}$  - приведенная погрешность прибора в процентах;  $A_{ном}$  - конечное значение шкалы (нормирующее значение) поверяемого прибора;  $-\Delta$  - поправка;  $\gamma_{вар}$  - вариация показаний в процентах.

Результаты наблюдений и вычислений записать в табл. 1



Таблица 1

<b>Показания Поверяемо- го прибора <math>A_{ц}, A(B)</math></b>	<b>Показания образцового прибора</b>		<b>Абсолютные погрешности</b>		<b>Приведенн ая погрешнос ть <math>\gamma_{пр}, \%</math></b>	<b>Вариаци я показани й <math>\gamma_{вар}, \%</math></b>
	<b>При увеличении тока (напряжен ия) <math>A_{ов}, A(B)</math></b>	<b>При уменьшени и тока (напряжен ия) <math>A_{он}, A(B)</math></b>	<b>При увеличении тока (напряжен ия) <math>\Delta, A(B)</math></b>	<b>При умень шении тока (напря жения) <math>\Delta, A(B)</math></b>		

9. Проверить не превосходят ли полученные значения погрешности прибора (каждое из двух значений в каждой поверяемой точке) пределов допускаемых для него основных абсолютных погрешностей и вариации показаний.

11. Составить отчет по установленной форме.

Таблица 2

<b>Вариант</b>	<b>Поверяемый прибор с классом точности 1,5</b>	<b>Конечное значение шкалы</b>	<b>Точки шкалы</b>	<b>Показания образцового прибора (снятые при увеличении тока или напряжения)</b>	<b>Показания образцового прибора (снятые при уменьшении тока или напряжения)</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>1</b>	Амперметр	5	1; 2; 3; 4; 5	0,95; 2,05; 3,045; 4,006; 4,93	1,16; 2,02; 2,94; 4,01; 4,98
<b>2</b>	Вольтметр	5	1; 2; 3; 4; 5	0,95; 2,05; 3,045; 4,006; 4,93	1,001; 2,008; 2,99; 3,007; 4,2; 5,12
<b>3</b>	Амперметр	10	2; 5; 7; 8; 10	2,07; 4,95; 7,01; 7,99; 9,98	2,006; 5,04; 7,07; 8,12; 10,001
<b>4</b>	Вольтметр	10	2; 5; 7; 8; 10	2,07; 4,95; 7,01; 7,99; 9,98	1,97; 5,001; 7,09; 8,18; 10,009
<b>5</b>	Амперметр	15	3; 5; 9; 12; 15	2,67; 5,01; 9; 11,99; 15,001	2,96; 4,98; 8,89; 12,01; 15,005



<b>6</b>	Вольтметр	15	3; 5; 9; 12; 15	2,67; 5,01; 9; 11,99; 15,001	2,99; 5,005; 9,01; 12,12; 14,96
<b>7</b>	Амперметр	20	5; 8; 10; 15; 20	5,03; 7,86; 10,11; 14,93; 20,01	4,94; 7,993; 10,001; 14,992; 20,01

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	Вольтметр	20	5; 8; 10; 15; 20	5,03; 7,86; 10,11; 14,93; 20,01	5,005; 8,01; 10,12; 15,024; 20,013
<b>9</b>	Амперметр	25	5; 10; 15; 20; 25	4,93; 9,96; 15; 20,07; 25,004	4,999; 10,006; 15,106; 20,07; 25,025
<b>10</b>	Вольтметр	25	5; 10; 15; 20; 25	4,93; 9,96; 15; 20,07; 25,004	5,001; 10,08; 15,04; 19,96; 24,901
<b>11</b>	Амперметр	30	10; 15; 20; 22; 30	10,1; 14,98; 20,15; 22; 30,047	10,01; 15,04; 20,02; 22,001; 29,84
<b>12</b>	Вольтметр	30	10; 15; 20; 22; 30	9,65; 14,86; 20,1; 22; 30,07	10,007; 14,963; 20,04; 21,992; 29,63
<b>13</b>	Амперметр	50	10; 20; 30; 40; 50	10,17; 20,097; 30,042; 40,4; 50,09	9,96; 19,904; 29,804; 38,906; 48,14
<b>14</b>	Вольтметр	50	10; 20; 30; 40; 50	9,51; 19,71; 30,047; 40,44; 50,19	9,64; 20,1; 30,04; 40,006; 49,64
<b>15</b>	Амперметр	100	25; 45; 50; 75; 100	24,006; 45; 49,09; 74,88; 100,001	25,0205; 45,04; 50,32; 74,98; 100,01
<b>16</b>	Вольтметр	5	1; 2; 3; 4; 5	1,02; 2,01; 3,045; 4,08; 4,93	1,11; 2,02; 3,33; 3,98; 5,04
<b>17</b>	Амперметр	5	1; 2; 3; 4; 5	0,95; 2,03;	0,994; 2,12;



				3,045; 4,06; 5,03	2,96; 3,95; 5,08
<b>18</b>	Вольтметр	10	2; 5; 7; 8; 10	1,97; 5,05; 7,01; 7,99; 10,18	2,04; 5,09; 6,86; 8,05; 10,003
<b>19</b>	Амперметр	10	2; 5; 7; 8; 10	1,97; 5,05; 7,01; 7,99; 10,18	2,22; 4,93; 7,01; 7,91; 10,1
<b>20</b>	Вольтметр	15	3; 5; 9; 12; 15	2,97; 5,04; 8,9; 11,99; 15,001	2,97; 4,96; 8,89; 12,1; 14,93
<b>21</b>	Амперметр	15	3; 5; 9; 12; 15	2,67; 4,91; 9; 11,79; 15,01	3,004; 5,022; 8,97; 11,998; 15,013

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>22</b>	Вольтметр	20	5; 8; 10; 15; 20	5,07; 7,9; 10,03; 15,03; 20,02	4,699; 8,005; 10,008; 14,996; 19,9
<b>23</b>	Амперметр	20	5; 8; 10; 15; 20	5,03; 8,06; 9,88; 14,93; 20,11	4,888; 8,00; 10,08; 15,022; 20,03
<b>24</b>	Вольтметр	25	5; 10; 15; 20; 25	5; 10,06; 15; 20,07; 25,04	4,99; 10,05; 15,026; 19,87; 24,81
<b>25</b>	Амперметр	25	5; 10; 15; 20; 25	5,02; 10,01; 15,1; 20,07; 25,04	4,86; 10,03; 15,12; 20,4; 25,006
<b>26</b>	Вольтметр	30	10; 15; 20; 22; 30	10,1; 15,08; 20,1; 22; 30,045	9,83; 15,07; 20,2; 21,68; 30,1
<b>27</b>	Амперметр	30	10; 15; 20; 22; 30	10,1; 15,08; 20,1; 22; 30,045	10,1; 15,03; 19,66; 21,79; 30,03
<b>28</b>	Вольтметр	50	10; 20; 30; 40; 50	10,1; 20,11; 30,047; 40,44; 50,09	10,1; 20,12; 29,3; 30,5; 40,008; 50,099
<b>29</b>	Амперметр	50	10; 20; 30; 40; 50	10,1; 20,11; 30,047; 40,44; 50,09	9,89; 19,62; 30,08; 40,12; 50,2
<b>30</b>	Вольтметр	100	25; 45; 50; 75; 100	24,006; 45; 49,09; 75; 100,001	25,02; 45,51; 50,27; 75,2; 99,932
<b>31</b>	Амперметр	150	30; 45; 50; 90; 150	30,006; 45; 49,09; 89,99;	29,36; 45,51;



				150,001	50,27; 75,2; 149,932
--	--	--	--	---------	-------------------------



## Лабораторная работа №9

### Подключение и настройка прибора- преобразователя интерфейсов АС4

I. Цель работы: познакомиться с устройством, техническими характеристиками, принципом подключения и настройки прибора интерфейсов АС4.

#### 1. Общие сведения

1.1 При проектировании промышленных систем автоматизации наибольшее распространение получили информационные сети, основанные на интерфейсе стандарта EIA RS485. Он предусматривает передачу данных с помощью «симметричного» (дифференциального) сигнала по двум линиям (А и В) (рисунок 1.1) и использование дополнительной линии для выравнивания потенциалов заземления устройств, объединенных в сеть стандарта RS485. Логический уровень сигнала определяется разностью напряжений на линиях (А и В), при этом логической единице соответствует диапазон значений напряжения от +0,2 до +5 В, а логическому нулю – диапазон значений от минус 0,2 до минус 5 В. Диапазон от минус 0,2 до + 0,2 В соответствует зоне нечувствительности приемника. При использовании указанного интерфейса максимальная длина линии связи между крайними устройствами может составлять до 1200 м. При этом в максимально удаленных друг от друга точках сети рекомендуется устанавливать оконечные согласующие резисторы (терминаторы), позволяющие компенсировать волновое сопротивление кабеля и минимизировать амплитуду отраженного сигнала.

На рисунке 1. показана типовая схема промышленной сети, построенной на базе интерфейса RS485.

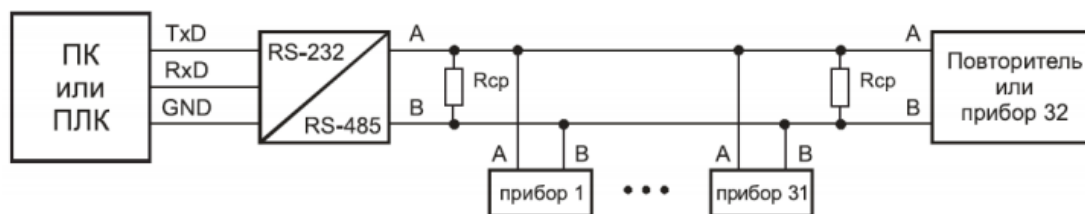


Рис. 1. Типовая схема промышленной сети RS-485

Стандарт USB разработан как альтернатива более «медленным» компьютерным

стандартам RS-232 и LPT. Доступные в настоящее время устройства с интерфейсом стандарта USB 2.0 позволяют передавать данные со скоростью до 480 Мбит/с. Интерфейс USB, как и RS-485, является симметричным и позволяет передавать данные по двум проводам (D+ и D-), при этом логические уровни аналогичны соответствующим уровням стандарта RS-485. Помимо информационных линий D+ и D- интерфейс предполагает наличие линий питания Vcc и GND для запитывания подключенного устройства (при условии, что потребляемый им ток не превышает 500 мА).

На рис. 2 приведена блок-схема сети интерфейса USB, построенной по топологии «звезда». В качестве ведущего (host) узла, содержащего корневой концентратор (root hub), чаще всего выступает персональный компьютер (ПК), а дополнительными узлами являются USB-концентраторы (USB-hub). Такая топология подразумевает только централизованную передачу данных по принципу ведущий - ведомый (master - slave), когда информационные потоки инициирует только ведущее устройство.



Рис. 2. Топология физической шины USB

Взаимодействие операционной системы (ОС) ПК с



подключенным к нему по интерфейсу USB устройством обеспечивает драйвер, устанавливаемый на ПК. Чаще всего драйвер позволяет ОС распознавать преобразователь USB ↔ RS-485 как COM-порт и использовать стандартный асинхронный режим передачи данных, применяемый для работы с аппаратным COM-портом.

Оба указанных интерфейса поддерживают асинхронный режим передачи. Данные посылаются блоками (кадрами), формат которых представлен на рис. 3. Передача каждого кадра начинается со старт-бита, сигнализирующего приемнику о начале передачи, за которым следуют биты данных и бит четности. Завершает посылку стоп-бит, гарантирующий паузу между посылками.

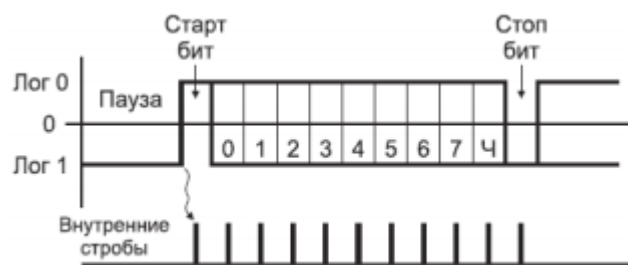


Рис. 3. Формат кадра данных

Для асинхронного режима принят ряд стандартных скоростей обмена: 50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с. Количество бит данных может составлять 5, 6, 7 или 8 (5- и 6-битные форматы распространены незначительно). Количество стоп/бит может составлять 1, 1,5 или 2 («полтора бита» означает только длительность стопового интервала).

## 2. Назначение

Прибор предназначен для взаимного электрического преобразования сигналов интерфейсов USB и RS-485 с обеспечением гальванической изоляции входов между собой.

Прибор автоматически определяет направление передачи данных, что позволяет исключить необходимость в дополнительном управлении обменом данными и значительно снизить временные интервалы (тайм-ауты) между кадрами данных.

Прибор позволяет подключать к промышленной сети RS-485 персональный компьютер, имеющий USB-порт, при этом питание прибора осуществляется от шины USB.

2.4 При подключении прибора к ПК в последнем появляется виртуальный COM-порт, что позволяет без дополнительной адаптации использовать информационные системы (SCADA, конфигураторы), работающие с аппаратным COM-портом.

## 3. Технические характеристики

3.1 Основные технические характеристики прибора приведены в табл. 1.

Таблица 1.



Наименование	Значение
<b>Питание</b>	
Постоянное напряжение (на шине USB)	4,75...5,25 В
Потребляемая мощность	не более 0,5 ВА
Допустимое напряжение гальванической изоляции входов	не менее 1500 В
<b>Интерфейс USB</b>	
Стандарт интерфейса	USB2.0
Длина линии связи с внешним устройством	не более 3 м
Скорость обмена данными	до 115200 бит/с
Используемые линии передачи данных	D+, D-
<b>Интерфейс RS-485</b>	
Стандарт интерфейса	TIA/EIA-485
Длина линии связи с внешним устройством	не более 1200 м
Количество приборов в сети	не более 32
Используемые линии передачи данных	A(D+), B(D-)
<b>Корпус</b>	
Габаритные размеры	36x93x57 мм
Степень защиты	IP20
Крепление	На DIN-рейку
Масса	65 г

Прибор предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 20 до +75 °С;
- относительная влажность воздуха (при температуре 25 °С и ниже) не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- место расположения до 1000 м над уровнем моря.

#### 4. Устройство и принцип действия

4.1 Прибор представляет собой устройство, предназначенное для двустороннего обмена данными между интерфейсами USB и RS-485 с автоматическим определением направления передачи.

Внешний вид прибора приведен на рис.4.

Прибор имеет следующий состав

1– пластиковый корпус, предназначенный для крепления на DIN-рейку, в который помещен прибор;

2– разъем 2, предназначенный для подключения к прибору устройства с интерфейсом USB;

3– винтовой разъем 3, служащий для подключения к прибору устройства с интерфейсом RS-485;

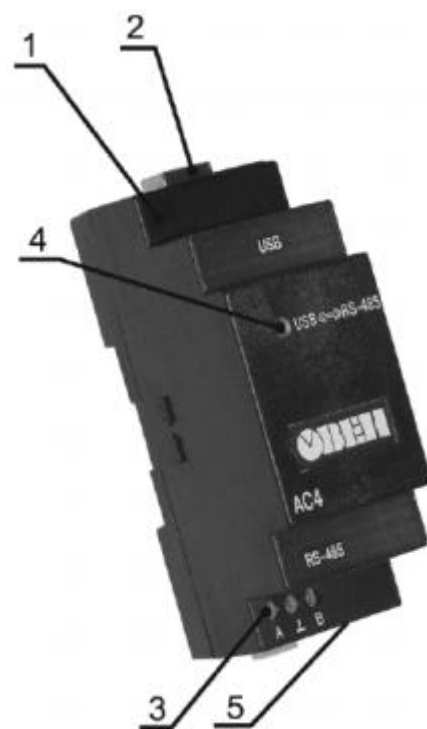
4– светодиод 4, предназначенный для индикации состояния прибора;

5– DIP-переключатель 5, необходимый для подключения встроенных оконечных согласующих резисторов.

Рис. 4. Внешний вид прибора AC4

Функциональная схема прибора приведена на рис. 5. Прибор состоит из следующих функциональных блоков:

- драйвера USB, предназначенного для преобразования электрических сигналов интерфейса USB в сигналы ТТЛ-логики и обратно;
- драйвера RS-485, необходимого для преобразования электрических сигналов интерфейса RS-485 в сигналы ТТЛ-логики и обратно, а также для выбора направления передачи данных, поскольку двухпроводный интерфейс RS-485 в один момент времени может либо передавать, либо принимать данные;





- блока управления, предназначенного для определения направления передачи пакета данных и соответствующего переключения драйвера RS-485 на прием или передачу, а также фильтрации электрических сигналов;
- для гальванической изоляции блоков предназначен трансформаторный преобразователь T1;
- для питания гальванически изолированных частей прибора предназначен DC/DC преобразователь;
- для выбора номинала оконечного согласующего резистора  $R_{cp}$  предназначены DIP-переключатель S1 и резисторы R1 и R2.

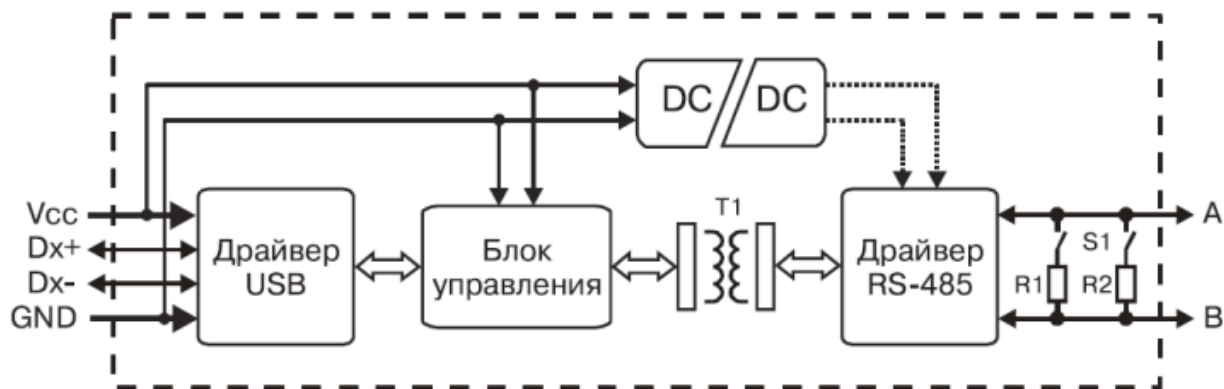


Рис. 5. Функциональная схема прибора AC4.

#### 6. Монтаж прибора на объекте

Подключение прибора следует выполнять согласно схеме, приведенной на рис. 6.

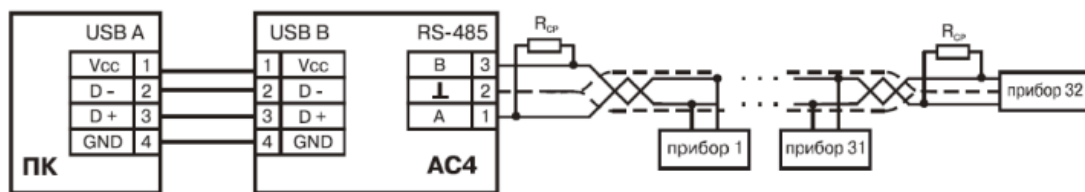


Рис. 6. Схема подключения прибора AC4

Установить прибор в шкафу электрооборудования на DIN-рейку шириной 35 мм в соответствии с его габаритными размерами (рис. 7). Конструкция шкафа должна обеспечивать защиту прибора от попадания в него влаги, грязи и посторонних предметов.

Подключить кабель интерфейса RS-485 по двухпроводной схеме, соблюдая полярность. Монтаж кабеля производить при отключенном напряжении питания всех устройств сети RS-485.

Если протяженность линий связи интерфейса RS-485 достаточно велика (более 100 м), то рекомендуется использовать высококачественные кабели, например кабель

«Paired Low Capacitance Computer Cable for EIA RS-485 Applications» производства компании Belden.

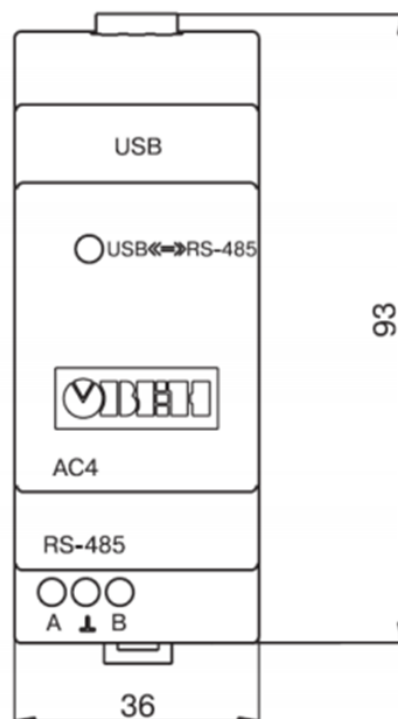
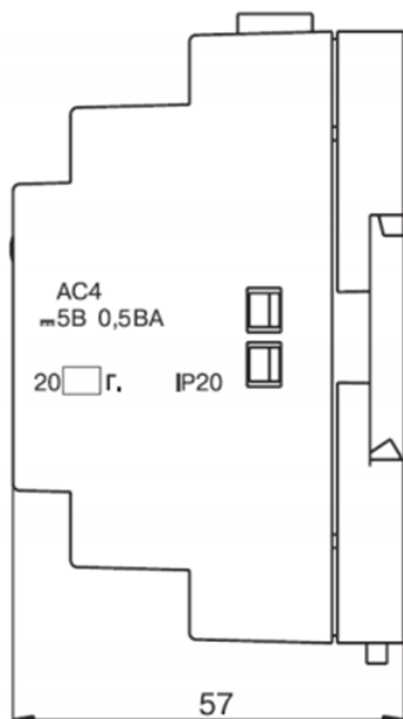
Подключить к прибору кабель USB, поставляемый в комплекте.

Перед подключением прибора к ПК на последнем необходимо установить драйвер.

Для обеспечения надежности винтовых соединений рекомендуется использовать многожильные медные кабели сечением не более 0,75 мм<sup>2</sup>, концы которых перед подключением следует тщательно зачистить, облудить или обжать в наконечники.



Прокладку низковольтных сигнальных цепей рекомендуется выполнять вдали от мощных источников электромагнитных излучений. При этом длина линий должна быть по возможности минимальной.  
Для повышения помехозащищенности рекомендуется при подключении сигнальных цепей использовать экранированные кабели





## Практическая работа №10

Тема: «Проектирование измерительных каналов автоматизированных систем»

Цель: провести выбор датчика для измерения температуры по заданным условиям

I. Материальное и документальное обеспечение

1.1. Задание.

1.2. Методические рекомендации по выполнению практических работ

II. Порядок выполнения работы:

2.1. Изучить задание

2.2. Изучить общие теоретические сведения и положения практического задания.

2.3. Ознакомиться с примером выполнения

2.4. Приступить к выполнению задания

2.5. Оформить работу в соответствии с методическими рекомендациями

2.6. Показать результаты преподавателю

III. Общие теоретические сведения

Под сбором данных понимают процесс измерения – преобразования физической величины в данные, с которыми может работать компьютер. Измерение начинается с преобразования физической величины в электрический сигнал. Измерительные преобразователи формируют электрические сигналы при измерении таких величин, как температура, сила, звук, свет и т.п.

Устройство ввода

заземленными и «плавающими» источниками сигнала.

Заземленный источник – это источник, выходное напряжение которого снимается относительно заземления системы, например, относительно общей шины с нулевым потенциалом или шины заземления здания. Подобный источник имеет общую «землю» с измерительным прибором. Наиболее распространенными заземленными источниками сигналов являются устройства, которые через настенную розетку питания подключаются к заземлению здания, например, генераторы сигналов и источники питания.

У плавающего источника сигнала выходное напряжение не связано с общей цепью заземления. Распространенными примерами плавающих источников являются гальванические элементы, термопары, трансформаторы и изолирующие усилители.

Под кондиционированием сигналов следует понимать процесс предварительной обработки сигналов с целью улучшения точности измерений, качества изоляций цепей (развязки), фильтрации и т.д.

В соответствии с российскими стандартами (ГОСТ 9895-78, ГТС 14835-76) в качестве носителя информации в системах автоматизации используются сигналы постоянного и переменного тока:

1) уровни постоянного тока:  $0 \div 5$  мА;  $0 \div 20$  мА;  $4 \div 20$  мА;  $-0,5 \div 0 \div 5$  мА;  $-20 \div 0 \div 20$  мА;  $-100 \div 0 \div 100$  мА;

2) уровни постоянного напряжения:  $0 \div 10$  мВ;  $0 \div 20$  мВ;  $0 \div 50$  мВ;  $0 \div 100$  мВ;  $0 \div 1$  В;  $0 \div 5$  В;  $0 \div 10$  В;  $-100 \div 0 \div 200$  мВ;  $-1 \div 0 \div 1$  В;  $-5 \div 0 \div 5$  В;  $1 \div 5$  В;  $-10 \div 0 \div 10$  В;

3) уровни напряжения переменного тока:  $0 \div 1$  В;  $0 \div 2$  В на частотах 50 или 400 Гц;

4) частотные сигналы:  $2 \div 4$  кГц;  $4 \div 8$  кГц. Амплитуда сигналов при этом может находиться в пределах  $60 \div 160$  мВ;  $160 \div 600$  мВ;  $0,6 \div 2,4$  В;  $2,4 \div 12$  В.



Чтобы измерять сигналы с датчиков, необходимо преобразовать их в форму, которую может воспринять устройство аналого-цифрового преобразования. Например, у большинства термопар выходное напряжение очень мало и соизмеримо с шумом. Следовательно, перед оцифровкой такого сигнала его необходимо усилить. Для увеличения отношения сигнал/помеха усиление должно производиться как можно ближе к источнику сигнала. При этом наивысшая точность измерений может быть достигнута, если диапазон изменения усиленного напряжения соответствует максимальному диапазону входных напряжений АЦП.

Усиление является одной из форм кондиционирования. К другим типовым разновидностям кондиционирования относятся линеаризация, возбуждение датчика, развязка.

Многие датчики, такие как термопары, обладают нелинейной зависимостью выходного сигнала от измеряемой величины. Нелинейность можно устранить (линеаризовать) как программно, так и аппаратно, применяя, например, специальные модули сбора данных для термопар. Таблицы для линеаризации занесены в ЭППЗУ микроконтроллера, входящего в состав этих модулей.

Для работы датчиков необходимо возбуждение (питание). Например, для индуктивных датчиков линейных перемещений требуется питающее напряжение синусоидальной формы и высокой частоты (единицы килогерц), для тензодатчиков требуется питающее напряжение постоянного тока и т.д.

Для обеспечения надежности применяется изоляция (развязка) выходных цепей датчика от компьютера. Источник сигнала нельзя подключать непосредственно к устройству сбора данных, если контролируемый сигнал содержит большие выбросы напряжения, которые могут вывести из строя компьютер или опасны для оператора.

## VII. Задание.

Выбрать датчик для измерения температуры (термосопротивление) многозонной печи, изменяющейся в пределах  $50 - 100^{\circ}\text{C}$ , точность измерений не ниже  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , выходной сигнал должен быть унифицирован (ток в диапазоне 4-20 мА).

## Решение

1. Определяем абсолютную допустимую погрешность измерения:

$$\Delta t_{\text{дон}}^{\text{abc}} = T_{\text{max}} - T_{\text{min}} \quad (1),$$

где  $T_{\text{max}}$  и  $T_{\text{min}}$  – это верхний и нижний пределы допуска измерения соответственно.

$$\Delta t_{\text{дон}}^{\text{abc}} = +2 - (-2) = 4^{\circ}\text{C}.$$

2. Определяем диапазон температуры измерения

$$D_t = t_{\text{max}} - t_{\text{min}} \quad (2),$$

где  $t_{\text{max}}$  и  $t_{\text{min}}$  – это верхний и нижний пределы измерения соответственно.

$$D_t = 100 - 50 = 50^{\circ}\text{C}.$$

3. Определяем относительную точность измерения температуры

$$\delta_{\text{умз}} = \frac{\Delta t_{\text{дон}}^{\text{abc}}}{D_r} \cdot 100\%$$



$$\delta_{\text{утз}} = \frac{4}{50} \cdot 100\% = 8\%$$

4. Руководствуясь рекомендациями, принимаем коэффициент общей погрешности системы «датчик-АЦП», приходящийся на датчик  $\chi = 0,6$ . Коэффициент погрешности измерения, приходящийся на АЦП, принимаем равным  $\rho = 0,5$ .

5. По условиям эксплуатации выбираем тип чувствительного элемента – термосопротивление.

6. Определяем относительную точность датчика

$$\delta_{\text{дат}}^{\text{доп}} = \delta_{\text{утз}} \cdot \chi \quad (4),$$

$$\delta_{\text{дат}}^{\text{доп}} = 8 \cdot 0,6 = 4,8\%$$

7. Выбираем термосопротивление ТС-0295 (условное обозначение НСХ ТС-53М) класса допуска В. Это медный преобразователь с диапазоном измерения  $-50...+200^{\circ}\text{C}$ , разброс относительно номинала  $\pm (0,3 + 0,005 \cdot |t|)$ . Остальные технические характеристики приведены в таблице 1.

Термопреобразователи сопротивления (ТС, термометры сопротивления) предназначены для контроля и измерения температуры жидких, твердых, газообразных и сыпучих, неагрессивных к материалу корпуса преобразователя.

ТС могут быть использованы в теплоэнергетике, химической, металлургической и других отраслях промышленности, а также на объектах атомных электростанций.



Рис. 1 Термопреобразователь ТС-0295 (общий вид)

Таблица 1

Технические характеристики термопреобразователя ТС-0295

Характеристики	Значения
Диапазон измеряемых температур по ГОСТ Р 8.625-2006, $^{\circ}\text{C}$ :	
- ТС (медный ЧЭ)	от -180 до +200
- ТС (платиновый ЧЭ)	от -196 до +600
Материал клеммной головки ТС0295	полимерный материал
Материал защитного чехла ТС-0295	12X18H10T
Электрическое сопротивление изоляции при температуре от +15 до +35 $^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 80 %, МОм, не менее	100
Измерительный ток, мА:	
- номинальный измерительный ток для ТС с номинальным сопротивлением (R0) 50 и 100 Ом	1
- номинальный измерительный ток для ТС с номинальным сопротивлением (R0) 500 Ом	0,2



Степень защиты от воздействия воды и пыли ГОСТ 14254-96	IP54
Способ контакта с измеряемой средой	погружаемые
Климатические воздействия при эксплуатации	группа исполнения ДЗ (от -50 до +50 °С)
Устойчивость термопреобразователя ТС-0295 к механическим воздействиям при эксплуатации:	
- ТС-0295, ТС-0295Ex, ТС-0295A	группы исполнения V3, V5
- ТС-0295B	группы исполнения F2, F3 и G2
Средний срок службы, лет	6
Межповерочный интервал ТС-0295, лет	2
Средняя наработка на отказ, ч	15000

Определяем максимальный разброс температуры для  $100^{\circ}\text{C}$   
 $\pm (0,3 + 0,005 \cdot 100) = \pm 0,8^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t_{\text{dam}}^{\text{ncn}} = +0,8 - (-0,8) = 1,6^{\circ}\text{C}$$

8. Относительная точность датчика

$$\delta_{\text{dam}}^{\text{ncn}} = \frac{\Delta t_{\text{dam}}^{\text{ncn}}}{D_{\text{dam}}^{\text{ncn}}} \cdot 100\% \quad (5),$$

$$\delta_{\text{dam}}^{\text{ncn}} = \frac{1,6}{200} \cdot 100\% = 0,8\%$$

9. Выбираем преобразователь СПРУТ-Т-02.

Универсальный измеритель-преобразователь СПРУТ предназначен для непрерывного преобразования сигнала от датчика температуры в унифицированный аналоговый сигнал тока 4-20 мА.

В качестве датчика температуры может применяться термопреобразователь сопротивления, как с медным, так и с платиновым или никелевым чувствительным элементом.

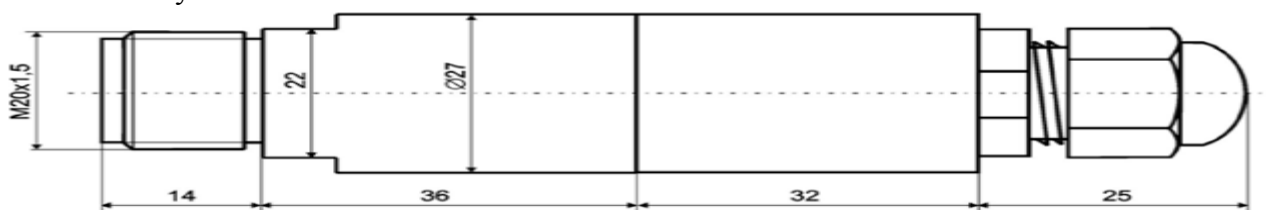


Рис. 2 Измеритель-преобразователь СПРУТ (общий вид)

Техническая характеристика преобразователя

Точность преобразования	$\pm 0,25\%$
Степень защиты	IP65
Напряжение питания	(12-36) В
Нагрузочная способность	$\leq 500$ Ом (при $U_{\text{п}}=12\text{В}$ )
Выхода 4-20 мА	$\leq 1500$ Ом (при $U_{\text{п}}=36\text{В}$ )
Потребляемая мощность	$\leq 0,6$ ВА
Масса, кг	$\leq 0,12$



10. Погрешность датчика

$$\delta_{\text{дат}} = \sqrt{\delta_{\text{дат}}^{2\text{нсн}} + \delta_{\text{СПРУТ}}^{2\text{нсн}}} \quad (6),$$

$$\delta_{\text{дат}} = \sqrt{0,8^2 + 0,5^2} = 0,94\%$$

11. При этом абсолютная погрешность системы измерения системы «датчик-преобразователь» составит

$$\Delta Y_{\text{дат}}^{\text{нсн}} = \frac{\delta_{\text{дат}}}{100} \cdot D_{\text{дат}}^{\text{нсн}} \quad (7),$$

$$\Delta Y_{\text{дат}}^{\text{нсн}} = \frac{0,94}{100} \cdot 200 = 1,88^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{дон}}^{\text{абс}} = 4^\circ\text{C}$$

12. Определяем длину разрядной сетки АЦП (разрядность):  
Принимаем ближайшее большее значение, т.е. 8.

13. Определяем величину младшего разряда

$$\Delta Y_{\text{АЦП}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \rho \cdot \Delta Y_{\text{дат}}^{\text{нсн}} \quad (9),$$

$$\Delta Y_{\text{АЦП}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 0,5 \cdot 1,88 = 1,08^\circ\text{C}$$

14. Определяем среднеквадратическое значение погрешности датчика

$$\sigma_{\text{дат}} = \frac{\Delta Y_{\text{дат}}^{\text{нсн}}}{3} \quad (10),$$

$$\sigma_{\text{дат}} = \frac{1,88}{3} = 0,626^\circ\text{C}$$

15. Определяем среднеквадратическое значение погрешности АЦП

$$\sigma_{\text{АЦП}} = \frac{\Delta Y_{\text{АЦП}}}{\sqrt{12}} \quad (11),$$

$$\sigma_{\text{АЦП}} = \frac{1,08}{\sqrt{12}} = 0,312$$

16. Определяем среднеквадратическое значение погрешности на входе

$$\sigma_{\text{вх}} = \sqrt{\sigma_{\text{дат}}^2 + \sigma_{\text{АЦП}}^2} \quad (12),$$

$$\sigma_{\text{вх}} = \sqrt{0,626^2 + 0,312^2} = 0,699$$

Выбор задания и оформление работы

Числовые значения исходных данных выбираются из таблицы 3: номер варианта соответствует порядковому номеру студента по журналу.

Исходные данные

№ вар	Диапазон температур, $^\circ\text{C}$	Точность измерения, $^\circ\text{C}$	Тип датчика
1	50-100	$\pm 1$	Термосопротивление
2	100-500	$\pm 3$	Термопара
3	700-1200	$\pm 5$	Термопара
4	200-800	$\pm 3$	Термопара



5	400-1200	$\pm 5$	Термопара
6	50-150	$\pm 7$	Термосопротивление
7	100-600	$\pm 4$	Термопара
8	700-1100	$\pm 10$	Термопара
9	300-800	$\pm 4$	Термосопротивление
10	400-1200	$\pm 7$	Термопара
11	50-100	$\pm 5$	Термосопротивление
12	100-500	$\pm 10$	Термосопротивление
13	700-1100	$\pm 7$	Термопара
14	200-800	$\pm 5$	Термосопротивление
15	400-1000	$\pm 4$	Термопара
16	50-200	$\pm 2$	Термосопротивление
17	200-400	$\pm 3$	Термопара
18	100-400	$\pm 5$	Термосопротивление
19	300-1000	$\pm 2$	Термопара
20	500-1100	$\pm 7$	Термопара
21	800-1200	$\pm 10$	Термопара



## Лабораторная работа №11

### Тема: Монтаж и установка поплавковых датчиков уровня

#### Цель: Изучения датчиков уровня их монтаж и установка.

Поплавковые датчики уровня – одни из самых недорогих и, вместе с тем, надежных устройств для измерения уровня жидкостей. Поплавковые датчики уровня ОВЕН ПДУ могут использоваться для контроля уровня самых разных продуктов, например сточных вод, химически агрессивных жидкостей или пищевых продуктов. Поплавковые датчики уровня устойчивы к пене и пузырькам в жидкости и могут работать с вязкими жидкостями.

Датчики уровня ОВЕН ПДУ применяются для измерения как текущего, так и предельного (максимального или минимального) уровня жидкости.

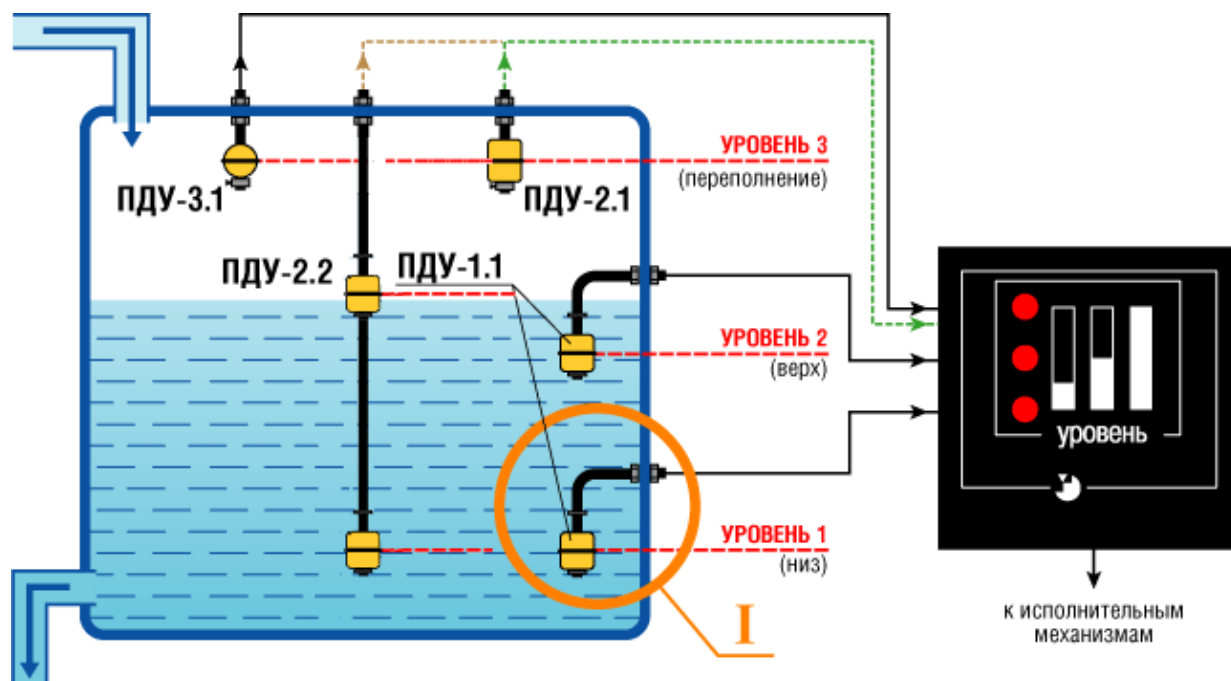
Пример области применения поплавковых датчиков – контроль уровня жидкости в транспортных средствах. Прежде всего, это задачи по контролю объема топлива в тяжелой технике: грузовиках, экскаваторах, тепловозах. Здесь датчики уровня работают в условиях сильной вибрации и волнения на поверхности жидкости. Для устранения влияния этих факторов поплавковый датчик помещают в специальную демпферную трубу, диаметром чуть больше, чем диаметр поплавка.

Конструкция датчиков ОВЕН ПДУ очень проста. Датчик имеет поплавок, передвигающийся по вертикальному штоку. Внутри поплавка находится постоянный магнит, а в штоке, представляющем собой полую трубку, находится геркон. Герконовый контакт срабатывает при приближении магнита.

Если установка датчика сверху емкости невозможна, то поплавковый датчик уровня можно вмонтировать в стенку емкости. В этом случае поплавок с магнитом крепится на шарнире, а герконовый выключатель в корпусе датчика. Такие датчики срабатывают, когда жидкость достигает поплавка и предназначены для сигнализации предельного уровня.

Датчики ОВЕН ПДУ могут работать при температурах до 105 °С в химически агрессивных средах. Материал – нержавеющая сталь (12Х18Н10Т).

Следует помнить, что датчики уровня поплавкового типа не подходят для измерения липких и засыхающих жидкостей, жидкостей с механическими включениями, а также в случае замерзания жидкости.

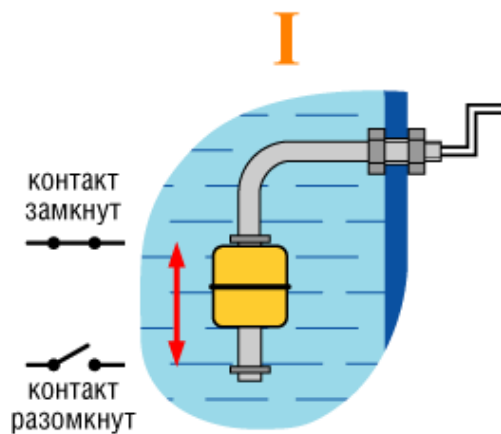


Возможно два варианта крепления: горизонтальное (ПДУ-1.1) и вертикальное (ПДУ-2.1, ПДУ-3.1).

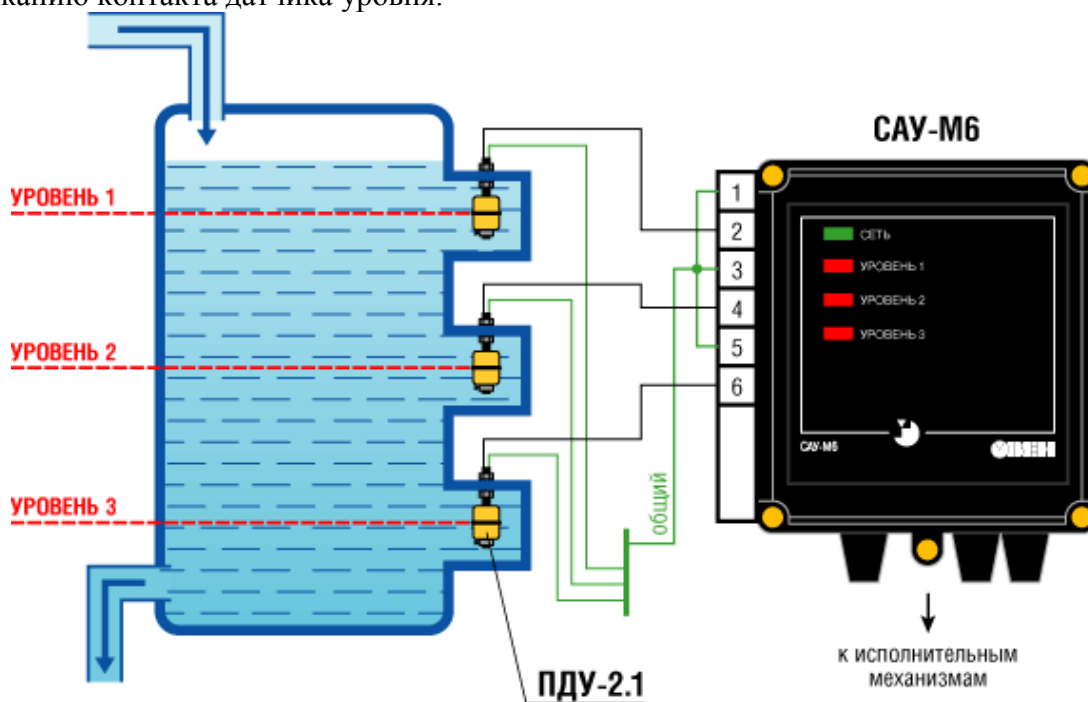
Вертикальное крепление позволяет отслеживать как промежуточные, так и предельные (переполнение, недолив) уровни, горизонтальное – только промежуточные уровни.

Датчик ПДУ-3.1, имеющий шарообразный поплавок, может работать с более вязкими жидкостями.



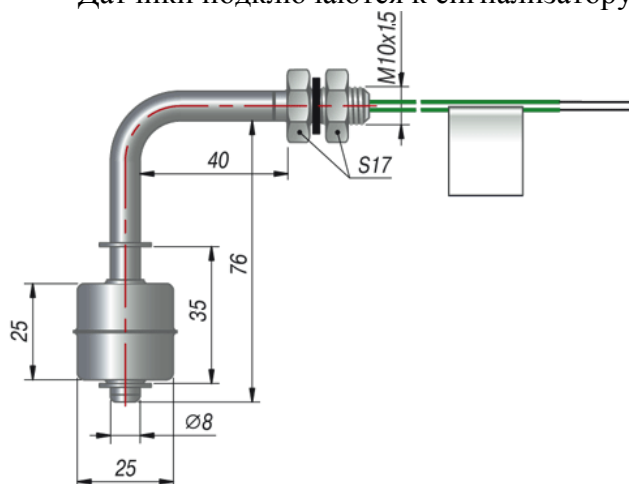


Повышение уровня жидкости в резервуаре приводит к перемещению поплавка вверх и замыканию контакта датчика уровня.



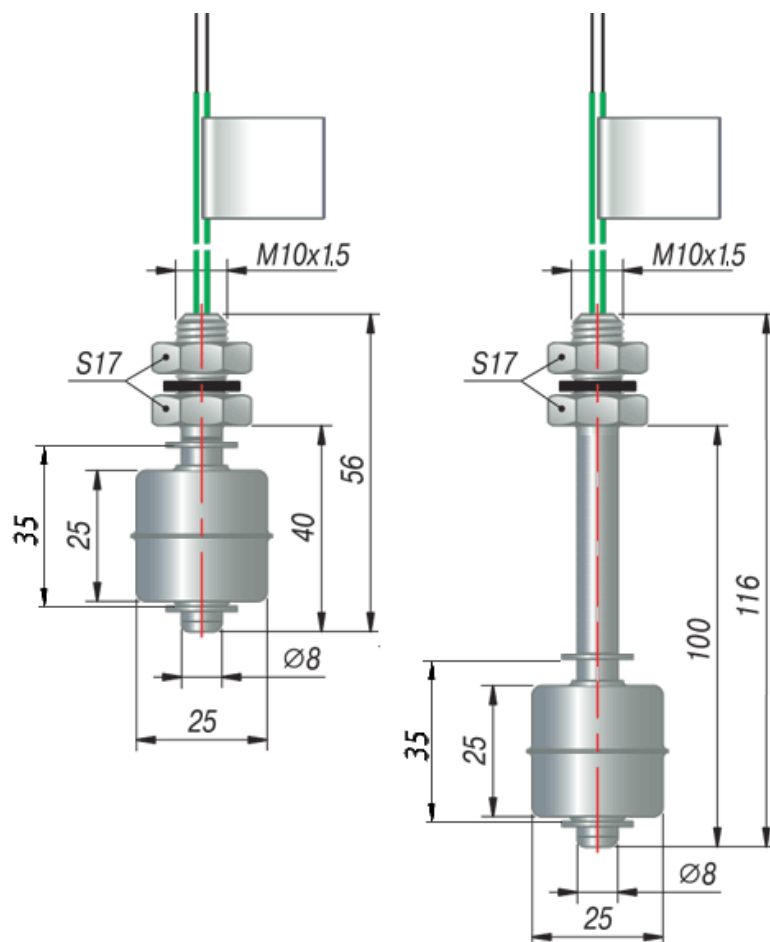
Если резервуар имеет конструкцию, показанную на рисунке, то возможен вариант вертикального крепления трех датчиков ПДУ-2.1 или ПДУ-3.1 с отслеживанием промежуточного уровня.

Датчики подключаются к сигнализатору уровня, например ОВЕН САУ-М6.



Поплавковый датчик уровня горизонтального крепления ПДУ-1.1.

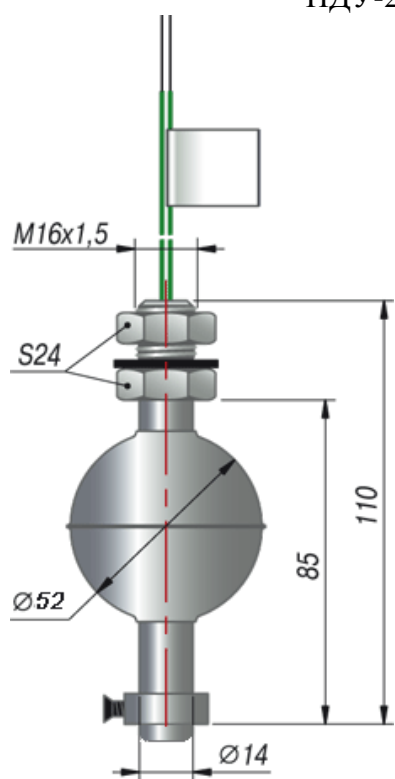




Поплавковый датчик уровня вертикального крепления  
(цилиндрический поплавок, 25x25 мм)

ПДУ-2.1

ПДУ-2.1.100 ( заказная позиция)



Поплавковый датчик уровня вертикального крепления  
(шарообразный поплавок, D=52 мм)

ПДУ-3.1



Количество измеряемых уровней	1 - 2 *
Расположение оси крепежного отверстия датчика в резервуаре	горизонтально
Положение контакта при осушении датчика (поплавок датчика расположен внизу по отношению к месту закрепления)	нормально разомкнутый
Материал	нержавеющая сталь (12Х18Н10Т)
Плотность измеряемой среды	$\geq 0,70 \text{ г/см}^3$
Температура измеряемой среды	$-40...+105 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Давление измеряемой среды	не более 1,5 МПа (15 кгс/см <sup>2</sup> )
Максимальная коммутируемая мощность	10 Вт
Максимальный коммутируемый ток	0,5 А
Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока	180 В
Количество срабатываний при напряжении коммутации $\approx 24 \text{ В}$ , токе 0,25 А	1х10 <sup>6</sup>
Степень защиты рабочей части датчика	IP67
Длина кабельного вывода	0,5 м



## Практическое занятие №12.

Тема: Монтаж и установка электрических счетчиков и автоматов

**Цели:** Применение полученных знаний на практическом занятии при монтаже

**Материальное обеспечение:** электрическая аппаратура, справочник со схемами.

### Порядок выполнения практического занятия:

Электропроводка современной квартиры должна обеспечивать функционирование силовой электрической сети и слаботочной сети.

Хотя, электрическая проводка квартиры начинается непосредственно после вводного выключателя и электрического счетчика, современная электропроводка квартиры должна включать в себя пять уровней (рисунок. 1):

1 – вводной автоматический выключатель (в случае перегрузки отключает домашнюю сеть от внешней сети);

2 – вводной кабель (через него проходит весь ток в проводку при включенных электроприборах);

3 – электрический щит (к нему подходит вводной кабель);

4 – электрический кабель (соединяет все компоненты электросети);

5 – розетки, выключатели, светильники, слаботочная сеть.

В состав слаботочной электросети входят:

телевизионная сеть;

компьютерная сеть;

телефонная сеть;

домофон;

видеонаблюдение;

охранная система.

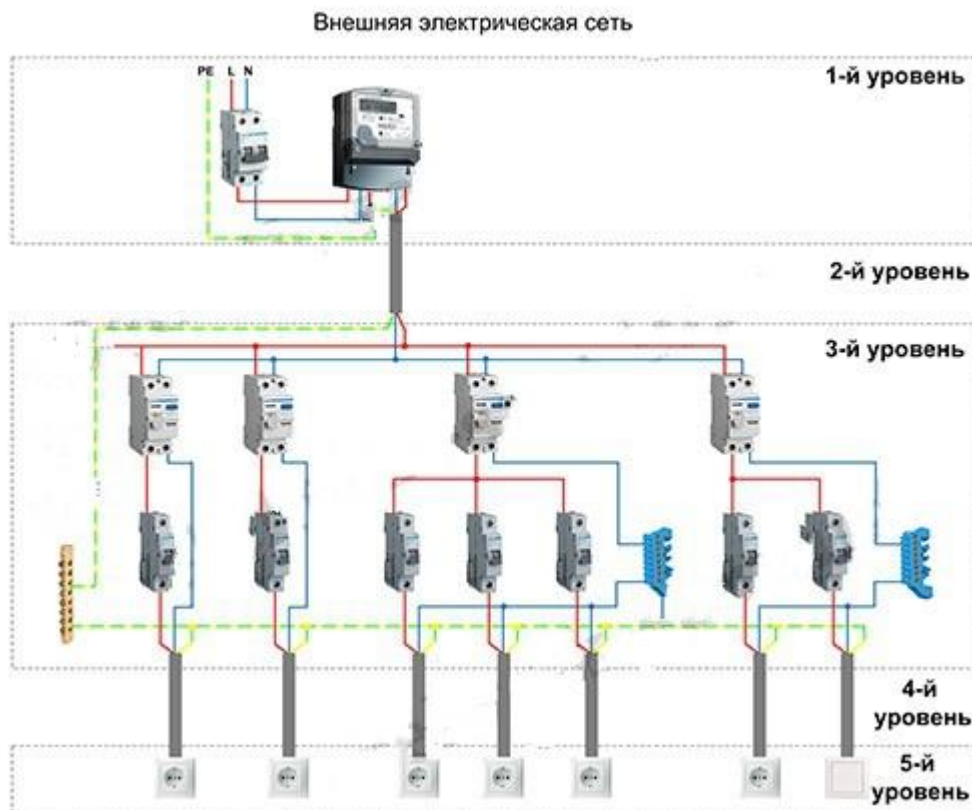


Рис 1. Уровни электросети квартиры

Говоря о слаботочной сети, нужно учитывать, что каждое ее устройство или прибор подключают к сети силовой, то есть, с силовой электрической сетью она составляет единую электропроводку.

Из вышесказанного следует вывод: решая проблему электропроводки в квартире, нужно учитывать не только насущные потребности, но и те, которые могут возникнуть в перспективе.

С целью рационального распределения нагрузки, обеспечения защиты, а также для удобной и безопасной эксплуатации электропроводку в квартире разделяют на группы (рис.2).



Такой подход к решению проблемы создает условия для отдельного электроснабжения отдельных электрических устройств или групп потребителей. Это будет удобным в случае ремонта, если одна группа отключается, то вторую можно использовать.

К основным рекомендациям по группировке потребителей можно отнести:

крупную бытовую технику и мощные потребители – электроплиты, бойлеры, стиральные машины, кондиционеры и проч. – выполнить одной линией, чтобы в электрощите было отдельное устройство защиты);

для каждой комнаты розеточную группу также лучше сделать отдельно;

так как кухня наиболее нагруженное помещение, для нее розеточную группу также следует выполнить отдельно;

отдельная группа освещение;

ванна, в связи с ее особой электробезопасности, тоже выполняют отдельной группой.

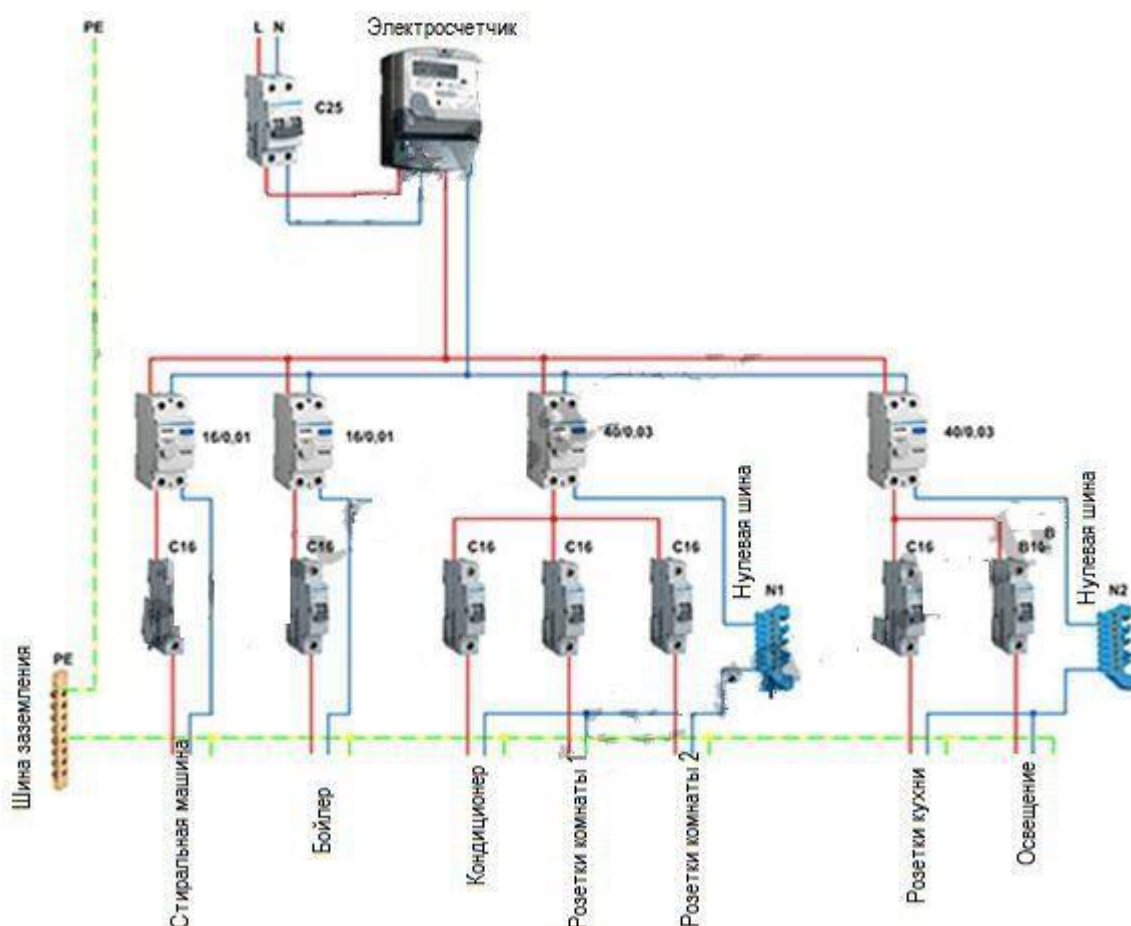


Рис. 2. Один из вариантов разделения электрической проводки на группы

#### Однолинейная схема электропитания

Планируя проводку в квартире, приходится создавать однолинейную схему электропитания. Однолинейная схема отражает все то, что есть в схеме принципиальной, но выполнена она в упрощенном виде, все линии 1-фазные и 3-фазные изображены одной линией.

Однолинейная схема электропитания: исполнительная и расчетная.

Исполнительную – выполняют при необходимости внесения существенных изменений в проект.

Расчетную – делают после того, как получен расчет электрической нагрузки, выбор защитно-коммутационных устройств и кабельно-проводниковых изделий.

Подробная детализация для данных схем не нужна, ведь их предназначение дать общее понятие и представление о том, как устроена электросеть, а также о ее основных компонентах.

Рассмотреть пример однолинейной схемы электропитания можно на рисунке 3.



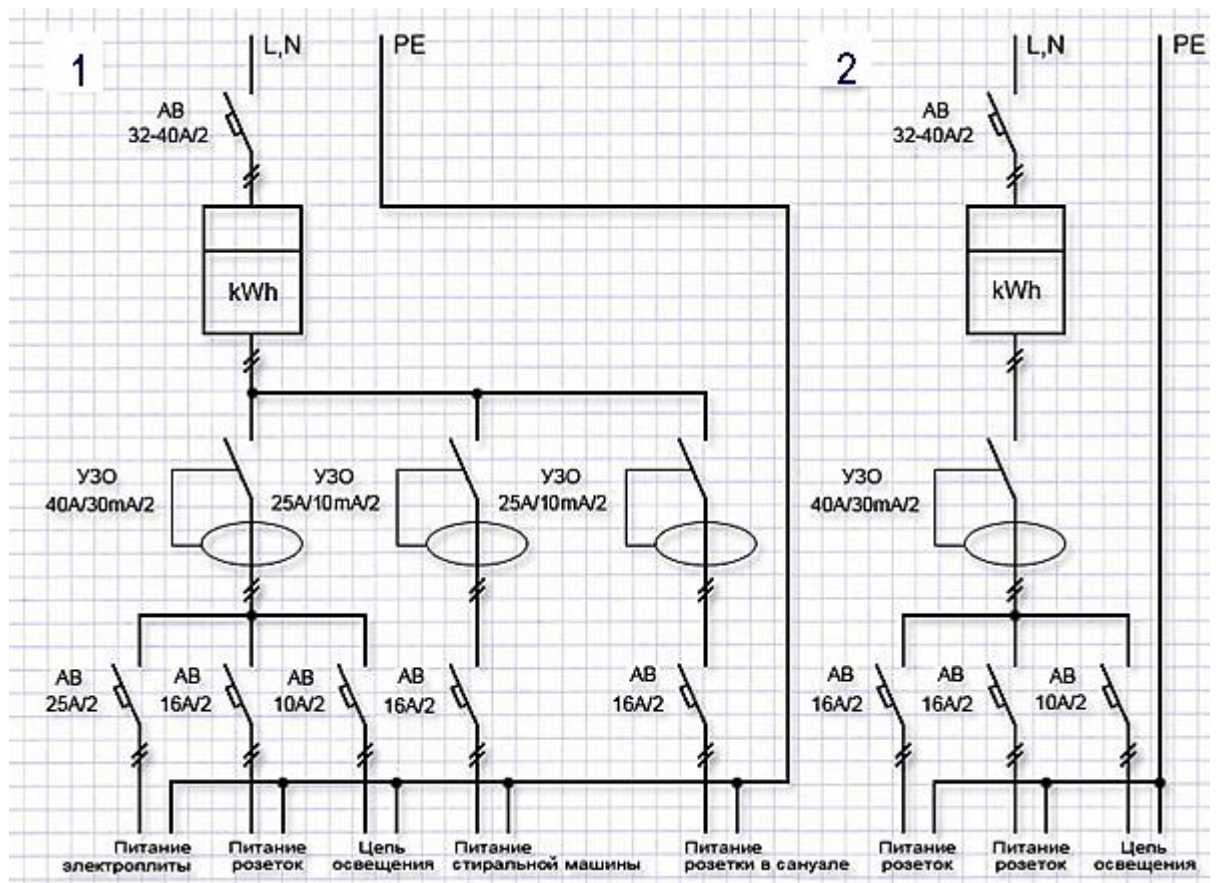


Рис. 3

С целью защитить групповые линии от перегрузок и общую проводку квартиры от электрозамыкания, применяют автоматические выключатели. На чертеже, в свою очередь, их должны «подстраховывать» приборы сверхтоков.

Чтобы обозначить электроприборы, розетки, выключатели, светильники и прочее оборудование, применяют условные обозначения согласно государственному техническому стандарту, как и для всех типов электросхем.

На схеме рядом с перечеркнутыми косыми линиями отсутствует цифровое обозначение. Это означает, что вместо них фаза определяется количеством штрихов. Соответственно: 2 штриха – две фазы, 3 штриха – три фазы. Однофазную проводку обозначают одинарной линией с одним штрихом.

Схема электропроводки в квартире

Естественно, что схема электропроводки в квартире не может быть одинаковой для всех случаев, даже, если планировка квартир одинаковая. Ведь у каждого владельца жилой площади могут быть какие-то свои требования, которые он предъявляет к электроточкам. Это так само относится и к потребляемой мощности. Но принцип их выполнения схожий.

На рисунке 2 показано принцип группирования компонентов проводки и бытовых потребителей электроэнергии. Но еще обязательно следует учитывать и такие обязательные условия:

заземление;

суммарная мощность электроприборов;

сечение жил проводов;

использование средств защиты (УЗО, [дифференциальные автоматы](#)).

Рисунок 4 – изображение типовой схемы электропроводки в квартире, на которой показано распределение нагрузок по определенным типам электроприборов. Оранжевые квадратики на схеме – показатель сечения жилы кабеля. Зеленые и синие – величина номинального тока автовыключателя дифференциального автомата и УЗО.



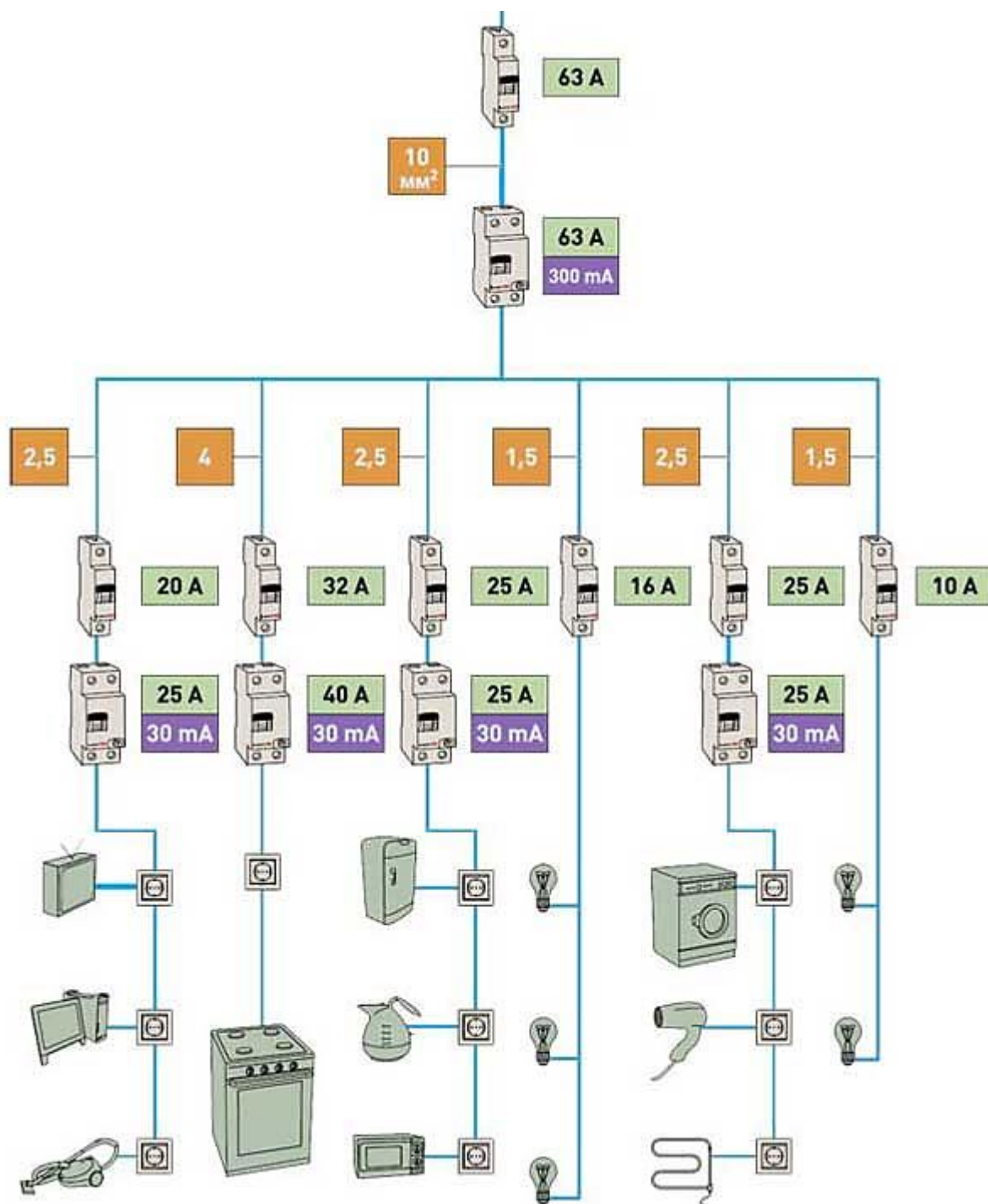


Рис. 4

Рисунок 5 – один из примеров принципиальной схемы электропроводки в квартире.



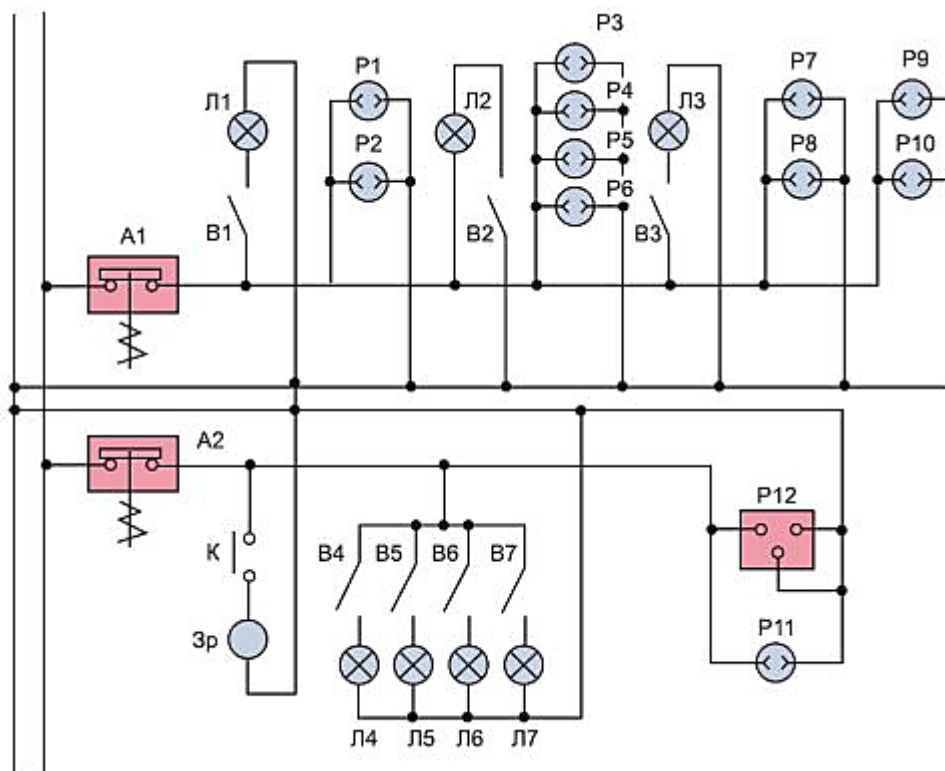


Рис. 5

Рисунок 6 – пример, каким образом на схеме указываются все электроточки, которые должны быть в квартире.



Рис. 6

Рисунок 7 – один из примеров, как можно выполнить электросхему квартиры, на которой точно обозначено, где будут проложены провода. Для изображения проводов освещения, силового кабеля и провода заземления использованы разные цвета. Также, условными обозначениями показаны распределительные коробки, розетки, выключатели, светильники.



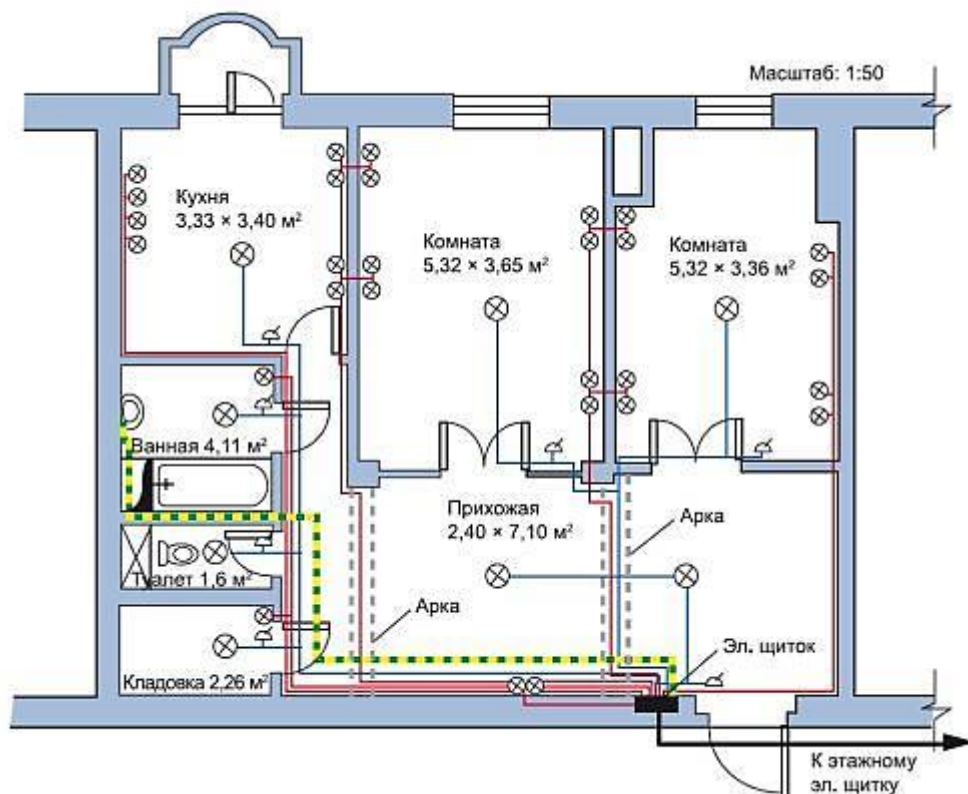


Рис. 7

Типовые правила монтажа проводки в квартире:

провод прокладывать по горизонтальным и вертикальным направлениям под углом 90 градусов (если потом понадобится искать линию проводки, то по кривым и диагональным линиям это делать трудно) ;

расстояние проводов: от пола или потолка 15 сантиметров; от оконных рам, дверных косяков и углов стен не меньше 10 см;

выполняя обводку труб отопления зазор должен быть не менее 3 см;

не допускать пересечения проводов; в случае неизбежности такого варианта, то придерживайтесь расстояния между кабелями не менее 3 миллиметра;

к выключателю провод подводят сверху, к розетке – снизу;

обычно все розетки и выключатели монтируют на одинаковой высоте; выключатели – слева от двери (80-90 см); розетки – 25-30 см; но, например, на кухне эти расстояния могут быть и другие.

### Содержание отчета:

Тема.

Цели.

Материальное обеспечение.

Выполненное практическое занятие.

### Вопросы для самоконтроля:

Перечень электрических аппаратов.



Тема: Сетевое оборудование и монтаж

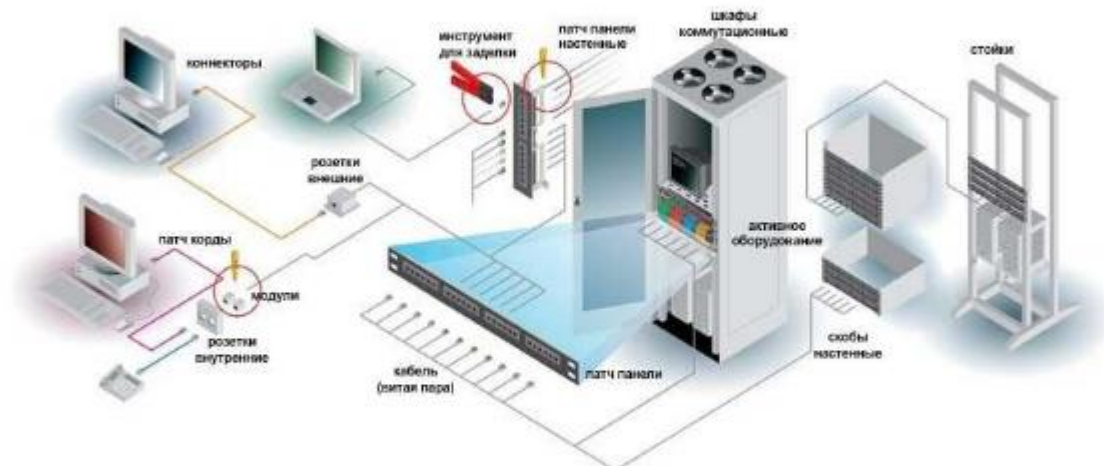
Получить представление о построении кабельной системы, стандартах ее проектирования и монтажа.

При создании кабельной структуры, необходимо учитывать совместимость всех ее составляющих. Основными стандартами по кабельным системам являются

-B Commercial Building Telecommunication Cabling Standard ([www.tiaonline.org](http://www.tiaonline.org), [www.eia.org](http://www.eia.org))

Стандарты определяют среду передачи, параметры разъемов, линии и канала, в том числе предельно допустимые длины, топологию и характеристики функциональных элементов системы

Представляет собой иерархическую кабельную среду передачи электрических или оптических сигналов в здании, разделённую на структурные подсистемы и состоящую из элементов — кабелей, разъёмов, панелей, шкафов и вспомогательного оборудования.



КСК сочетает удобство эксплуатации, качество передачи данных и надежность. Строится таким образом, чтобы каждый интерфейс (точка подключения к системе) обеспечивал доступ ко всем ресурсам сети. Кабели прокладывают от ПК до распределительных пунктов, которые [../../../../Documents and Settings/Administrator/My Documents/ecolan/st\\_structure.htm - topology](#) объединяют магистральными линиями.

К пассивному оборудованию относятся розетки, кабель, вилки, патч-панели и т.п. Основными компонентами являются сетевой кабель и монтируемая на нем вилка



### 2.1.1. Сетевой кабель и вилка.

При монтаже кабельной системы наиболее часто используют неэкранированную «витую пару» 5 категорий (UTP 5 cat). Он состоит из нескольких пар медных проводов, покрытых пластиковой оболочкой.

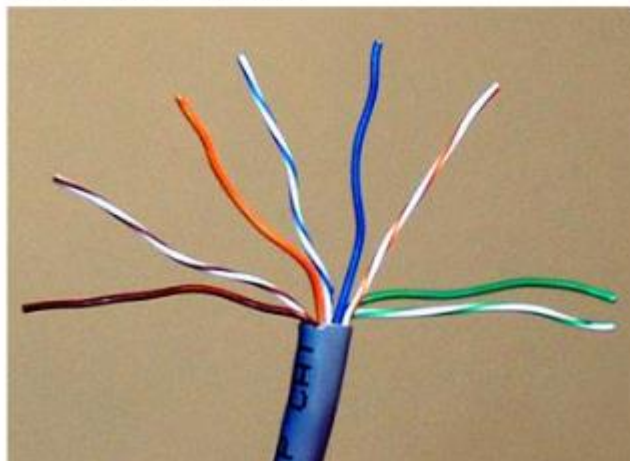


Рис.1. Кабель неэкранированная «витая пара»

Провода, составляющие каждую пару, скручены друг вокруг друга, что обеспечивает защиту от взаимных наводок.

Изоляция каждого провода окрашена в свой цвет:

- бело-зеленый
- зеленый
- бело-оранжевый
- оранжевый
- бело-синий
- синий
- бело-коричневый
- коричневый.

Провода с одинаковым цветом составляют 4 пары:

- оранжевый / бело-оранжевый,
- зеленый / бело-зеленый,
- синий / бело-синий,
- коричневый / бело-коричневый.

Для подключения кабеля «витая пара» используются вилки RJ-45, которые монтируются на концах кабеля. Вилка имеет восемь контактов и монтируется на кабель при помощи специального инструмента.



Рис.2. Вилка RJ-45

### 2.1.3. Коммутационный шнур ( патч-корд ).

Коммутационный кабель или патч-корд (от англ. patching cord — соединительный шнур) представляет собой электрический кабель для подключения одного электрического устройства к другому.



Может быть любых размеров, на одном или обоих концах кабеля присутствуют разъемы (коннекторы).

Патч-корды делятся на телефонные (RJ11 и RJ12), компьютерные (RJ45) и патч-корды для 110-го кросса, неэкранированные (UTP) и экранированные (STP), обычные и реверсивные.

Применяются для подключения ПК к розетке, двух коммутационных панелей друг к другу и так далее.

Главное отличие коммутационного шнура от кабеля внутренней прокладки - использование многожильного провода, вместо цельного. Это снижает передаточные характеристики кабеля, но повышает гибкость и уменьшает радиус безопасного изгиба шнура.



## 2.2. Активное сетевое оборудование.

К активному сетевому оборудованию относятся сетевые адаптеры, концентраторы (hub), коммутаторы (switch), маршрутизаторы (router), , принт-серверы и т.п.

### 2.2.1. Сетевые адаптеры.

Для подключения к ЛВС компьютер должен быть оснащен сетевой платой (адаптером). К сетевому адаптеру должен прилагаться драйвер, предназначенный для связи адаптера с операционной системой Windows. Что бы выяснить совместимость сетевого адаптера с ОС Windows надо обратиться к списку совместимого оборудования HCL, предоставляемому компанией Microsoft по адресу <http://www.microsoft.com/hcl/>. В списке указаны адаптеры, которые были протестированы для работы в этой ОС.

Для организации ЛВС лучше всего выбрать одинаковые сетевые карты. Это упрощает настройку сети, хотя это и не обязательно. Все сетевые карты выполняют одну и ту же функцию - связь компьютеров между собой. Однако есть ряд особенностей и технологий, которые, могут отсутствовать у дешевых сетевых карт и присутствовать у более дорогих.

### 2.2.2. Концентраторы и коммутаторы.

Объединить компьютеры можно при помощи концентратора (hub) или коммутатора (switch). Внешне они выглядят одинаково, но между ними есть очень важное отличие.



Рис.5. Сетевой коммутатор.

**Hub (Концентратор).** При поступлении пакета данных от сетевой карты, Hub просто делит и усиливает сигнал так, что его получают все пользователи сети, но принимает только та сетевая карт, которой адресован пакет данных. Очевидно, что при одновременной работе нескольких пользователей скорость сети резко падает. В настоящее время большинство фирм попросту прекратили выпуск концентраторов, и перешли на выпуск более эффективных коммутаторов (Switch).

**Switch (Коммутатор)** в отличие от Hub анализирует откуда и куда отправлен пакет информации и соединяет только эти компьютеры, в то время как остальные каналы остаются свободными. Конечно, лучше использовать Switch, так как он работает гораздо быстрее особенно в сетях с большим количеством пользователей. Внешне Switch практически не отличается от Hub.



### 3. Монтаж кабельной системы и подключение сетевого оборудования.

#### 3.1. Правила монтажа кабельной системы

Основные правила, которые необходимо соблюдать при монтаже кабельной системы:

- Не допускайте растяжения кабеля во время монтажных работ.
- Радиус изгиба кабеля должен быть не меньше 10 внешних диаметров кабеля.
- Удалять оболочку кабеля следует лишь настолько, сколько требуется для монтажа.
- Сохраняйте целостность скручивания пар как можно ближе к месту монтажа, что обеспечивает минимальное влияние сигналов различных пар друг на друга. Раскрученные во время монтажа кабельные пары не следует скручивать снова, т.к. неправильное скручивание отрицательно влияет на рабочие характеристики.
- Кабели ЛВС не должны располагаться рядом с силовыми проводами (220в), флуоресцентными лампами, силовыми трансформаторами и другими устройствами, мощные электромагнитные поля которых, создают помехи и оказывают отрицательное воздействие на качество передачи сигнала.

#### 3.2. Монтаж вилки RJ-45.

Вилка RJ-45 монтируется обжимным способом с помощью специального обжимного инструмента в соответствии с одним из стандартов T568A или T568B.

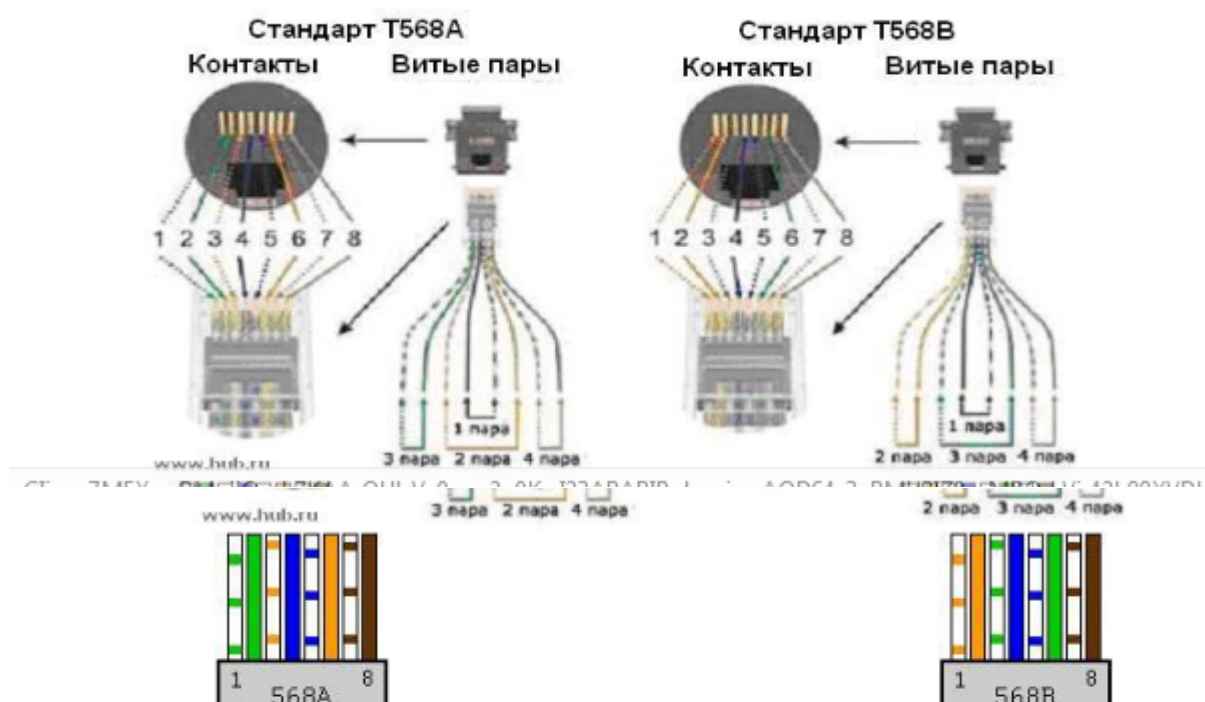


Рис.7. Стандарты подключения RJ-45.

Правила монтажа определяются типом предполагаемого соединения. Возможны два варианта:

- Компьютер соединяется с сетевым концентратором (hub) или коммутатором (switch) используя «прямую» разводку кабеля (стандарт T568B);



- Соединение между коммутаторами или концентраторами, такие как "hub – hub", "switch – switch", "hub – switch" производятся с помощью кабеля с «перевернутой» разводкой (Uplink или Crossover). С одной стороны кабель разводится по стандарту T568A, а с другой по стандарту T568B.

Более подробно о порядке разделки кабеля изложено в Приложении.

### 3.3. Подключение сетевого оборудования.

Коммутаторы и концентраторы подключаются к локальной сети одинаково. Если используется несколько коммутаторов, то они объединяются между собой кабелем UTP с «перевернутой» разводкой (T568A – T568B). Длина кабеля должна быть не менее 0,5 м.



Рис.6. Соединение коммутаторов кабелем с разводкой по стандарту T568A – T568B

Во многих моделях коммутаторов наряду с простыми портами используется дополнительный порт "Uplink". Он совмещен с одним из простых портов и имеет «перевернутую» разводку в соответствии со стандартом T568A. Используя этот порт можно подключать второй коммутатор простым кабелем (T568B – T568B).



Рис.7. Использование порта "Uplink" для подключения кабеля T568B – T568B.

На рисунке показано применение дополнительного порта "Uplink" совмещенного с портом №8. При этом сам порт №8 должен оставаться пустым.





Рис.7. Использование порта "Uplink" для подключения кабеля T568B – T568B.

На рисунке показано применение дополнительного порта "Uplink" совмещенного с портом №8. При этом сам порт №8 должен оставаться пустым.

В современных коммутаторах реализована функция автоматического определения типа кабеля. Каждый порт коммутатора может сам определить стандарт подключенного к нему кабеля и порт сам определяет, в каком режиме ему работать. Функция автоматического определения типа кабеля значительно облегчает работу администратора сети.

Для подключения ПК к ЛВС необходимо:

- установить сетевой адаптер, поддерживающий сетевую технологию Ethernet
- осуществить физическое подключение к сетевому оборудованию с помощью кабеля



Рис.8. подключения ПК к коммутатору ЛВС кабелем T568B – T568B.

Для соединения двух ПК между собой с использованием только сетевых адаптеров используют кабель с «перевернутой» разводкой (Uplink или Crossover) по стандарту

Задание на лабораторную работу

1. Изучить состав и назначение основных компонентов сетевого оборудования.

Ответить на контрольные вопросы. Выяснить состав сетевых компонентов, используемых в составе лаборатории и способ их соединения в ЛВС. Изучить правила разделки и подключения кабеля типа витая пара по стандартам T568A и T568B.

Отчет:

Физическая топология ЛВС лаборатории.

Электрическая схема подключения сетевого адаптера Вашего компьютера к ЛВС



## Лабораторная работа №13

### Установка преобразователя аналоговых сигналов измерительного универсального

I. Цель работы: познакомиться с устройством и его установкой, техническими характеристиками, принципом работы преобразователя аналоговых сигналов ИТП-11.

#### 1. Назначение прибора

Прибор предназначен для измерения и индикации физической величины, преобразованной в унифицированный сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА.

Прибор позволяет осуществлять следующие функции:

- ✓ измерять унифицированный двухпроводный токовый сигнал от 4 до 20 мА;
- ✓ индигировать отмасштабированное измеренное значение входного сигнала от 4 до 20 мА с учетом заданного пользователем количества десятичных знаков ;
- ✓ масштабировать измеренный сигнал в соответствии с заданными пользователем параметрами (нижняя и верхняя границы диапазона отображения измеряемой величины);
- ✓ вычислять квадратный корень из измеренного значения входного сигнала.
- ✓ индигировать аварийную ситуацию в случае выхода измеренных значений за пределы от 4 до 20 мА
- ✓ изменять параметры конфигурации: диапазон измерений, количество знаков после запятой и т.д.;
- ✓ устанавливать зависимость измеряемой величины от входного сигнала: линейную или корнеизвлекающую;
- ✓ устанавливать функцию демпфирования колебаний входного сигнала;
- ✓ устанавливать пароль для предотвращения несанкционированного доступа к настройкам изделия.

Прибор может применяться в составе систем автоматизированного контроля и управления технологическими процессами в качестве основного или дополнительного индикатора физических величин, измеряемых первичными преобразователями, имеющими выходной унифицированный сигнал от 4 до 20 мА.

#### 2. Технические характеристики и условия эксплуатации

##### 2.1 Технические характеристики прибора

Основные технические характеристики прибора приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики прибора

Наименование	Значение
Питание	двухпроводная токовая петля от 4 до 20 мА (падение напряжения не более 7 В)
Количество входов	1
Входной сигнал, мА	от 4 до 20
Диапазон преобразования и индикации входного сигнала, мА	от 3,8 до 22,5
Диапазон входного сигнала, обеспечивающий нормальное функционирование изделия, мА	от 3,2 до 25
Динамическое входное сопротивление прибора, Ом, не более	200
Пределы основной приведенной погрешности индикации, % (N – единица последнего разряда, выраженная в % от диапазона измерений)	$\pm(0,2+N)$
Время установления показаний (при отключенном демпфировании), с, не более	10
Время установления рабочего режима (после подачи питания), мин, не более	15
Время опроса входа (после установления рабочего режима, при отключенном демпфировании), с, не более	1



Степень защиты корпуса: со стороны лицевой панели со стороны цилиндрической части корпуса	IP54 IP20
Габаритные размеры прибора, мм	26×48×65
Масса прибора, кг, не более	0,1
Средний срок службы, лет	8
Средняя наработка на отказ, ч	10000

## 2.2 Условия эксплуатации прибора

По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N2 по ГОСТ Р 52931.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ Р 52931.

При этом прибор эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 40 до +80 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха: не более 80 % при +35 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

По устойчивости к электромагнитным воздействиям и по уровню излучаемых радиопомех прибор соответствует оборудованию класса А по ГОСТ 51522 (МЭК 61326-1). По уровню излучения радиопомех (помехоэмиссии) приборы соответствуют нормам, установленным для оборудования класса А по ГОСТ Р 51318.22.

Электрическое сопротивление изоляции электрических цепей относительно корпуса и между собой не менее 20 МОм в нормальных климатических условиях и не менее 5 МОм при температуре, соответствующей верхнему значению рабочих условий.

## 3 Устройство и работа прибора

Структурная схема прибора приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема прибора

Прибор содержит аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для оцифровки измеренного сигнала в токовой петле. Оцифрованный сигнал поступает в микроконтроллер, где осуществляется цифровая фильтрация сигнала, а также коррекция, масштабирование и вычисление квадратного корня (при необходимости). Полученное значение сигнала выводится на цифровой индикатор.

Конструктивно прибор выполнен в пластмассовом корпусе, предназначенном для щитового крепления в круглое отверстие диаметром 22,5 мм.

Габаритные и установочные размеры прибора и его внешний вид приведены на рис. 2.

На приборе расположены элементы управления и индикации.

На лицевой панели расположен четырехразрядный семисегментный цифровой индикатор красного свечения, предназначенный для отображения значений измеряемой величины сигнала об аварии и функциональных параметров прибора; высота символа индикатора 14 мм.



Кнопки управления расположены на цилиндрической части прибора.

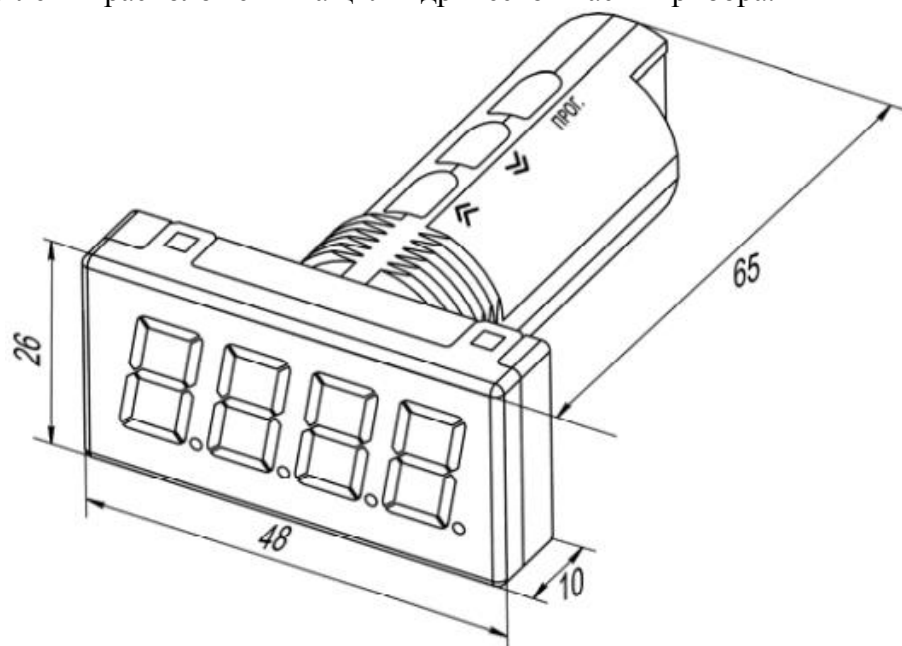


Рис. 2. Габаритный чертеж корпуса прибора. Вид спереди.

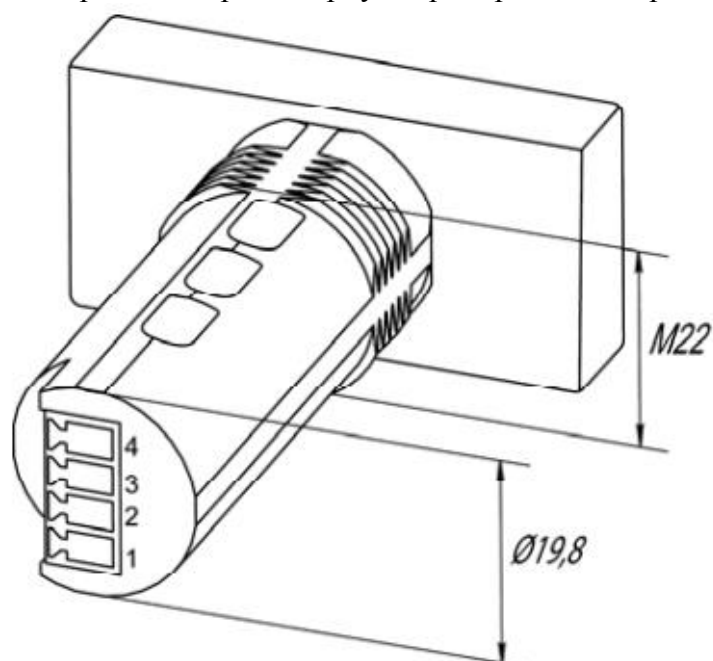


Рис. 3. Габаритный чертеж корпуса прибора. Вид сзади.

На рис. 4 представлена схема подключения датчика к прибору. На рис. 5 представлена схема подключения датчика к ИТП-11 и другому измерителю одновременно. Рис. 3 демонстрирует разъем прибора с нумерацией контактов.

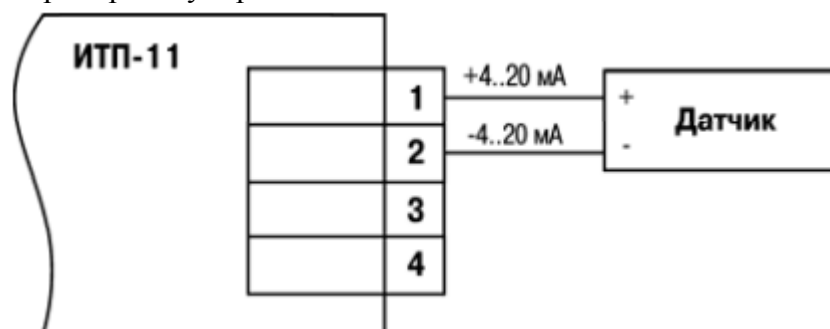


Рис. 4. Подключение датчика к прибору ИТП



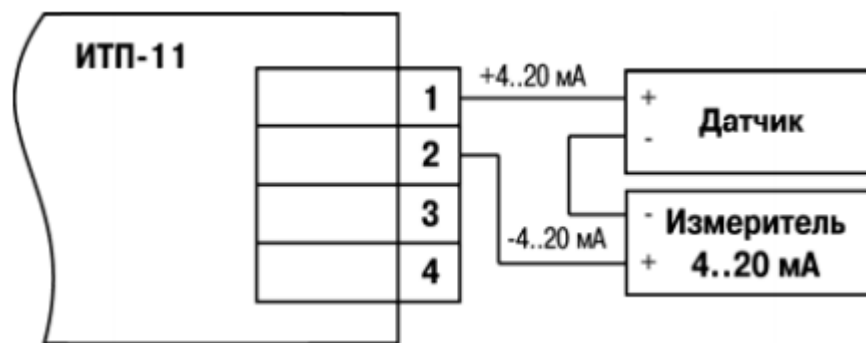


Рис. 5. Подключение датчика к прибору ИТП-11 и другому измерителю



## Лабораторная работа №14

### Определение вариации показаний прибора

**Цель работы:** научиться собирать схему и экспериментально определять вариацию показаний электромеханического измерительного прибора.

Оборудование:

1. Регулируемый источник напряжения.
2. Реостат с номиналом 1 кОм.
3. Электромеханический амперметр с пределом 30 мА.
4. Многопредельный цифровой амперметр.

**Порядок выполнения работы:**

1. Собрать схему согласно рисунку 1 для определения вариации показаний амперметра.

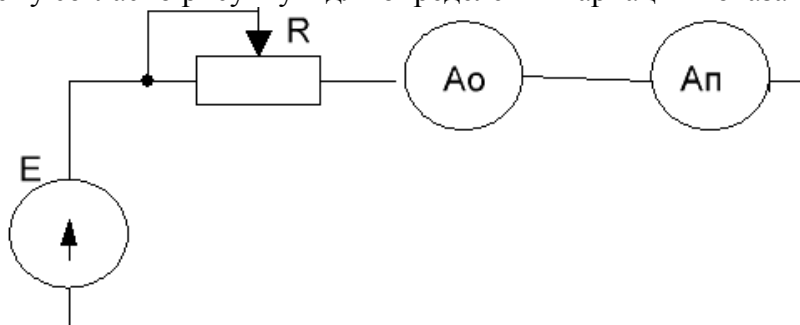


Рисунок 1

2. Определить цену деления электромеханического прибора и класс точности
3. Перевести подвижный контакт реостата в крайнее левое положение.
4. Плавно увеличивая ток с помощью переменного сопротивления от нуля до первой оцифрованной отметки на шкале поверяемого амперметра  $A_n$ , записать в таблицу 1 значения токов  $A_n$  и  $A_0$ . Повторить опыт для всех остальных оцифрованных значений для амперметра  $A_n$ .

Таблица 1 (при увеличении тока)

$A_n$						
$A_0$						
$\Delta_1$						

5. Для каждой отметки шкалы определить наибольшую разность  $\Delta$  и записать ее в таблицу 1.

6. Повторить опыт пункта 4 при плавном уменьшении тока. Результаты измерений записать в таблицу 2

Таблица 2 (при уменьшении тока)

$A_n$						
$A_0$						
$\Delta_2$						

7. Для каждого цифрового значения определить разность показаний образцового прибора по формуле:

$$\Delta = \Delta_1 - \Delta_2$$

8. Для каждого цифрового значения определить приведенную погрешность. Сделать вывод о соответствии класса точности поверяемого прибора.

**Контрольные вопросы:**

1. От чего зависит вариация показаний прибора.
2. Как обозначаются классы точности на шкале прибора.
3. Что такое относительная погрешность.
4. Как обозначается приведенная погрешность.



### Лабораторная работа № 3

Измерение индуктивности и емкости мостом переменного тока

**Цель работы:** изучить устройство и работу прибора, его составных частей и научиться применять мост переменного тока для измерения параметров индуктивностей и конденсаторов.

Оборудование:

- 1) Мост переменного тока Е7-9(Е7-4);
- 2) Образцы конденсаторов, индуктивностей.

**Порядок выполнения работы:**

#### 1. Подготовить прибор к работе, для этого:

Клемму заземления на передней панели прибора соединить с земляной шиной.

1.1 Включить прибор в сеть при помощи соединительного шнура.

1.3 Установить тумблер включения в положение «сеть», при этом должна загореться сигнальная лампочка

#### 2. Прогреть прибор в течение 15 мин.

2.1. За время прогрева проверить работоспособность прибора. При исправном приборе:

А) должна мигнуть лампочка светового индикатора при включении тумблера «сеть»;

Б) произвести настройку прибора на нулевые биения по световому индикатору ручкой «НАЧ. УСТ.» при разомкнутых клеммах СХ и замкнутых клеммах LX и нулевых положениях всех отсчетных устройств конденсаторов  $C_1, C_2, C_3$ , переключатель «МНОЖИТЕЛЬ К» при этом должен быть в положении «ИЗМЕР. С» при измерении емкости;

В) произвести настройку прибора на нулевые биения ручкой «НАЧ. УСТ.» при замкнутых клеммах LX и нулевых положениях всех отсчетных устройств конденсаторов; переключатель «МНОЖИТЕЛЬ К» при этом поочередно устанавливается в положение 0,01; 0,1; 1; 10; 100 при измерении индуктивности.

#### 3. Проведение измерений индуктивности.

3.1. Замкнуть клеммы LX.

3.2. Установить переключатель  $C_1$  и отсчетные устройства конденсаторов  $C_2$  и  $C_3$  на нуль. Установку отсчетных устройств производить по часовой стрелке.

3.3. Поставить переключатель «МНОЖИТЕЛЬ К» в нужное положение, если известен порядок измеряемой индуктивности. Если порядок измеряемой индуктивности неизвестен, то переключатель «МНОЖИТЕЛЬ К» следует поставить в положение 100, в котором провести ориентировочное измерение индуктивности любой величины, находящейся в пределах величин индуктивностей, измеряемых прибором.

3.4. Добиться ручкой «НАЧ. УСТ.» нулевых биений (нулевым биением соответствует момент погасания светового индикатора). При большой расстройке генераторов световой индикатор затемнен. При уменьшении расстройки индикатор начинает светиться, а при приближении к нулевым биениям - мигать, и при равенстве частот генераторов световой индикатор не горит.

3.5. Снять закорачивающую пластину и к клеммам L подключить измеряемую индуктивность. Добиться нулевых биений вращением ручек отсчетных устройств конденсаторов  $C_2$  (грубая настройка) и  $C_3$  (точная настройка) по часовой стрелке. Измеряемая величина индуктивности ( $L_x$ ) в мкГн определяется по формуле:

$$L_x = K(C_2 + C_3),$$

где K - множитель поддиапазонов (0,01; 0,1; 1; 10; 100).

3.6. После определения порядка измеряемой индуктивности следует уточнить результаты, для чего переключатель «МНОЖИТЕЛЬ К» необходимо поставить в нужное положение и произвести измерения в выше изложенном порядке, начиная с пункта 3.1. При настройке ручками отсчетных устройств конденсаторов  $C_2$  и  $C_3$  ручку «НАЧ. УСТ.» не вращать.

3.7. При измерении индуктивности в диапазоне от 0 до 1,0 мкГн необходимо пользоваться переходом 2.236.003 и пластиной 7.755.034. Подключить к клеммам  $L_x$  переход и замкнуть его пластиной. Включить переключатель  $C_x$  в положение 0. Выставить на отсчетном устройстве конденсаторов  $C_2$  нулевое значение, а на  $C_3$  значение,



соответствующее величине закорачивающей пластине (9 нГн). Настроиться на нулевые биения ручкой «НАЧ. УСТ.» Разомкнуть пластину и подключить измеряемую индуктивность к переходу. Измерения производить по методике, описанной в пункте 3,5.

3.8. Определение дополнительной погрешности из-за влияния добротности измеряемой индуктивности на 5 поддиапазоне производится по графику. График дает зависимость величины погрешности от величины добротности (Q) измеряемой индуктивности, измеряемой на рабочей частоте прибора.

**Пример.** Величина измеряемой индуктивности  $L_{изт} = 100 \text{ мГ}$  добротность её, измеренная на частоте около 11 кГц=20. Величина индуктивности с учетом поправки определяется по формуле:

$$L_{в*} = L_{AU} 100 \text{ мГ} - 0,28 \text{ мГ} = 99,72 \text{ мГ} - \text{Примечания:}$$

1. При измерении малых индуктивностей до 10 мкГн не обязательно добиться того, чтобы световой индикатор был затемнен. Достаточная точность настройки получается при медленных миганиях лампочки

любой величины, находящейся в пределах величин индуктивностей, измеряемых прибором.

2. При измерении малых индуктивностей до 10 мкГн не обязательно добиться того, чтобы световой индикатор был затемнен. Достаточная точность настройки получается при медленных миганиях лампочки.

3. Прибор позволяет измерять индуктивности от 0,05 мкГн до 0,1 мГн, при этом измерения по точности не гарантируются и носят сравнительный характер.

3.9. С помощью прибора возможно измерение индуктивности катушек с ферритовыми сердечниками в пределах от 1 мкГн до 500 мкГн с погрешностью не хуже\* 10%. Методика измерения индуктивности с ферритовыми сердечниками аналогична методике измерения индуктивности катушек без сердечника. Отсчет результата измерения производится через промежуток времени, равный времени установления показания (1 минута).

#### 4. Проведение измерения емкости.

4.1. Включить кнопку «ИЗМЕР. С.»

4.2. Установить на нуль отсчетные устройства конденсаторов  $C_1$  и  $C_3$  и переключатель  $C_2$ . Установку отсчетных устройств производить по часовой стрелке.

4.3 Настроиться ручкой «НАЧ. УСТ.» на нулевые биения по световому индикатору (при разомкнутых клеммах  $C_x$ ).

4.4. Подключить измеряемую емкость к клеммам  $C_x$  и произвести вторичную настройку на нулевые биения, пользуясь переключателем  $C_1$  и отсчетными устройствами конденсаторов  $C_1$  и  $C_3$ .

Измеряемая емкость ( $C_x$ ) 8 пФ определяется по формуле:

$$C_x = Q + C_2 + C_3$$

#### Примечания:

1. При измерении емкостей до 1000 пФ не обязательно добиваться того, чтобы световой индикатор был затемнен. Достаточная точность настройки получается при медленных миганиях лампочки.

2. Экранирующую (внешнюю) обкладку измеряемого конденсатора следует присоединить к корпусной клемме.

3. При измерении нельзя подносить руку или какой-нибудь предмет к соединительным проводникам и клеммам прибора.

4. При точных измерениях не рекомендуется пользоваться соединительными проводами, которые создают дополнительную емкость. Так, например два соединительных провода диаметром 0,5 мм, длиной около 10 см вносят дополнительную погрешность около 0,5%.

5. Измерение малых емкостей необходимо производить с помощью перехода 2.236.003.



**Контрольные вопросы:**

1. От чего зависит величина емкости конденсатора.
2. Назвать основные параметры конденсатора.
3. Пояснить порядок измерения индуктивности.
4. Пояснить порядок измерения емкости.
5. Что определяет угол диэлектрических потерь.



## **ЛИТЕРАТУРА:**

### **Основные источники:**

- 1.Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учеб. пособие, - Минск; М.: Новое знание : ИНФРА-М, 2015. – 269 с. – 2 экз.
- 2.Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники: практикум, - М.: Академия, 2015, - 176 с. 15 экз.
- 3.Варварин В.К. Выбор и наладка электрооборудования: справ. пособие. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2015. – 240 с. – 2 экз.

### **Дополнительные источники:**

- 1.Ф. Я. Рудик, Н. В. Юдаев, В. Н. Буйлов. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий. – М.: ГИОРД, 2008
- 2.Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: Академия, 2009
3. Профессиональные информационные системы CAD и CAM.



