



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

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПК БГТУ

В.М. Малашенко

« 30 » 08 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по профессиональному модулю**  
**ПМ. 04 Осуществление текущего мониторинга состояния**  
**систем 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. 04 Осуществление текущего мониторинга состояния  
систем 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)

«28» 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	6
Определение сечения проводов по токовой нагрузке (допустимому нагреву)	
Практическая работа №2	8
Определение сечения проводов по допустимой потере напряжения	
Практическая работа №3	10
Измерение импульсной последовательности с помощью осциллографа	
Практическая работа №4	14
Контроль температуры с помощью терморезистора	
Практическая работа №5	15
Расчет точности измерений	
Практическая работа №6	16
Поверка средств измерений	
Практическая работа №7	18
Выбор типа электронного осциллографа	
Практическая работа №8	21
Перевод заданной физической величины с помощью множителей в укрупненные и дольные величины	
Практическая работа №9	27
Расчет коэффициента мощности цепи косвенным методом	
Практическая работа №10	31
Изучение и применение моста переменного тока	
Практическая работа №11	34
Устройство контроля уровня трехканальное	
Лабораторная работа №12	36
Диагностика, поиск неисправности и ремонт усилителя звуковой	

частоты.

Лабораторная работа №13	38
Поиск неисправностей и ремонт электронных блоков питания.	
Лабораторная работа №14	41
Исследование способов включения контрольно-измерительных приборов для оценки работоспособности и испытания электрических схем	
Практическая работа №15	45
Расчет и выбор пускозащитной аппаратуры	
Практическая работа №16	
Элементы сравнения OWEN Logic	
Практическая работа №17	
Элементы регулирования OWEN Logic.	
Практическая работа №18	
1С- Паспорт работ /тарифы / нормативы.	
Литературы	78

## 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. Практические работы.
5. Литература.

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 №1

**Тема:** «Определение сечения проводов по токовой нагрузке (допустимому нагреву)»

**Цель:** практическое ознакомление с основными принципами электробезопасности.

Оборудование: методические указания, справочный материал.

### 1. Теоритическая часть.

При определении сечения проводов пользуются понятиями: - номинальная мощность  $P_n$  - указанная на электроприемнике. - установленная мощность  $P_y$  - сумма номинальных мощностей установленных приемников. - расчетная мощность  $P_p$  - мощность по которой производится расчет. Указанным мощностям соответствуют токи  $I_n; I_y; I_p$  которым присваиваются такие же отличительные названия. Практически все приемники энергии одновременно не включаются, и двигатели, кроме того, не все время загружены полностью, поэтому при расчете исходят не из установленной мощности, а из той части ее  $P_p$ , которая может одновременно использоваться потребителем. Отношение расчетной мощности к установленной называют коэффициентом спроса:

$$K_c = \frac{P_p}{P_y}; \quad \text{или} \quad K_c = \frac{I_p}{I_y}.$$

Коэффициенты спроса принимаются при осветительной нагрузке: - для сетей наружного освещения  $K = 0,7$  - для сетей бытового освещения  $K = 0,7 - 0,8$  - для сетей промышленных предприятий  $K = 0,7 - 0,9$ .

При осветительной нагрузке расчетный ток для цепей однофазного переменного тока и для постоянного тока:

$$I_p = \frac{K_c \cdot P_y}{U} = \frac{P_p}{U}$$

- а для трехфазных цепей:

$$I = \frac{K_c \cdot P_y}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U}$$

При силовой нагрузке для цехов холодной обработки металлов при: - одном – двух установленных двигателях  $K_c = 1$  - при четырех –  $K_c = 0,8$  - при шести –  $K_c = 0,6$ .

Номинальный ток двигателей постоянного тока и в трехфазных цепях соответственно определяются по формулам:

$$I_n = \frac{P_n}{U \cdot \eta} \quad I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi}$$

- где  $\eta$  - к.п.д. электродвигателя.

Значения  $\eta$  и  $\cos \varphi$  для двигателей берутся из справочников или каталогов. При ориентировочных расчетах для двигателей небольшой мощности до 10-12 кВт произведение  $\eta \cdot \cos \varphi$  можно считать равным 0.7 – 0.8.

Расчетный ток двигателей

$$I_p = K_c \cdot I_n = K_c \cdot I_y$$

Определение сечения проводов по допустимому нагреву их производится по таблице в которой для стандартных сечений различных марок проводов даются предельно допустимые токи. ( см. таблицу )

Допустимый ток провода должен быть не меньше расчетного, т.е.



$$I_d > I_p$$

Таким образом выбирается провод того сечения, допустимый ток которого равен расчетному или несколько больше его.

Ход работы.

1. Рассмотреть задачу :

Определить расчетный ток в магистральных проводах трехфазной линии напряжением 220В, если в линию включены три электродвигателя. Суммарная установленная мощность двигателей должна быть примерно 30 кВт (каждый последующий номер в списочном составе группы дает увеличение установленной мощности на 0,5 кВт.) Виды двигателей подбираем по таблице. При расчетах параметры двигателей берутся как средние арифметические величины. Кроме того используя таблицу «Допустимых длительных токовых нагрузок» определить марку провода и его сечение.

2. Ознакомиться с примером расчета электрической цепи.

Пример:

Определить расчетный ток в магистральных проводах трехфазной линии напряжением 220В если на конце ее присоединены три электродвигателя с номинальной мощностью  $P_{н1} = 4,5$  кВт,  $P_{н2} = 2,8$  кВт,  $P_{н3} = 3,5$  кВт. Выбрать сечение проводов исходя из условия допустимого нагревания их.

Решение:

Находим установленную мощность:  $P_y = P_{н1} + P_{н2} + P_{н3} = 4,5 + 2,8 + 3,5 = 10,8$  кВт. Определяем расчетный ток в магистральной:

$$I = \frac{K_c \cdot P_y \cdot 1000}{1,73 \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{0,9 \cdot 10,8 \cdot 1000}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,73} = 35 \text{ А.}$$

Найденный расчетный ток  $I = 35$  А совпадает с допустимым током  $I = 35$  А, для проводов сечением  $S = 4$  мм. Это сечение и выбираем для заданных условий. 3. Подобрать, используя справочный материал необходимые двигатели заданной мощности. Записать их маркировку и необходимые данные. 4. Провести необходимые расчеты. 5. Пользуясь таблицей «Допустимых длительных токовых нагрузок» определить марку провода и его сечение.

Контрольные вопросы.

1. Какова зависимость токовой нагрузки от сечения проводника.
2. Дать понятие коэффициента спроса.
3. Что такое установленная мощность.

## Практическая работа. №2

Тема: «Определение сечения проводов по допустимой потере напряжения»

Цель: получение основных навыков в расчетах

. Оборудование: методические указания, справочный материал.

1. Теоретическая часть:

Потерей напряжения называется арифметическая разность напряжений в начале и конце линии:  $\Delta U = U_1 - U_2$

Часто потерю напряжения выражают в процентах напряжения в начале линии, называя ее относительной потерей напряжения:

$\epsilon = \frac{\Delta U}{U_2} \cdot 100\%$  Допустимая относительная потеря напряжения на участке от подстанции до потребителя: - для осветительной нагрузки - 2 – 3%  
- для силовой нагрузки – 4 – 6 %. Для определения сечения проводов двухпроводной линии постоянного тока:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U} \quad - \text{ где } \gamma = \frac{1}{\rho} \quad - \text{ удельная проводимость}$$

Заменив  $\Delta U$  относительной потерей напряжения, получим:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot \epsilon \cdot U} \quad - \text{ где (число 100 это 100\% взятые без \%) или,}$$

умножив и разделив на  $U$ , придадим формуле другой вид:

$$S = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot \epsilon \cdot U^2} \quad (1)$$

Отсюда следует, что 
$$\epsilon = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} \quad (2)$$

По формулам (1) и (2) определяют сечение проводов линии с нагрузкой на конце ее по заданной относительной потере напряжения или соответственно определяют относительную потерю напряжения в линиях по заданному сечению проводов. Эти формулы можно применять: - для цепей постоянного тока; - для однофазных переменного тока; - для трехфазных цепей. (в этом случае множитель 2 в числителе должен быть отброшен, напряжение  $U$  является линейным напряжением, т.е.  $U = U_L$ , а мощность  $P$  является активной мощностью трехфазной нагрузки)

2. Ход работы.

Рассмотреть задачу:

Определить падение напряжения в трехфазной линии напряжением 220В, выполненной проводом длиной 30м. Данные для расчетов использовать пр.р. №8

Пример:

Определить падение напряжения в трехфазной линии напряжением 220В, выполненной проводом ПР длиной 15 метров и сечением  $S = 4 \text{ мм}^2$ , если на концы ее присоединены три электродвигателя мощностью  $P = 4,5 \text{ кВт}$ ,  $P = 2,8 \text{ кВт}$ ,  $P = 3,5 \text{ кВт}$ , а коэффициент  $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0,85$

Решение:

Мощность в цепи питания двигателя при номинальной нагрузке их равна:

$$P = \frac{P_{н1}}{\eta_1} + \frac{P_{н2}}{\eta_2} + \frac{P_{н3}}{\eta_3} = \frac{4,5}{0,85} + \frac{2,8}{0,85} + \frac{3,5}{0,85} = 12,7 \text{ кВт}$$

Расчетная мощность определяется соотношением:

$$P_p = K_c \cdot P = 0,9 \cdot 12,7 = 11,5 \text{ кВт}$$

Из формулы ( 2 ) имеем:

$$\epsilon = \frac{100 \cdot P_p \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 11,5 \cdot 1000 \cdot 15}{57 \cdot 4 \cdot 220^2} = 2\%$$

Таким образом, относительная потеря напряжения не превышает допустимой, и , следовательно, выбранное по условиям допустимого нагревания сечение проводов  $S = 4\text{мм}$  приемлемо.

Контрольные вопросы.

- 1.Какова причина падения напряжения в проводах.
- 2.Какова допустимая потеря напряжения в осветительной и силовой нагрузке.
- 3.Записать формулу зависимости сопротивления проводника от геометрических размеров и проводимости металла.

### Лабораторная работа №3

Тема: Измерение импульсной последовательности с помощью осциллографа

**Цель работы** - научиться практически применять электронный осциллограф в технических измерениях.

**Оборудование:**

1. Одно или двухлучевой осциллограф.
2. Генератор сигналов низкой частоты.

**Порядок выполнения работы.**

1. Подготовить осциллограф к работе.
2. По заданию преподавателя установить на генераторе заданную частоту синусоидальных колебаний и амплитуду выходного напряжения.
3. Получить на экране неподвижную осциллограмму, содержащую несколько периодов исследуемого синусоидального напряжения. Зарисовать осциллограмму в отчет.

При измерении временных интервалов необходимо ручку «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» установить в крайнее правое положение. В крайнем правом положении ручки плавной регулировки длительность развертки калибровка и соответствует градуировке переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ».

Измеряемый временной интервал желательно установить в центре экрана с помощью ручки «←—►».

Переключатель длительности развертки и тумблер множителя развертки следует установить в такое положение, чтобы измеряемый интервал времени занимал длину на экране не менее 4 делений шкалы. Для уменьшения погрешности измерения за счет толщины линии, измерения производятся или оба по правым, или оба по левым краям линий изображения. Точность измерения временных интервалов увеличивается при увеличении длины измеряемого расстояния на экране ЭЛТ, поэтому при измерениях необходимо правильно выбирать рабочую длительность развертки.

Измеряемый временной интервал определяется произведением 3-х величин: длины измеряемого интервала времени на экране по горизонтали в делениях шкалы, значения величины времени на 1 деление шкалы в данном положении переключателя «(ВРЕМЯ/ДЕЛ)» и значения множителя развертки («Х1», «ХОД»).

Измерение временных интервалов можно произвести при помощи яркостных меток. Для модуляции можно использовать, синусоидальное или импульсное напряжение внешнего источника. Для этого необходимо получить на экране ЭЛТ четкое неподвижное

изображение, используя режим внешней синхронизации развертки модулирующим сигналом.

Затем ручками «ЯРКОСТЬ» и «ФОКУС» отрегулировать изображение так, чтобы на экране осциллографа были видны четкие яркие метки с темными промежутками между ними. Длительность временного интервала определяется методом подсчета количества периодов следования меток, укладывающихся на его изображение.

#### ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ.

Частоту сигнала можно определить, измерив его период  $T$ .

$$f = 1/T$$

При любой длительности развертки число периодов сигнала на 10 делениях шкалы зависит от частоты сигнала. Таким образом, подсчитав число периодов на 10 делениях шкалы и разделив это число на десятикратную длительность развертки на деление, получим частоту сигнала.

Хорошо зарекомендовавшим себя на практике является следующий способ определения частоты периодического сигнала.

Подсчитывают расстояние в делениях целого числа периодов сигнала, укладывающихся наиболее близко к 10 делениям шкалы.

Пусть, например, 5 периодов занимают расстояние 8,45 делений при длительности развертки  $T_r = 2$  мксек/дел. Тогда искомая частота сигнала равна

$$f = n / T_r = 5 / 8,45 \cdot 2 \cdot 10^6 = 5 \cdot 10^6 / 16,9 = 296 \text{ кГц}$$

Другим методом определения частоты является сравнение неизвестной частоты с эталонной частотой по фигурам Лиссажу. В этом случае на вход усилителя вертикального отклонения подается сигнал, частоту которого необходимо измерить, а на усилитель горизонтального отклонения - напряжение от генератора образцовой частоты.

При сближении частот на экране появляется вращающийся эллипс, остановка которого указывает на полное совпадение частот.

При кратком соотношении частот на экране получается более сложная фигура, причем частота по вертикали так относится к частоте по горизонтали, как число точек касаний к касательной по горизонтали относится к числу точек касаний к касательной по вертикали.

Возможно также определение частоты или длительности сигнала с помощью яркостных меток, получаемых путем подачи эталлонной частоты кратной и синхронной с исследуемым сигналом на гнездо «ВХОД Z».

Результаты записать в таблицу 1.

#### **4. Измерить амплитуду исследуемого сигнала.**

Перед проведением измерения амплитуды исследуемого сигнала рекомендуется проверить калибровку чувствительности усилителя по калибратору амплитуды.

Для этого переключатель входного аттенюатора «ВОЛЬТ/ДЕЛ» необходимо установить в положение «КАЛИБР 4 ДЕЛ», ручку «УСИЛЕНИЕ»- в крайнее положение. Установить один из диапазонов развертки, обеспечивающий две параллельные линии изображения прямоугольного напряжения калибратора. Добиться совпадения на экране двух параллельных линий изображения с делениями шкалы. Величина изображения при этом должна быть равной 4 делениям. При несоответствии произвести корректировку ручкой «ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ Y», выведенной под шлиц на левой боковой стойке прибора.

Для уменьшения погрешности установки за счет толщины линий и перекоса вершины калибровочного импульса необходимо совмещать с линиями шкалы или оба верхних, или оба нижних края линий изображения. Совмещение следует производить в точках скрещивания с одной и той же вертикальной линией в середине шкалы.

После совмещения линий чувствительность тракта вертикального отклонения луча будет соответствовать величинам, обозначенным на шкале переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

Измерение амплитуды исследуемого сигнала производится следующим образом. На вход усилителя вертикального отклонения подается исследуемый сигнал. Ручка «УСИЛЕНИЕ» должна находиться в крайнем правом положении. При помощи ручек «Т» и «М ►» сигнал совмещается с нужными делениями шкалы и измеряется в исследуемых размерах изображения по вертикали в делениях.

Величина амплитуды исследуемого сигнала в вольтах будет равна произведению замеренной величины изображения в делениях, умноженной на цифровую отметку показаний переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ». При работе с выносным делителем 1/10 полученный результат необходимо умножить на 10.

Точность измерения амплитуд гарантируется при размахе изображения от 2 до 6 делений. Поэтому входной аттенюатор необходимо поставить в такое положение, при

котором размах исследуемого сигнала получается наибольшим, в пределах рабочей части экрана.

Результаты записать в таблицу 1.

Таблица 1.

Параметр исследуемого напряжения	Установленное значение по звуковому генератору	Значение, измеренное осциллографом
Амплитуда напряжения, В		
Период следования, мкс		
Частота следования, Гц.		

**Контрольные вопросы:**

1. Поясните методику измерения напряжения.
2. Поясните методику измерения частоты периодических колебаний.
3. В каких случаях используется ждущий режим осциллографа?
4. Какими регулировками добиваются устойчивого изображения?
5. Что такое «открытый» и «закрытый» входы осциллографа?
6. Форма какого напряжения на пластинах «Х» и где оно формируется.

## Лабораторная работа №4

### Контроль температуры с помощью терморезистора

**Цель работы** –получить навыки контроля температуры с помощью терморезистора

**Оборудование:**

1. Тепловая камера.
2. Нагреватель мощностью 30 Вт.
3. Полупроводниковый терморезистор.
4. Цифровой омметр.

**Порядок выполнения работы.**

1. Ознакомиться с оборудованием, необходимым для проведения работы, определить цену деления ртутного термометра и номинал терморезистора.
2. Собрать установку для снятия характеристики терморезистора, расположив датчик ртутного термометра и терморезистор в тепловой камере рядом.
3. Записать в таблицу1 показание цифрового омметра, подключенного к терморезистору, при комнатной температуре.
4. Включить нагреватель в сеть 220 В.
5. Довести температуру в тепловой камере до 100 °С. Через каждые 10 градусов повышения температуры в тепловой камере снять показания омметра в таблицу 1.

Показание термометра, °С									
Показание омметра при повышении температуры, Ом									
Показание омметра при понижении температуры, Ом									
$\Delta R$ , Ом									

6. Отключить нагреватель от сети 220 В.
7. Через каждые 10 градусов понижения температуры до исходного значения в камере записать показания цифрового омметра в таблицу 1.
8. По полученным данным построить характеристики терморезистора при нагревании и при остывании тепловой камеры  $R=f(^{\circ}\text{C})$ .
9. Для каждого опыта определить температурную разность  $\Delta R$  показаний омметра.
10. Построить усредненную характеристики терморезистора.

**Контрольные вопросы:**

1. Как классифицируются преобразователи.
2. В чем достоинство и недостатки медных терморезисторов.
3. В чем достоинство и недостатки полупроводниковых терморезисторов.
4. Что такое термопара и как они используются для измерения температуры.



Практическая работа №5  
Расчет точности измерений

**Цель работы:** научиться выбирать измерительный прибор, обеспечивающий наименьшую погрешность при измерении заданной физической величины.

Исходные данные для выполнения работы приведены в таблице.

№ варианта	Измеряемая величина	Прибор 1		Прибор 2	
		Предел	Кл. точности	Предел	Класс точности
15	100 мкА	500 мкА	1,0	300 мкА	1,5

Для выполнения работы необходимо воспользоваться формулами относительной и приведенной погрешности.

Контрольные вопросы:

- 1) Дать определение относительной погрешности.
- 2) Дать определение приведенной погрешности.
- 3) Дать определение абсолютной погрешности.
- 4) От чего зависит погрешность измерительного прибора.
- 5) Как обозначаются классы точности измерительных приборов.

Практическая работа №1  
Расчет точности измерений

**Цель работы:** научиться выбирать измерительный прибор, обеспечивающий наименьшую погрешность при измерении заданной физической величины.

Исходные данные для выполнения работы приведены в таблице.

№ варианта	Измеряемая величина	Прибор 1		Прибор 2	
		Предел	Кл. точности	Предел	Класс точности
16	50 мВ	75 мВ	2,5	300 мВ	1,5

Для выполнения работы необходимо воспользоваться формулами относительной и приведенной погрешности.

Контрольные вопросы:

- 1) Дать определение относительной погрешности.
- 2) Дать определение приведенной погрешности.
- 3) Дать определение абсолютной погрешности.
- 4) От чего зависит погрешность измерительного прибора.
- 5) Как обозначаются классы точности измерительных приборов.

## Практическая работа №6

### 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.

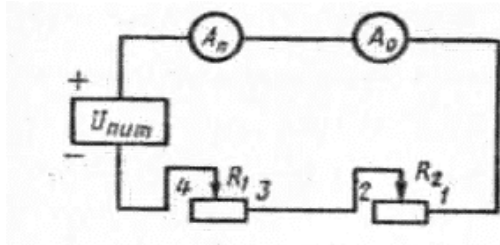


Рис.1 Схема поверки измерителя тока

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.

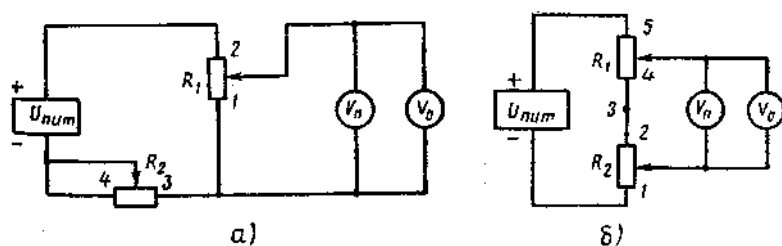


Рис.2 Схемы поверки вольтметра

### 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 непрочной 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 дошел 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

Показания Поверяемого прибора $A_x, A(B)$	Показания образцового прибора		Абсолютные погрешности		Приведенная погрешность $\gamma_{пр}, \%$	Вариация показаний $\gamma_{вар}, \%$
	При увеличении тока (напряжения) $A_{ов}, A(B)$	При уменьшении тока (напряжения) $A_{он}, A(B)$	При увеличении тока (напряжения) $\Delta, A(B)$	При уменьшении тока (напряжения) $\Delta, A(B)$		

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

Вариант	Поверяемый прибор с классом точности 1,5	Конечное значение шкалы	Точки шкалы	Показания образцового прибора (снятые при увеличении тока или напряжения)	Показания образцового прибора (снятые при уменьшении тока или напряжения)
1	2	3	4	5	6
1	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
2	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
3	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
4	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
5	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
6	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
7	Амперметр	20	5; 8; 10; 15; 20	5,03; 7,86; 10,11; 14,93;	4,94; 7,993; 10,001;

				20,01	14,992; 20,01
--	--	--	--	-------	------------------

1	2	3	4	5	6
8	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
9	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
10	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
11	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
12	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
13	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
14	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
15	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
16	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
17	Амперметр	5	1; 2; 3; 4; 5	0,95; 2,03; 3,045; 4,06; 5,03	0,994; 2,12; 2,96; 3,95; 5,08
18	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
19	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
20	Вольтметр	15	3; 5; 9; 12; 15	2,97; 5,04; 8,9;	2,97; 4,96;

				11,99; 15,001	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; 150,001	29,36; 45,51; 50,27; 75,2; 149,932

## **Практическая работа №7**

Тема: Выбор типа электронного осциллографа

**Цель работы изучить:** 1) методику выбора прибора и режима его работы; 2) технику безопасности.

При наблюдении и исследовании напряжения на экране основным требованием является получение неискаженной формы наблюдаемого сигнала. Это требование в основном выполняется при правильном выборе типа осциллографа и режима его работы, правильном подключении осциллографа к исследуемой цепи и оптимальных размерах изображения.

Основные параметры осциллографа следующие: 1) диаметр экрана ЭЛТ, от которого зависит размер осциллограммы; 2) схема ввода (открытый или закрытый); 3) значение входного сопротивления и выходной емкости; 4) ширина полосы пропускания усилителя канала вертикального отклонения; 5) чувствительность каналов, т.е. значение коэффициента отклонения по напряжению канала вертикального отклонения и коэффициента и длительности развертки; в технических данных осциллографа обычно указывают два значения коэффициента отклонения при подаче сигнала: а) через усилитель; б) непосредственно на вертикально отклоняющие пластины; 6) максимально допускаемая амплитуда напряжения исследуемого сигнала; 7) минимальный размер напряжения исследуемого сигнала, при котором обеспечивается класс точности осциллографа; 8) виды разверток и род синхронизации (внешняя, внутренняя); 9) возможность измерения, способ и значение погрешности измерения амплитуды и временных интервалов исследуемых сигналов; 10) габаритные размеры и масса.

Следует отметить, что правильный выбор осциллографа для конкретного измерения является сложной задачей и для ее решения необходимы не только хорошее знание работы осциллографа, назначения его отдельных элементов и их влияние на результаты измерения, но и наличие практического опыта работы.

Форма и амплитуда исследуемого сигнала существенно влияют на выбор типа осциллографа и режима его работы.

1. При исследовании периодических напряжений применяют осциллограф с периодической разверткой, длительность которой должна обеспечить получение осциллограммы с необходимым числом периодов. Так, например, если исследуется синусоидальное напряжение с ориентировочной частотой 20 кГц ( $T=50$  мкс) и на осциллограмме необходимо получить пять периодов этого напряжения, то длительность развертки выбирают равной  $T_p=250$  мкс.

2. Для исследования одиночных импульсных сигналов, последовательности импульсов с большой скважностью необходима ждущая развертка определенной длительности. Так, например, если исследуется импульс с длительностью 40 мкс и частотой повторения  $f = 200$  Гц, а осциллограмма должна содержать четкое изображение одного импульса и занимать половину линии развертки, то длительность развертки выбирают равной 80 мкс. При исследовании переднего и заднего фронтов импульса начало развертки должно опережать исследуемый импульс на время  $t_1 < t_w/2$  (при большем опережении задний фронт импульса не будет наблюдаться).

3. Неискаженное воспроизведение на экране ЭЛТ формы различных сигналов в большой степени зависит от полосы пропускания вертикального канала осциллографа. Так, например, для получения осциллограммы с неискаженной формой прямоугольного импульса длительностью  $t_n$  полоса пропускания осциллографа, т. е. высшая частота

полосы пропускания усилителя вертикального канала,  $F_B \geq 2/t_{\text{и}}$ . При этом искажение фронтов наблюдаемого импульса в большинстве случаев соответствует допустимым нормам.

При необходимости наблюдения импульсов с малыми искажениями их фронта  $t_{\text{ф}}$  верхнюю граничную частоту выбирают их условия  $F_B \geq 0,35/t_{\text{ф}}$ .

В универсальных и запоминающих осциллографах высшая частота полосы пропускания колеблется от 1 до 80 МГц, а в скоростных - от 0,35 до 5 ГГц.

4. Коэффициент отклонения или чувствительность выбираемого осциллографа определяется амплитудой исследуемого сигнала. При данной амплитуде сигнала коэффициент отклонения должен обеспечить получение осциллограммы с удобным для наблюдения размером по вертикале.

5. При выборе осциллографа следует также учитывать его входные активное сопротивление и емкость. Их значения должны соответствовать параметрам исследуемой схемы и характеристикам сигнала. Так, например, при исследовании прямоугольных импульсов с крутыми фронтами необходимо выбирать прибор с минимальной входной емкостью, чтобы не увеличить длительность фронта импульса.

Подключение осциллографа к колебательному контуру может вызвать значительную расстройку его, т. к. параллельно колебательному контуру присоединяется входная емкость осциллографа. Шунтирующее действие активного входного сопротивления прибора на измеряемую цепь может вызвать дополнительные, иногда значительные погрешности измерения, аналогично рассмотренному влиянию входного сопротивления вольтметра при соединении его к измеряемой цепи.

Поэтому можно воспользоваться изложенными ранее соображениями по выбору соотношений между входным активным сопротивлением прибора и сопротивлением измеряемой цепи.

Осциллограф подключается к источнику исследуемого сигнала с помощью коротких проводов при исследовании непрерывных сигналов низкой частоты или коаксиального кабеля при исследовании импульсных сигналов и сигналов высокой частоты. Следует помнить, что при исследовании постоянных и медленно меняющихся напряжений необходимо пользоваться открытым входом осциллографа.

При работе с осциллографом любого типа надо соблюдать следующие правила.

1. До включения прибора в сеть повернуть ручку регулировки яркости до отказа против часовой стрелки.

2. Включить прибор в сеть и после его прогрева ввести яркость и сфокусировать светящиеся пятно, установив его в центре экрана.

3. Выбрать требуемую развертку, коэффициент развертки или диапазон частот.

4. Подобрать частоту развертки и амплитуду синхронизации для получения неподвижного изображения, удобного для исследования и измерения. Необходимо помнить, что устойчивая работа генератора развертки достигается только при подаче напряжения синхронизации определенной амплитуды. Ее подбирают экспериментально (начиная с минимальных значений) специальным потенциометром, ручка управления которым обычно выводится на переднюю панель прибора. Не следует допускать слишком больших напряжений синхронизации во избежание так называемой пересинхронизации, вызывающей дробление развертки.

5. Подобрать коэффициент отклонения (коэффициент усиления вертикального канала) таким образом, чтобы получить на экране прибора изображение сигнала, удобное для измерения и исследования.



6. Регулируя фокусировку и яркость, добиться получения наиболее тонких и четких линий изображения на экране работа с минимальной яркостью увеличивает долговечность трубки и уменьшает погрешность измерений.

*Указания по технике безопасности.* 1. Пред эксплуатацией необходимо внимательно изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации осциллографа. 2. Пред включением прибора в сеть его необходимо надежно заземлить, для чего обычно на передней панели имеется специальная клемма. 3. Работа с прибором, вынутым из кожуха, опасно ввиду наличия высоких напряжений.

### **Рекомендации по выбору осциллографа**

При регистрации гармонических колебаний выбор осциллографа определяется нижней и верхней частотами АЧХ канала  $Y$  и значением коэффициента отклонения. Частота исследуемого сигнала должна находиться в рабочем диапазоне канала  $Y$ . Необходимый коэффициент отклонения определяется из соотношения  $k_e = U_e / l_e (1)$ . Положим, что исследуемый гармонический сигнал имеет амплитуду 10 мВ. Осциллограф типа С1- 64 имеет канал  $Y$  с коэффициентом отклонения  $k_e$ , регулируемый в пределах от 0,005 до 10В/дел. Рабочая часть экрана имеет высоту 6 дел. (48 мм). Согласно (1) при  $k_e = 0,005$  отклонение в вертикальном направлении  $l_e = U_{вх} / k_e = 10 \cdot 10^{-3} / 0,005 = 2$  дел. Полный вертикальный размер осциллограммы, определяемый, размахом колебаний (от пика до пика), составит 4 дел., т.е. 2/3 высоты экрана, что вполне достаточно для наблюдения. Следовательно, осциллограф С1-64 пригоден для данных измерений.

При исследовании импульсных сигналов удобно оценивать пригодность осциллографа по переходной характеристике канала  $Y$ . Время нарастания  $t_{но}$  переходной характеристики осциллографа должно быть в несколько раз меньше времени нарастания фронта исследуемого сигнала  $\tau_{нс}$ . В табл. 1 даны рекомендации по выбору ПХ канала  $Y$ . Например, при исследовании колоколообразных импульсов должно быть  $\tau_{но} < 5\tau_{нс}$ . При соблюдении приведенных рекомендаций погрешности воспроизведения амплитуды, времени нарастания и длительности исследуемых сигналов не превышают 1-2 %.

Пригодность осциллографа для исследования импульсных сигналов можно оценить по его АЧХ на основе соотношений:  $\tau_{н} \approx 0,35 / f_v (2)$

где  $f_v$ - верхняя граничная частота канала  $Y$ , МГц, а  $\tau_{н}$  – время нарастания ПХ, мкс. Используя (2), можно установить время нарастания переходной характеристики канала  $Y$  по его АЧХ.

От величины нижней граничной частоты  $f_n$ , как указывалось, зависит правильность передачи плоской вершины исследуемого импульса. Нижняя граница частоты полосы пропускания канала  $Y$  и спад плоской вершины связаны с соотношением

$$f_n \approx \delta / 2 \pi \tau,$$

где  $\delta = \Delta h / h_n$ - относительный спад вершины;  $\tau$  – длительность импульса. Следует отметить, что спад вершины импульсов возникает из-за раздельных конденсаторов в межкаскадных связях усилителя канала  $Y$ . В осциллографах постоянного тока с открытым входом таких искажений нет.

Тип, страна	Обозначение	Полоса пропуска-ния, Мгц	Коэффициент отклонения, мв/ дел — в/дел	Коэффициент развёртки, мксек/дел — сек/дел	Скорость записи, км/ сек
Универсальный, СССР	C1—65	0—35	5—5	0,01—0,05	—
Универсальный, СССР	C1—75	0—250	10—1	0,002—0,1	1500
Универсальный, США	Tektronix-485	0—350	5—5	0,001—0,5	24000
Скоростной, СССР	C7—10A	0—1500	100—0,2	$2,5 \times 10^{-5}$ — $0,1 \times 10^{-6}$	—
Стробоскопический, СССР	C7—11	0—5000	5—0,2	$5 \times 10^{-5}$ — $1 \times 10^{-5}$	—
Запоминающий, Нидерланды	Philips PM—3251	0—50	2—20	0,01—0,5	10
Запоминающий, СССР	C8—12	0—50	10—5	0,01—15	4000
Запоминающий, СССР	C8—13	0—1	0,5—20	0,01—15	5
Стробоскопический, Япония				0,01—15	
Телевизионный, СССР	Iwatsu SAS—5009 B	0—18000	10—0,2	$10^{-5}$ — $5 \times 10^{-2}$	—
	C9—57	0—15	10—10	0,1—0,02	—

Модель осциллографа	Высота экрана, мм
C1—65	36
C1—75	60
Tektronix-485	100
C7—10A	120
C7—11	64
Philips PM—3251	84
C8—12	48
C8—13	60
C9—57	36
Iwatsu SAS—5009 B	60

Примечание: одно деление равно 8 мм.

Вариант	Амплитуда исследуемого сигнала
1	5 мВ
2	15 мВ
3	22 мВ
4	135 мВ
5	3 мВ
6	65 мВ
7	88 мВ

8	114 MB
9	0,3 MB
10	78 MB
11	17 MB
12	6 MB
13	1 MB
14	0,9 MB
15	89 MB
16	0,1 B
17	0,45 B
18	0,0023 B
19	0,6 B
20	1,2 B
21	0,02 B
22	0,5 B
23	0,17 B
24	0,025 B
25	0,06 B
26	0,3 B
27	0,88 B
28	0,03 B
29	0,15 B
30	1,01B

## Практическая работа №8

Тема: Перевод заданной физической величины с помощью множителей в укрупненные и дольные величины

**Цель работы:** научиться применять соответствующие множители к заданным физическим величинам.

**Порядок выполнения работы:**

1. Заданные значения физических величин перевести в укрупненные, дольные и основные величины согласно варианта.

№ варианта	Заданные значения
1	100 мкФ; 5000 Ом; 10000 В
2	500 кОм; 5,8 нФ; 2 ГГц
3	20 мГн; 5 кГц; 100 нФ
4	10 мкФ; 1600 кОм; 12 МВт
5	18 МОм; 20 ГВт; 800 пФ
6	100 мкГн; 10000 МОм; 50 мкФ
7	200 кГц; 2000 пФ; 160 кОм
8	100 кВт; 6,4 кВ; 100 ТОм
9	100 кОм; 200 кВ; 220 нФ
10	0,1 нФ; 160 ТОм; 10 мГн
11	5,6 МОм; 0,8 мкФ; 14 кА
12	2000 пФ; 10000 мкГн; 30 МОм
13	12 ТОм; 50000 кГц; 600 нФ
14	0,6 ГОм; 200 кВ; 500 мкФ
15	5000 мкА; 0,01 ГВт; 100 мкФ
16	0,01 ТОм; 12 нФ; 200 МВт
17	100000 Ом; 0,02 мА; 100 пФ

Цифровые значения для вариантов с 18 по 34 соответственно умножаются на 1,5, т.е. вариант 18 образуется умножением значений варианта 1 на 1,5 и т.д.

Контрольные вопросы:

1. Назовите множители в сторону увеличения значения физической величины.
2. Назовите множители в сторону уменьшения значения физической величины.
3. Назовите производные физические величины.

### Практическая работа №9

Расчет коэффициента мощности цепи косвенным методом

**Цель работы:** исходя из параметров элементов электрической цепи научиться определять коэффициент мощности  $\cos\varphi$ .

Задания для выполнения работы приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ вар.	Исходные данные				Определить		
	Показание амперметра, (А)	Показание вольтметра, (В)	R, Ом	R <sub>L</sub> , Ом	cos φ	U <sub>вх</sub> , В	L, Гн
1	0,50	100	100	4,0			
2	0,51	102	101	4,1			
3	0,52	104	102	4,2			
4	0,53	106	103	4,3			
5	0,54	108	104	4,4			
6	0,55	110	105	4,5			
7	0,56	112	106	4,6			
8	0,57	114	107	4,7			
9	0,58	116	108	4,8			
10	0,59	118	109	4,9			
11	0,60	120	110	5,1			
12	0,61	122	111	5,2			
13	0,62	124	112	5,3			
14	0,63	126	113	5,4			
16	0,64	128	114	5,5			
17	0,65	130	115	5,6			
18	0,66	132	116	5,7			
19	0,67	134	117	5,8			
20	0,68	136	118	5,9			
21	0,69	138	119	5,0			
22	0,70	140	120	6,0			
23	0,71	142	121	6,1			
24	0,72	144	122	6,2			
25	0,73	146	123	6,3			

26	0,74	148	124	6,4			
27	0,75	150	125	6,5			
28	0,76	152	126	6,6			
29	0,77	154	127	6,7			
30	0,78	156	128	6,8			
31	0,79	158	129	6,9			

На рисунке 1 приведена схема для измерения коэффициента мощности электрической цепи.

**Порядок выполнения работы:**

1. Определить полное сопротивление катушки индуктивности.
2. Подсчитать действующее значение тока.
3. Определить реактивное сопротивление индуктивности.
4. Определить полное сопротивление всей цепи.
5. Определить коэффициент мощности всей цепи.
6. На частоте 50 Гц подсчитать величину индуктивности.
7. Определить напряжение на входе цепи.

Результаты расчетов записать в таблицу 1.

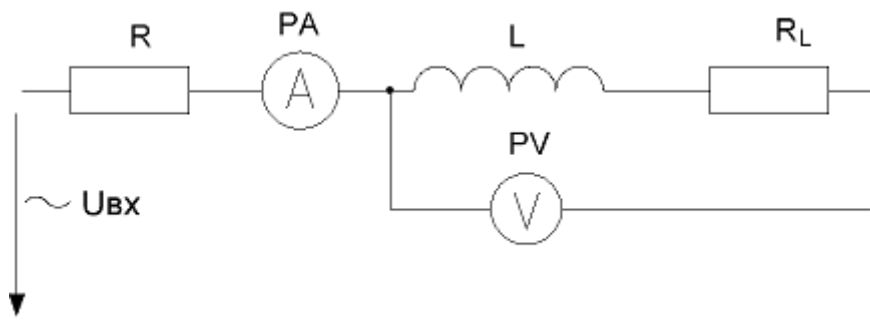


Рисунок 1

**Контрольные вопросы:**

1. В чем недостаток косвенного метода.
2. Какой знак имеет коэффициент мощности при индуктивной и емкостной нагрузках.
3. Какие приборы служат для непосредственной оценки коэффициента мощности.

## Практическая работа №10

### Изучение и применение моста переменного тока

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

**Оборудование:** 1. Мост переменного тока Е7-4 (Е7-9).

#### Порядок выполнения работы:

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

1.1 Клемму заземления на передней панели прибора соединить с земляной шиной.

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

а) должна загореться 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 отсчётных устройств конденсаторов С1, С2, С3; переключатель «МНОЖИТЕЛЬ» при этом должен быть в положении «ИЗМЕР. С» при измерении ёмкости;

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

##### 3. Зарисовать в отчёт переднюю панель прибора Е7-4.

#### Контрольные вопросы:

1. Какой метод измерения применяется в приборе Е7-4?
2. Какие параметры позволяет измерить прибор Е7-4?
3. Что такое угол диэлектрических потерь?
4. Что такое добротность катушки индуктивности?
5. Укажите назначение органов управления.

## **Практическая работа №11**

### **Тема: Устройство контроля уровня трехканальное**

I. Цель работы: познакомиться с устройством, техническими характеристиками, принципом работы трехканального устройства контроля уровня САУ-М6.

#### **1. Назначение прибора**

1.1 Прибор САУ-М6 совместно с датчиками уровня и исполнительными устройствами предназначен для автоматизации технологических процессов, связанных с контролем уровня жидкости в различного рода резервуарах, накопительных емкостях, отстойниках и т. п., при условии, что электропроводность рабочей жидкости достаточно велика.

6. 1.2 Контроль уровня жидкости осуществляется при помощи кондуктометрических (контролирующих электропроводность среды) датчиков (зондов), которые устанавливаются пользователем на заданных условиях технологического процесса отметках: «Уровень 1», «Уровень 2» и «Уровень 3». Для визуального контроля за уровнем жидкости на лицевой панели прибора служат три светодиодных индикатора, засветка каждого из которых происходит при получении сигнала от соответствующего датчика.
7. 1.3 Для управления технологическим оборудованием прибор оснащен тремя встроенными электромагнитными реле, каждое из которых связано с датчиком уровня и



срабатывает при затоплении или осушении соответствующего датчика.

8.

## 9. 2. Технические характеристики и условия эксплуатации

10. Прибор соответствует группе климатического исполнения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в следующих условиях:

11. – закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных к прибору паров и газов;

12. – температура окружающего воздуха от + 1 °С до + 50 °С;

13. – верхний предел относительной влажности воздуха 80 %;

14. – атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

15. Основные технические характеристики прибора приведены в таблице 1.

16. Таблица 1 – Характеристики прибора

Наименование	Значение
<b>Питание</b>	
Напряжение питания	220 В 50 Гц
Допустимое отклонение напряжения питания	минус 15 ... +10 %
Потребляемая мощность, ВА, не более	6
<b>Входы</b>	
Количество каналов контроля уровня	3
Напряжение питания датчиков уровня, не более	10 В частотой 50 Гц
<b>Выходы</b>	
Количество выходных реле	3
Допустимая нагрузка на контакты реле, не более	4 А (при 220 В 50 Гц cosφ≥ 0,4)
<b>Корпус</b>	
Габаритные размеры, мм	130x105x65
Степень защиты	IP44
Масса, кг, не более	0,7
Средний срок службы, лет	8

17.

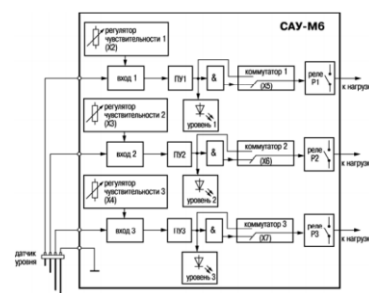
18.

## 19.3. Устройство и работа прибора

20. Функциональная схема прибора САУ-М6 представлена на рисунке 1.

21. Прибор состоит из трех одинаковых по выполняемым функциям каналов контроля уровня. Каждый канал состоит из следующих основных элементов:

Рис. 1.



22.– датчик уровня;

23.– вход;

24.– пороговое устройство (ПУ) с сигнальным светодиодом;

25.– выходное реле Р.

26.В приборе в качестве датчиков уровня применяются кондуктометрические зонды, которые могут быть использованы для контроля уровня жидкостей, обладающих электропроводностью. Например, растворы кислот и щелочей, расплавленные металлы, вода и водные растворы солей, молоко и т. п. Кондуктометрические зонды простейшей конструкции представляют собой изолированные друг от друга металлические электроды, выполненные из коррозионностойких материалов.

27.Один из электродов является общим для всех каналов контроля. Он устанавливается в резервуаре так, чтобы рабочая часть электрода находилась в постоянном контакте с жидкостью во всем диапазоне контроля (от нижнего уровня до верхнего включительно) Подключается этот электрод одному из контактов прибора «Общий» (рисунок 2, а).

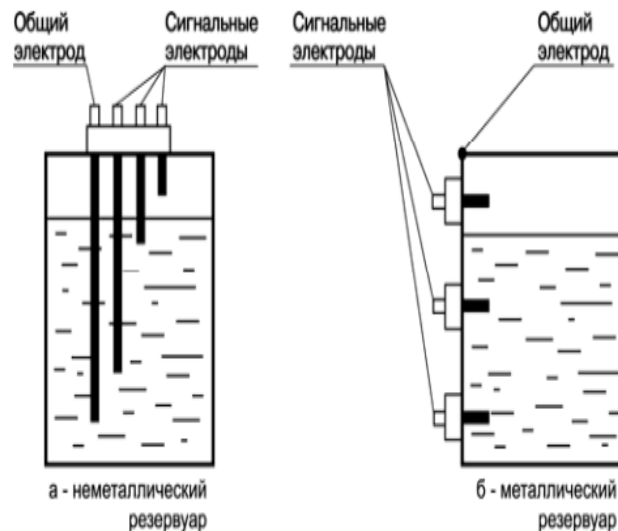


Рис. 2.

28. При контроле уровней жидкости в металлическом резервуаре в качестве общего электрода может быть использован корпус резервуара (рисунок 2, б). Остальные электроды являются сигнальными. Они располагаются на соответствующих своему назначению уровнях и подключаются к сигнальным входам 1, 2, 3 прибора. По мере заполнения резервуара электроды соприкасаются с жидкостью, вследствие чего происходит замыкание электрических цепей между общим и соответствующими сигнальными входами, фиксируемое прибором как достижение заданных уровней.

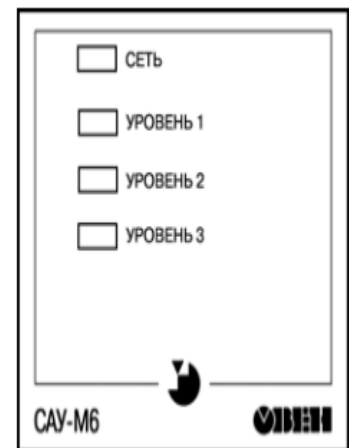
#### 29.4. Конструкция прибора

30. Прибор САУ-М6 изготавливается в пластмассовом корпусе, предназначенном для настенного крепления (типа Н). Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 4.

31. На лицевой панели прибора (рисунке 3) располагаются светодиодные индикаторы:

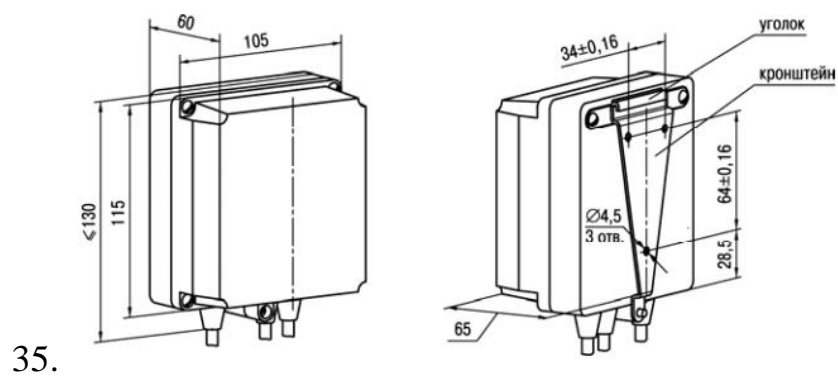
32.- СЕТЬ (зеленый), сигнализирующий постоянной засветкой о наличии сетевого напряжения на приборе и исправности встроенного блока питания;

33.- УРОВЕНЬ 1, УРОВЕНЬ 2, УРОВЕНЬ 3 (красные), сигнализирующие постоянной засветкой о срабатывании датчиков соответствующих уровней.



34.

Рис. 3.



36.Рис. 4. Габаритный чертеж

## Лабораторная работа №12

Тема: Диагностика, поиск неисправности и ремонт усилителя звуковой частоты.

Цель работы:

1. Освоить метод работы по поиску неисправности усилителя звуковой частоты ( УЗЧ ) в составе РЭУ.
2. Получить практические навыки ремонта и регулировки УЗЧ.

Ход работы:

Оборудование, материалы и приспособления:

1. Блок питания любого типа с регулируемым постоянным стабилизированным напряжением 0 – 32 В. И током силы не менее 1 А.
2. Электронный вольтметр типа В7 – 22.
3. Осциллограф типа С – 65А.
4. Генератор НЧ типа. ГЗ – 102.
5. Скальпель.
6. Паяльное оборудование.

Задание 1. Поиск неисправности в усилителе звуковой частоты.

1. Обесточить аппарат, в котором необходимо проверить УЗЧ, и демонтируйте плату с усилителем.
2. Определить на плате расположение элементов УЗЧ.
3. Обведите фломастером часть платы с усилителем.
4. Отделите электрическую часть усилителя от основной схемы аппарата, надрезов проводники питания и выходные цепи скальпеля.
5. Припаяйте ко входу усилителя и шине питания провода для подключения внешних устройств – генератора и блока питания.
6. Подключите генератор УЗЧ ко входу к блоку питания не включая его.
7. Проверьте исправность элементов на предмет короткого замыкания и обрыва.
8. Включите блок питания и проконтролируйте ток потребления, если ток потребления увеличивается без наличия полезного сигнала, идущего от генератора, на входе системы отключите блок питания и проверьте

элементы схемы на утечку и короткого замыкания активных элементов и конденсаторов.

9. Если ток потребления не превышает 10 мА, подайте на вход усилителя входной сигнал, включив генератор.

10. Проверьте работоспособность усилителя в контрольных точках.

11. При наличии неисправности отыщите и устраните их.

Задание 2. Настройка и регулировка усилителя звуковой частоты.

1. Проверьте чувствительность усилителя и его соответствие паспортным данным, для чего:

-Подключите параллельно динамику осциллограф и проконтролируйте сигналы на выходе.

-Уменьшите сигнал на выходе генератора до тех пор, пока он не исчезнет с экрана осциллографа.

-Зафиксируйте значение сигнала генератора в момент исчезновения – это и есть значение чувствительности генератора.

- Установите на входе усилителя оптимальным сигнал синусоидального напряжения, соответствующий его рабочего режима (определяется по схеме или техническому описанию )

- Замерьте на нагрузки амплитуду  $A$  выхода в выходного сигнала.

2. Рассчитайте коэффициент усиления усилителя, дБ, по формуле

( здесь должна быть формула )

3. В случае несоответствия параметров УЗЧ паспортным данным измерьте режимы транзисторов, указанных в схеме, и подберите соответствующее элементы и сопротивления на нагрузку.

4. Проконтролируйте качество и форму сигнала осциллографом.

Контрольные вопросы:

1. Опишите порядок проверки УЗЧ.

2. Определите порядок отыскания неисправного каскада и его элемента при отсутствии сигналов на выходе, самовозбуждения, искажения в форме сигнала и других признаков неисправности.

3.Перечислите возможные причины возбуждения УЗЧ.

4. Перечислите возможные причины сильного искажения выходного сигнала.

5. Каково действия регуляровщика при заниженной чувствительности?

## Лабораторная работа №13

Тема: Поиск неисправностей и ремонт электронных блоков питания.

Цель работы:

1. Освоить средства и методы работы с блоками питания.
2. Приобрести навыки поиска неисправности, ремонта и регулировки импульсного блока питания.

Сначала необходимо разобрать его работу по принципиальной схеме. Напряжение сети 220 В через предохранитель F81 и дроссель – фильтр L81 поступает на выпрямитель, собранный по схеме двухполупериодного выпрямления. Варистор RU81 и конденсатор C82 обеспечивает защиту блока питания, его вольтных помех. Напряжение выпрямляется на диодном мосту и фильтруется конденсатором C85 в виде постоянного напряжения +300 В поступает на вывод 1 микросхемы IC81 для питания выходного транзистора, который выдает прямоугольные импульсы ШИМ на первичную обмотку импульсного трансформатора T7. Запуск контроллера ШИМ, находящегося в этой микросхеме, осуществляется через вывод 4. “Мягкий” старт обеспечивается полуволнами выпрямленного напряжения с диодов D83 и D84 через резистор R81. Это напряжение имеет величину примерно 2 – 3 В. После того как внутренний генератор выйдет на стабильный режим генерации, напряжение с его вспомогательной обмотки выпрямляется выпрямителем D86с87. На вывод 2 контроллера подаётся напряжение обратной связи с нагрузкой R84 оптопары P81. Это напряжение +3,3 В, его уровень регулируется через микросхему IC51. Вторичные напряжения формулируются на выходных выпрямителях D21 – D23, D25 – D26, C21 – C31.

Таблица 4.1 Возможные неисправности блока питания

Элемент, узел	Признаки неисправности	Рейтинг по 10 – ти бальной шкале.
Предохранитель	Обрыв	5
Диодный мост, отдельные диоды выпрямителя	Короткое замыкание одного из диодов	8
Контроллеры ШИМ, выходной транзистор ШИМ	Короткое замыкание между выводами 1 и 3	6
Резистор R81 питание мягкого режима	Обрыв	4
D86 выпрямитель рабочего режима	Короткое замыкание между анодом и катодом диода	2
C85 – Фильтрующий конденсатор	Утечка, короткое замыкание	3



D87 – стабилитрон	Короткое замыкание	2
Оптопара	Обрыв фото или светодиода	2
Цепи питания светодиода оптопары	Нестабильность выходного напряжения	3
Вторичный выпрямитель по самому высокому напряжению	Не переходит в рабочий режим	5
Остальные вторичные выпрямители	Отсутствие напряжений во вторичных цепях	3
Импульсный трансформатор	Блок питания не включается	1

Таблица 4ю2 Пример оформления технологической карты поиска неисправности в контрольной точке.

Контрольная точка подключения прибора	Тестируемые элементы, отвечающие за контрольную точку	Вид входного сигнала (напряжения)	Спецификация регулируемого сигнала	Вид нагрузки
1	Предохранитель, диодный мост, фильтрующий конденсатор, микросхема контроллера ШИМ	Постоянное напряжение	290 – 310 В относительно горячей земли	Нагрузочный резистор
Тип источника испытательного сигнала	Тип контрольного прибора	Фактический результат измерений	Место подключения	
Сетевое напряжение 220 В	Тестер	(Отмечается после измерений)	В	На шине +3,3

Ход выполнения работы:

Оборудование, материалы и приспособления:

Принципиальные схемы блоков питания

Реальные схемы блоков питания и их монтажные схемы

Чертежные принадлежности

Бумага формата А4

Средство демонтажа

Индикатор напряжения сети

Светодиод напряжения 220 В

## Электронная нагрузка

Частотомер тип ЧЗ – 63

Разделительный трансформатор – ЛАТР.

Задание 1. Изучение методов поиска неисправности.

1. Получите у преподавателя вариант задания – принципиальную схему и вариант схемного решения реального блока. ( встроенную блоки питания телевизоров, радиоприёмников, проигрывателей и так далее. )
2. Разберите работу блока питания по принципиальной схеме и определите рейтинги элементов по уровню отказов.
3. Проверьте исправность элементов тестером рейтинговых элементов на реальной схеме.
4. Составить таблицу контрольных точек по форме, приведённой в табл 4.2, с подбором измерительных приборов и испытательных сигналов.

Задание 2.

1. Получите от преподавателя задание о типе неисправности.
2. Подготовьте лист бумаги А4.
3. Составьте черновой набросок алгоритма у преподавателя.
4. Защитите свой вариант алгоритма у преподавателя.
5. Начертите на листе бумаги алгоритм поиска в соответствии с ГОСТ 19.002 – 80.

Контрольные вопросы:

1. Как определить неисправность контроллера ШИМ?
2. Как определить, по какой причине вышел из строя сетевой предохранитель?
3. Опишите наиболее оптимальный путь поиска неисправности при пониженных напряжениях питания на выходе.
4. Как проверить исправность импульсного трансформатора?
5. Какую роль играет оптопара в регулировке выходных напряжений?

## Лабораторная работа №14

Тема: Исследование способов включения контрольно-измерительных приборов для оценки работоспособности и испытания электрических схем

Цель работы:

1. Исследовать способы включения измерительных приборов.
2. Оценить степень влияния типа измерительного прибора и его включения на точность измерений.

Измерительные приборы включают в электрическую цепь последовательно или параллельно: последовательно – для измерения тока, мощности; параллельно – для исследования формы сигналов токов и частоты.

Для уменьшения влияния на работу исследуемого изделия измерительного прибора, включенного последовательно в электрическую цепь, внутреннее сопротивление прибора должно быть намного меньше сопротивления участка цепи между точками его включения, поэтому амперметр, включаемый последовательно в электрическую цепь, должен обладать минимальным значением внутреннего сопротивления. При этом его влияние на работу цепи становится минимальным.

Измерительные приборы, включаемые параллельно цепям, должны иметь входное сопротивление, во много раз превышающее сопротивление цепи между точками подключения. Так, при измерении напряжения  $U$  вольтметр с входным сопротивлением  $R_{вх}$  возникает дополнительные погрешности, %, вследствие конечного значения входного сопротивления прибора и сопротивления цепи.

(должна быть формула)

При исследовании напряжений импульсной и синусоидальной формы учитывают частотные свойства измерительных цепей, которые должны быть способны пропускать исследуемый сигнал без искажений. На практике верхняя частота полосы пропускания осциллографа должна быть в 3 – 5 раз больше частоты исследуемого сигнала.

Ход выполнения работы:

Оборудование, материалы и приспособление:

‘ приспособление элементов для сборки усилителя переменного тока согласно схеме на базе микросхемы K174УН7;

‘ микросхема K174УН7

‘ осциллограф С1 – 65

‘ электронный вольтметр типа И7 – 53М

‘пиковый вольтметр типа MU18

‘частотомер типа ЧЗ – 64

‘блок питания типа PS2122L

Задание 1. Исследовать точность измерений электронным вольтметром и осциллографом

1. Соберите схему усилителя на макетной плате как показано на рис 3.1
2. Включите и погрейте вольтметр для измерения напряжения переменного тока.
3. Подключите к контактам 1 и 2 выход генератора.
4. Запитайте схему ( контакты 3 и 4 ) напряжением питания +12 В.
5. Установите на выходе генератора сигнал напряжение 1 В и частотой 1кГц при выходной нагрузке генератора 50 Ом.
6. Измерьте с помощью электронного вольтметра напряжение на выходе генератора ( контакты 5 и 6 ).
7. Подключите последовательно к выходу генератора нагрузку сопротивлением 8 и 16 Ом, 1 кОм.
8. Произведите измерение сигнала при всех видах нагрузки, указанных в п. 7.
9. Показание вольтметра занесите соответственно в столбцы 2, 3, 4 и 5 табл. 3. 1.
- 10 Подключите к выходу усилителя пиковой вольтметр.
11. Проведите измерения в соответствии с п. 9 и результаты занесите в табл. 3. 1 ( строка 1 ).

Таблица 3. 1. Результаты измерений сигналов на выходе усилителя разными измерительными приборами.

Измерительный прибор	Без нагрузки	Нагрузка		
		8 Ом	16 Ом	1 кОм
1	2	3	4	5
Пиковый вольтметр				
Электронный вольтметр				

Осциллограф				
-------------	--	--	--	--

12. Подключите к нагрузке усилителя осциллограф в режиме закрытого входа.
13. Проведите измерения сигнала при различных значениях нагрузки. Результат занесите в табл. 3.1, повторив записи для выходного сопротивления 500 Ом.
14. Рассчитайте погрешность измерения каждого из использованных приборов, сделайте выводы.
15. Установите выходное сопротивление генератора значением 500 Ом.
16. Выполните измерения последовательного вольтметром, пиковым вольтметром и осциллографом. Результаты занесите в табл. 3.1
17. Дайте сравнительную оценку точности измерений сигнала с помощью различных приборов при разных значениях внутренней нагрузки генератора.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные технические требования, предъявляемые к измерительным приборам.
2. для чего предназначены вольтметры? Перечислите способ их включения в цепь для измерения напряжения.
3. Как определяется абсолютная погрешность при измерении электроизмерительными приборами?
4. Установите зависимость точности измерений в зависимости от электрических характеристик приборов.
5. Как внутренняя нагрузка генератора сказывается на точности измерений и почему?



## Практическая работа №15

Тема: Расчет мощности и выбор электроаппаратуры

Цель: получение основных навыков в расчетах электроаппаратуры

Электродвигатели отличаются мощностью, номинальной частотой вращения, принципом работы и родом тока, исполнением по защите от окружающей среды, способу установки.

Технико-экономические расчеты и практические опыт показывают, что в большинстве случаев наиболее экономичны двигатели с частотой вращения 1500 мин<sup>-1</sup>. Двигатели на 3000 мин<sup>-1</sup> используют для поршневых компрессоров, вентиляторов среднего напора большой подачи и в других случаях, когда возможно прямое соединение с валом рабочей машины.

Тихоходные двигатели обладают техническим преимуществом по сравнению с быстроходными в том случае, когда происходят частые пуски, реверсы. При этом решающими факторами становятся потери энергии и продолжительность переходных процессов, а тихоходные двигатели, обладая малым значением кинетической энергии ротора, обеспечивают меньшие потери энергии и продолжительность переходных процессов.

По роду тока электродвигатели выбирают на основании технико-экономических расчетов. Для машин, не требующих регулирования скорости, следует применять исключительно приводы переменного тока, которые значительно дешевле приводов постоянного тока.

Двигатели основного исполнения предназначены для применения в умеренном климате в зданиях промышленного типа.

Для приводов, предназначенных для работы в различных условиях окружающей среды, предусмотрен ряд специализированных исполнений: влагонеморозостойкие, зимостойкие, пылезащищенные тропические, для сельского хозяйства и др.

Электродвигатели, как и другое электрооборудование, различают по климатическому исполнению и категории размещения изделия.

В соответствии с ГОСТ – 15150 – 69, ГОСТ 15543 – 780 электротехнические изделия изготавливают пяти климатических исполнений и маркируют следующим образом: У – для районов с умеренным климатом, УХЛ – для районов с умеренным и холодным климатом, Т – для районов как с сухих, так и влажных тропических климатов, И – для районов с умеренно – холодным и жарким морским климатом.

Кроме того, изделия в зависимости от места установки изготавливают для пяти категорий размещения, которые обозначают цифрами: 1 – для

эксплуатации на открытом воздухе; 2 – для использования под навесом и в открытых помещениях; 3 – в неотапливаемых помещениях; 4 – в отапливаемых помещениях; 5 – для эксплуатации в помещениях с повышенной влажностью.

В условное обозначение типа (марки) изделия дополнительно после всех обозначений, относящихся к модификациям изделия, вводят буквы и цифры, обозначающие вид климатического исполнения.

Все электротехнические изделия, в том числе и электродвигатели, должны иметь корпуса и оболочки, обеспечивающие защиту персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, а также определенную степень защиты изделия от попадания внутрь оболочки твердых посторонних тел и воды согласно ГОСТ 14254 – 80 .

Для обозначения степени защиты применяются буквы IP и следующие за ними две цифры.

Первая цифра после IP (0...6) означает степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями и изделия от попадания в него тел, например: 0 – специальная защита отсутствует; 2 – защита от проникновения внутрь оболочки пальцев или предметов длиной не более 80 мм и от проникновения твердых тел размером свыше 12 мм; 4 – защита от твердых тел размером более 1,0 мм; 5 – защита от проникновения большого количества пыли, достаточного для нарушения работы и т.д.

Степень защиты от воды определяется второй цифрой (0...8), например: 0 – защита от воды отсутствует; 7 – защита при погружении в воду при определенном времени и давлении; 8 – изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем.

Формы исполнения электродвигателей по способу монтажа и их условные обозначения установлены ГОСТ 2479 – 79. По наличию крепёжных приспособлений электродвигатели подразделяются на три группы: имеющие станину лапами для крепления, лапы и фланец на подшипниковом щите. Имеются также различия по исполнению выступающего конца вала, способу монтажа. Все эти различия шифруются в условных обозначениях конструктивного исполнения по способу монтажа, состоящих из букв IM и четырёх цифр. Первая цифра указывает группу конструктивного исполнения: 1- на лапах, 2- на лапах с фланцем; 3- без лап с фланцем. Последняя цифра характеризует исполнение выступающего конца вала, средние - способ монтажа.

Характеристики выбранных двигателей сводятся в таблицу. Примером может служить таблица 1.1:



Таблица 1.1 – Характеристики электродвигателей приводов

Позиционное обозначение	Тип двигателя	Рном, кВт	Частота вращения, об/мин	cos φ	КПД, %	КПУС К.
M1	4AA63A2Y3	0,37	3000	0,86	70	5
M2	4A100S4Y3	3	1500	0,83	82	6,5

Для выбора типа трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором по мощности и скорости вращения можно использовать данные, приведенные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Технические характеристики асинхронных электродвигателей

С короткозамкнутым ротором серии 4А основного исполнения ( закрытые обдуваемые )							
Тип	Рн, кВт	КПД, %	cosφ	Ммакс/Мн	Мпуск/Мн	Ммин/Мн	Кпуск
3000 об/мин							
4A50A2Y3	0,09	60	0,7	2,2	2	1,2	5
4A50B2Y3	0,12	63	0,7	2,2	2	1,2	5
4AA56A2Y3	0,18	66	0,76	2,2	2	1,2	5
4AA56B2Y3	0,25	68	0,77	2,2	2	1,2	5
4AA63A2Y3	0,37	70	0,86	2,2	2	1,2	5
4AA63B2Y3	0,55	73	0,86	2,2	2	1,2	5
4AA71A2Y3	0,75	77	0,87	2,2	2	1,2	5,5
4AX71A2Y3	0,75	77	0,87	2,2	2	1,2	5,5
4A71B2Y3	1,1	77,5	0,87	2,2	2	1,2	5,5
4AX71B2Y3	1,1	77,5	0,87	2,2	2	1,2	5,5
4A80A2Y3	1,5	81	0,85	2,2	2	1,2	6,5
4AX8A2Y3	1,5	81	0,85	2,2	2	1,2	6,5

4A80B2Y3	2,2	83	0,87	2,2	2	1,2	6,5
4AX80B2Y3	2,2	83	0,87	2,2	2	1,2	6,5
4A90L2Y3	3	84,5	0,88	2,2	2	1,2	6,5
4AX90L2Y3	3	84,5	0,88	2,2	2	1,2	6,5
4A100S2Y3	4	86,5	0,89	2,2	2	1,2	7,5
4A100L2Y3	5,5	87,5	0,91	2,2	2	1,2	7,5
4A112M2Y3	7,5	87,5	0,88	2,2	2	1	7,5
4A132M2Y3	11	88	0,9	2,2	1,6	1	7,5
4A160S2Y3	15	88	0,91	2,2	1,4	1	7,5
4A160M2Y3	18,5	88,5	0,92	2,2	1,4	1	7,5
4A180S2Y3	22	88,5	0,91	2,2	1,4	1	7,5
4A180M2Y3	30	90	0,92	2,2	1,4	1	7,5
4A200M2Y3	37	90	0,89	2,2	1,4	1	7,5
4A200L2Y3	45	91	0,9	2,2	1,4	1	7,5
4A225M2Y3	55	91	0,92	2,2	1,2	1	7,5
4A250S2Y3	75	91	0,89	2,2	1,2	1	7,5
4A250M2Y3	90	92	0,9	2,2	1,2	1	7,5
4A280S2Y3	110	91	0,89	2,2	1,2	1	7
4A280M2Y3	132	91,5	0,89	2,2	1,2	1	7
4A315S2Y3	160	92	0,9	1,9	1	0,9	7
4A315M2Y3	200	94	0,9	1,9	1	0,9	7
4A355S2Y3	250	92,5	0,9	1,9	1	0,9	7
4A355M2Y3	315	93	0,91	1,9	1	0,9	7

С короткозамкнутым ротором серии 4А основного исполнения ( закрытые обдуваемые )

Тип	Рн, кВт	КПД, %	cosφ	Ммакс/Мн	Мпуск/Мн	Ммин/Мн	
-----	---------	--------	------	----------	----------	---------	--

							1
			1500 об/мин				
4AA56A4Y3	0,12	63	0,66	2,2	2	1,2	4
4AA56B4Y3	0,18	64	0,64	2,2	2	1,2	4
4AA63A4Y3	0,25	68	0,65	2,2	2	1,2	4
4AA63B4Y3	0,37	68	0,69	2,2	2	1,2	4
4AX71A4Y3	0,55	70,5	0,7	2,2	2	1,6	4
4AX71B4Y3	0,75	72	0,73	2,2	2	1,6	4
4AX80A4Y3	1,1	75	0,81	2,2	2	1,6	4
4AX80B4Y3	1,5	77	0,83	2,2	2	1,6	4
4AX90L4Y3	2,2	80	0,83	2,2	2	1,6	6
4A100S4Y3	3	82	0,83	2,2	2	1,6	6
4A100L4Y3	4	84	0,84	2,2	2	1,6	6
4A112M4Y3	5,5	85,5	0,85	2,2	2	1,6	7
4A132S4Y3	7,5	87,5	0,86	2,2	2	1,6	7
4A132M4Y3	11	87,5	0,87	2,2	2	1,6	7
4A160S4Y3	15	88,5	0,88	2,2	1,4	1	7
4A160M4Y3	18,5	89,5	0,88	2,2	1,4	1	7
4A180S4Y3	22	90,5	0,9	2,2	1,4	1	7
4A200M4Y3	30	90,5	0,9	2,2	1,4	1	7
4A200M4Y3	37	91	0,9	2,2	1,4	1	7
4A200L4Y3	45	92	0,9	2,2	1,4	1	7

4A225M4Y3	55	92,5	0,9	2,2	1,2	1	7
4A250S4Y3	75	93	0,9	2,2	1,2	1	7
4A250M4Y3	90	93	0,91	2,2	1,2	1	7
4A280S4Y3	110	92,5	0,9	2	1,2	1	7
4A280M4Y3	132	93	0,9	2	1,2	1	7
4A315S4Y3	160	93,5	0,91	1,9	1	0,9	7
4A315M4Y3	200	94	0,92	1,9	1	0,9	7
4A355S4Y3	250	94,5	0,92	1,9	1	0,9	7
4A355M4Y3	315	94,5	0,92	1,9	1	0,9	7
1000 об / мин							
4AA63A6Y3	0,18	56	0,62	2,2	2	1,2	4
4AA63B6Y3	0,25	59	0,62	2,2	2	1,2	4
4A71A6Y3	0,37	64,5	0,69	2,2	2	1,6	4
4AX71A6Y3	0,55	67,5	0,71	2,2	2	1,6	4
4AX80A6Y3	0,75	69	0,74	2,2	2	1,6	4
4AX80B6Y3	1,1	74	0,74	2,2	2	1,6	4
4AX90L6Y3	1,5	75	0,74	2,2	2	1,6	5
4A100L6Y3	2,2	81	0,73	2,2	2	1,6	5
4A112MA6Y3	3	81	0,76	2,2	2	1,6	6
4A112MB6Y3	4	82	0,81	2,2	2	1,6	6
4A132S6Y3	5,5	85	0,8	2,2	2	1,6	7
4A132M6Y3	7,5	85,5	0,81	2,2	2	1,6	7
4A160S6Y3	11	86	0,86	2	1,2	1	6
4A160M6Y3	15	87,5	0,87	2	1,2	1	6
4A180M6Y3	18,5	88	0,87	2	1,2	1	6
4A200M6Y3	22	90	0,9	2	1,2	1	6

4A200L6Y3	30	90,5	0,9	2	1,2	1	
4A225M6Y3	37	91	0,89	2	1,2	1	
4A250S6Y3	45	91,5	0,89	2	1,2	1	
4A250M6Y3	55	91,5	0,89	2	1,2	1	
4A280S6Y3	75	92	0,89	1,9	1,2	1	
4A280M6Y3	90	92,5	0,89	1,9	1,2	1	
4A315S6Y3	110	93	0,9	1,9	1	0,9	
4A315M6Y3	132	93,5	0,9	1,9	1	0,9	
4A355S6Y3	160	93,5	0,9	1,9	1	0,9	
4A355M6Y3	200	94	0,9	1,9	1	0,9	

Продолжение табл. 1.2

С короткозамкнутым ротором серии 4А основного исполнения ( закрытые обдуваемые )							
Тип	Рн, кВт	КПД, %	cosφ	Ммакс/Мн	Мпуск/Мн	Ммин/Мн	Кпуск
750 об/мин							
4AX80B8Y3	0,55	64	0,65	1,7	1,6	1,2	3,5
4AX90LA8Y3	0,75	68	0,62	1,7	1,6	1,2	3,5
4AX90LB8Y3	1,1	70	0,68	1,7	1,6	1,2	3,5
4A100L8Y3	1,5	74	0,65	1,7	1,6	1,2	5,5
4A112MA8Y3	2,2	76,5	0,71	2,2	1,8	1,4	6
4A112MB8Y3	3	79	0,74	2,2	1,8	1,4	6
4A132S8Y3	4	83	0,7	2,2	1,8	1,4	6

4A132M8Y3	5,5	83	0,74	2,2	1,8	1,4	6
4A160S8Y3	7,5	86	0,75	2,2	1,4	1	6
4A160M8Y3	11	87	0,75	2,2	1,4	1	6
4A180M8Y3	15	87	0,82	2	1,2	1	6
4A200M8Y3	18,5	88,5	0,84	2,2	1,2	1	6
4A200L8Y3	22	88,5	0,84	2	1,2	1	6
4A225M8Y3	30	90	0,81	2	1,2	1	6
4A250S8Y3	37	90	0,83	2	1,2	1	6,8
4A250M8Y3	45	91	0,84	2	1,2	1	6,8
4A280S8Y3	55	92	0,84	1,9	1,2	1	6,5
4A280M8Y3	75	92,5	0,85	1,9	1,2	1	6,5
4A315S8Y3	90	93	0,85	1,9	1	0,9	6,5
4A315M8Y3	110	93	0,85	1,9	1	0,9	6,5
4A355S8Y3	132	93,5	0,85	1,9	1	0,9	6,5
4A355M8Y3	160	93,5	0,85	1,9	1	0,9	6,5

#### Расчет и выбор пускозащитной аппаратуры

Расчет пускозащитной аппаратуры начинается с определения номинального (I<sub>НОМ</sub>) или расчетного (I<sub>РАСЧ</sub>) и пускового (I<sub>ПУСК</sub>) токов двигателей.

$$I_{НОМ} = P_{НОМ} / (1,73 \cdot U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos\varphi), \quad (1.1)$$

где  $P_{НОМ}$  – мощность двигателя, Вт;

$U_{НОМ}$  – номинальное напряжение питания, В;

$\eta$  -- коэффициент полезного действия;

$\cos\varphi$  -- коэффициент мощности двигателя.

$$I_{ПУСК} = K_{ПУСК} \cdot I_{НОМ}, \quad (1.2)$$

где  $K_{ПУСК} = I_{ПУСК} / I_{НОМ}$  – коэффициент пуска двигателя (из таблицы 1.2).

При защите проводов и кабелей плавкими предохранителями (кроме кабелей, расположенных в земле) расчет электрической сети начинают с выбора плавкой вставки.

Ток плавкой вставки должен быть больше номинального тока нагрузки или равняться ему, то есть:

$$I_B \geq I_{НОМ} \quad (1.3)$$

Ток плавкой вставки проверяют на максимальный ток нагрузки:

$$I_B \geq I_{МАХ}/\alpha \quad (1.4)$$

Для предохранителей обычного типа, защищающих ответвления к короткозамкнутым асинхронным двигателям с нормальными условиями работы (редкие пуски, продолжительность разбега 5...10 с),  $\alpha = 2,5$ .

При защите двигателей с тяжелыми условиями работы (частые пуски, продолжительность разбега до 40 с)  $\alpha = 1,6...2,0$ .

Максимальный ток в цепи с одним двигателем равен его пусковому току. В каталогах обычно приводится кратность пускового тока  $K_p$ . Тогда максимальный ток в цепи:

$$I_{МАХ} = I_{ПУСК} = K_{ПУСК} \cdot I_{НОМ}, \quad (1.5)$$

где,  $I_{НОМ}$  - номинальный ток двигателя.

Если предохранитель защищает линию, к которой присоединены несколько двигателей, то в этом случае максимальный ток

$$I_{МАХ} = t \sum I_{НОМ} + I_{ПУСК}, \quad (1.6)$$

где  $t$  – коэффициент одновременности,  $\sum I_{НОМ}$  – сумма номинальных (рабочих) токов всех остальных двигателей,  $I_{ПУСК}$  – пусковой ток, при котором  $I_{МАХ}$  имеет наибольшее значение.

Автоматические выключатели выбирают по номинальному напряжению, току, назначению, числу полюсов, наличию необходимых расцепителей и способу защиты от окружающей среды.

Номинальный ток теплового или комбинированного расцепителя при длительном режиме работы двигателя выбирается из условия:

$$I_{НОМ. РАСЦ.} \geq I_{НОМ} \quad (1.7)$$

При повторно-кратковременном режиме работы двигателя:

$$I_{НОМ. РАСЦ.} \geq 1,25 I_{НОМ} \quad (1.8)$$

Защитные устройства должны обладать селективностью (избирательностью), т. е. плавкая вставка предохранителя должна перегорать при повреждении только того участка, который защищает. Выполнение этого условия достигается тем, что ток вставки предохранителя установленного на группу токоприемников, должен быть больше не менее чем на одну ступень шкалы стандартных токов плавких вставок токоприемников.

Выбор магнитных пускателей производится по напряжению, току, наличию теплового реле, возможности реверса, числу замыкающих и размыкающих контактов в цепи управления. При выборе магнитного пускателя по току необходимо чтобы ток его силовых контактов был больше либо равен суммарному номинальному току электроприемников, которые он включает:

$$I_{M.P.} \geq \Sigma I_{НОМ} \quad (1.9)$$

Если в цепи управления используется большее число вспомогательных контактов, чем то, что имеется в магнитном пускателе, то необходимо или выбирать пускатель другой серии, или приставку контактную. Для пускателей серии ПМЛ – приставки серии ПКЛ. На каждый пускатель можно установить 2- или 4-х контактную приставку с различным набором замыкающих и размыкающих контактов. Контактные приставки механически соединяются с пускателями и фиксируются с помощью защелки.

Выбор теплового реле производится по возможности совместной работы с уже выбранным магнитным пускателем и по току несрабатывания:

$$I_{T.P.MIN} \leq I_{НОМ ДВ} \leq I_{T.P.MAX}, \quad (1.10)$$

где  $I_{T.P.MIN}$  –  $I_{T.P.MAX}$  – пределы регулировки тока несрабатывания теплового реле.

При выборе пакетных переключателей (выключателей) учитывается напряжение, ток, число пар полюсов и способ защиты от воздействия окружающей среды. Выбор по току аналогичен магнитному пускателю (см. формулу 1.7)

При написании этого пункта ПКР рекомендуется вначале изложить методику расчета для каждого типа пускозащитного аппарата. Затем привести пример расчета и выбора для одного предохранителя, автоматического выключателя, магнитного пускателя, теплового реле и так далее. Расшифровать маркировку. Расчет и выбор остальных аппаратов произвести на черновике, а результаты занести в таблицу, например, для автоматических выключателей таблица 1.3:

Таблица 1.3 – Характеристики автоматических выключателей



## ПРИМЕР 1.1

ЗАДАНИЕ: Рассчитать и выбрать пускозащитную аппаратуру заточного станка (рис. 1.2). Двигатель М1 типа 4АХ90L4У3. Режим работы – длительный.

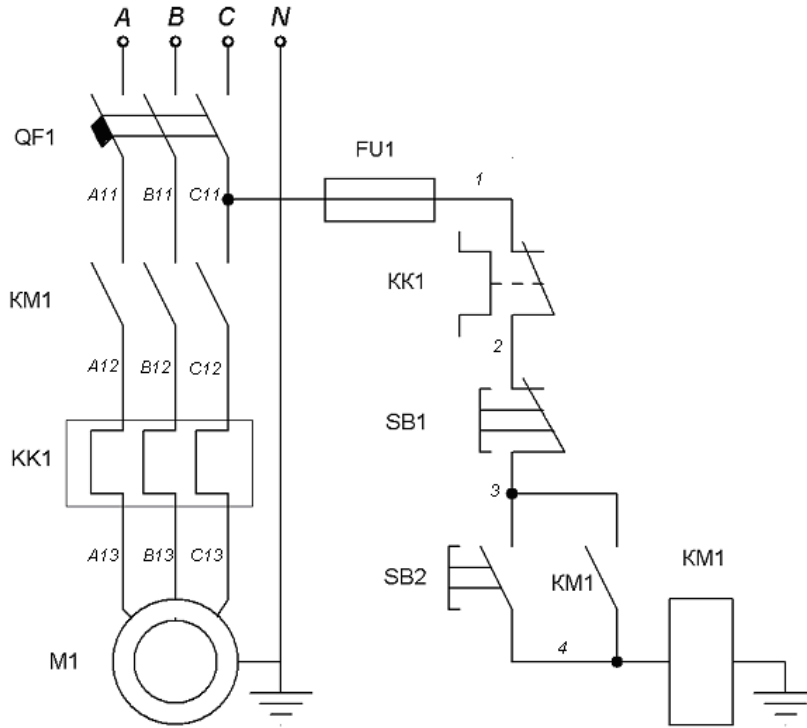


Рисунок 1.2 – Заточной станок. Схема электрическая принципиальная

РЕШЕНИЕ:

По таблице (1.2) для двигателя М1 - 4АХ90L4У3:

$$P_{НОМ} = 2,2 \text{ кВт}$$

$$\eta = 80\%$$

$$\cos \varphi = 0,83$$

$$K_{ПУСК} = 6$$

По формуле (1.1) определяют номинальный ток двигателя:

$$I_{НОМ} = P_{НОМ} / (1,73 \cdot U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos \varphi) = 2200 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,83) = 5,04 \text{ А}$$

По формуле (1.2) определяют пусковой ток двигателя:

$$I_{ПУСК} = K_{ПУСК} \cdot I_{НОМ} = 6 \cdot 5,04 = 30,24 \text{ А}$$

Так как двигатель защищен от токов перегрузки тепловым реле КК1, необходимо выбирать автоматический выключатель QF1 с электромагнитным расцепителем (защищает от токов короткого замыкания).

По каталогу [4] (или аналогичному) выбираем автоматический выключатель серии АЕ2023-100-54 УЗ-А, предназначенный для эксплуатации в цепях переменного напряжения до 660 В частотой 50 и 60 Гц, а так же для пуска и остановки асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

Структура условного обозначения:

АЕ20 – серия;

2 – номинальный ток 16А;

3 – трехполюсный с электромагнитным расцепителем;

1 – без свободных контактов;

0 – без дополнительных расцепителей;

0 – без регулировки номинального тока тепловых расцепителей и температурной компенсации;

54 – степень защиты IP54;

УЗ – климатическое исполнение;

А – исполнение по износостойкости.

По условию (1.7)  $I_{НОМ. РАСЦ.} \geq I_{НОМ.}$ , выбираем номинальный ток электромагнитного расцепителя  $I_{НОМ. Э.М. РАСЦ.} = 6,3 \text{ А}$  ( $6,3 \text{ А} > 5,04 \text{ А}$ ).

Магнитный пускатель КМ1 выбираем по условию (1.9)  $I_{М.П.} \geq \Sigma I_{НОМ.}$ . Так как магнитный пускатель включает один двигатель, то  $I_{М.П.} \geq I_{НОМ.}$ . С учетом того, что  $I_{М.П.} \geq 5,04 \text{ А}$ , выбираем пускатель типа ПМЛ-1200, предназначенный для применения в стационарных условиях для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении до 660 В переменного тока 50 и 60 Гц где

ПМЛ – серия пускателей;

1 – цифра, указывающая величину пускателя в зависимости от номинального тока -10 А;

2 – нереверсивный с тепловым реле;

0 – степень защиты IP00;

0 – 1 замыкающий контакт вспомогательной цепи.

Тепловое реле КК1 выбирают по условию (1.10)  $I_{Т.Р.МІN} \leq I_{НОМ.ДВ.} \leq I_{Т.Р.МАХ.}$ :

РТЛ101004 с пределом тока несрабатывания 3,8 – 6,0 А ( $3,6 \text{ А} \leq 5,04 \text{ А} \leq 6,0 \text{ А}$ ). Реле предназначено для защиты электродвигателей от токов перегрузок недопустимой продолжительности. Они так же обеспечивают защиту от несимметрии токов в фазах и от выпадения одной из фаз, где

РТЛ – серия теплового реле;

1 – номинальный ток реле 25 А;

010 – цифра, обозначающая исполнение по току несрабатывания;

0 – степень защиты IP00; 4 – климатическое исполнение УХЛ4.

## Практическое занятие № 16

Тема : Элементы сравнения.

Цель работы: Получение навыка в среде "open logic" использования ресурсов для построения АСУ.

Задание:

- 1) Выполнить пошаговую инструкции.
- 3) Ответить на контрольные вопросы.
- 4) Оформить отчёт.

Порядок выполнения работы:

- выполнить пошагово инструкцию.
- протестировать полученный результат.
- результат показать, оформить в отчете.
- выполнить вариант, оформить в отчете.

Результат работы:

- КАРТИНА итогового результата.

Ответ 1:

для чего нужен конфигурационный файл?

Ответ 2:

что создаёт конфигурационный файл.

Ответ 3:

зачем нужна данная пошаговая инструкция?

Ответ 4:

зачем нужна справка?

Ответ 5:

для чего нужен SEL?

Ответ 6:

для чего нужен EQ?

Ответ 7:

для чего нужен GT?

Ответ 8:

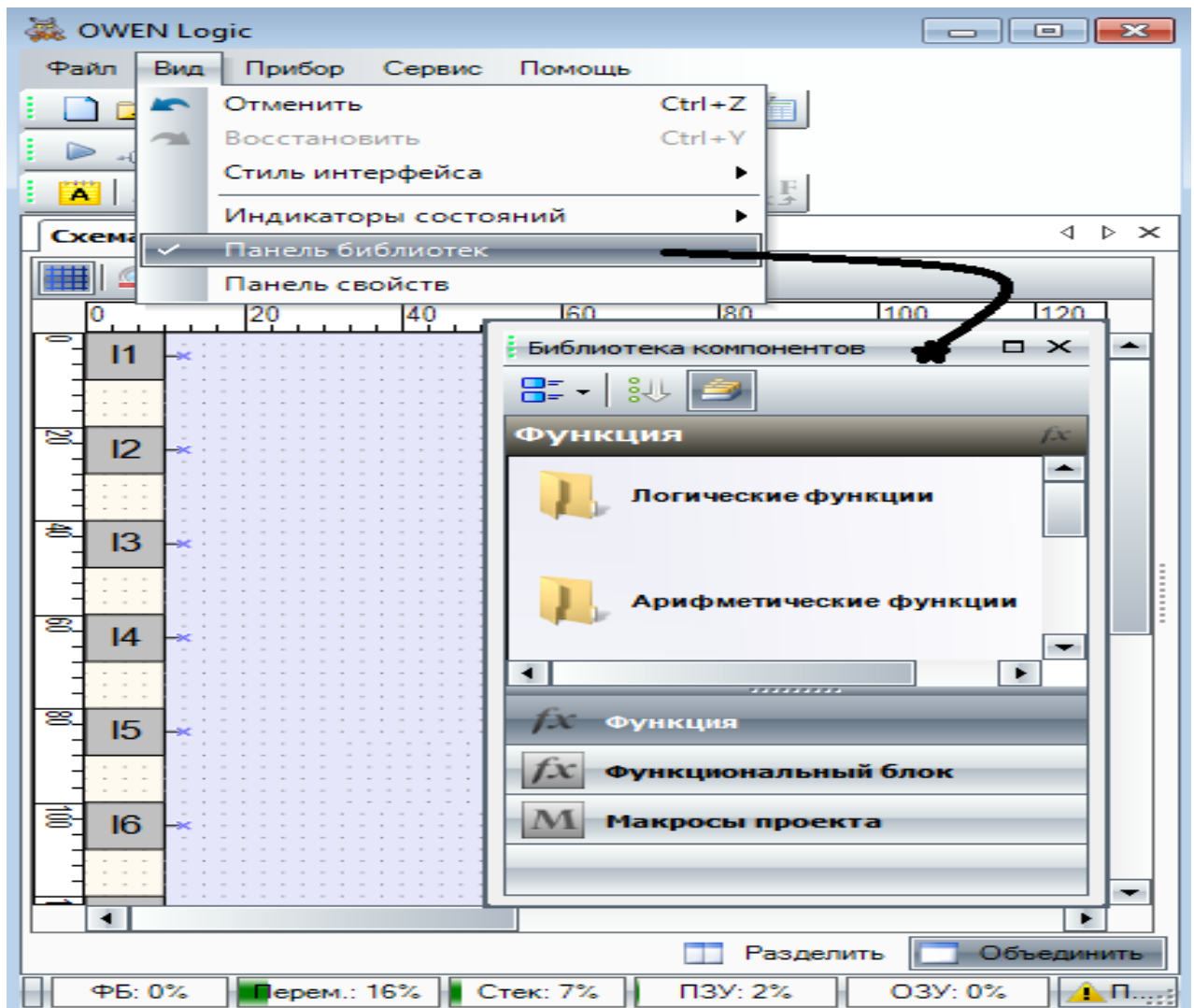
Разница между логическими и элементами сравнения?

Вывод:

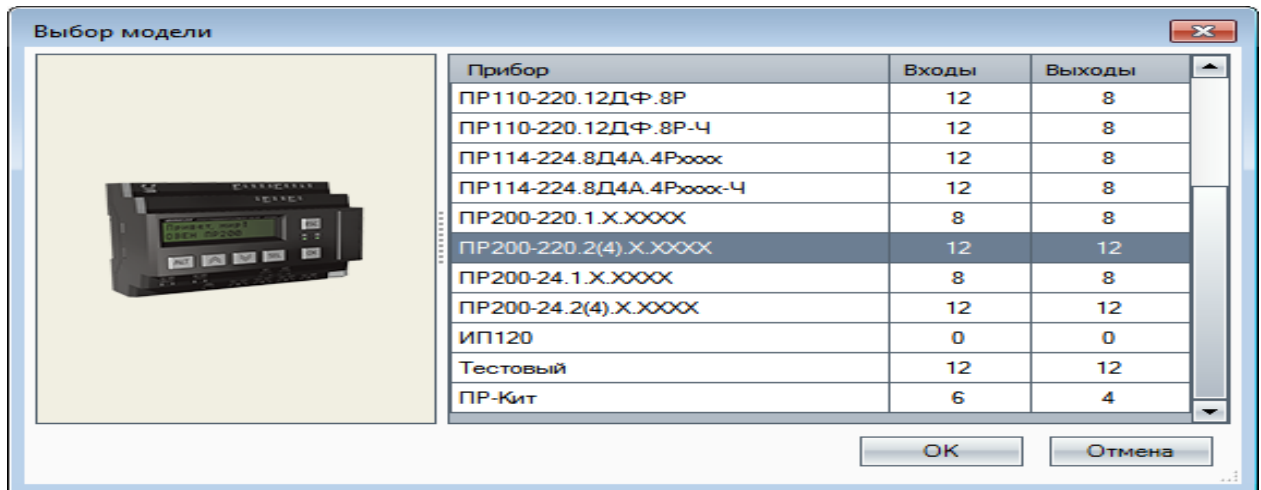
по особенностям выполнения пошаговой инструкции?

- может ли инструкция научить и чему?
- может ли инструкция выступать гарантией положительного результата?
- может ли инструкция быть алгоритмом ?
- можно инструкцию улучшить и как?
- если часто выполнять данную инструкцию, то она становится не актуальной?

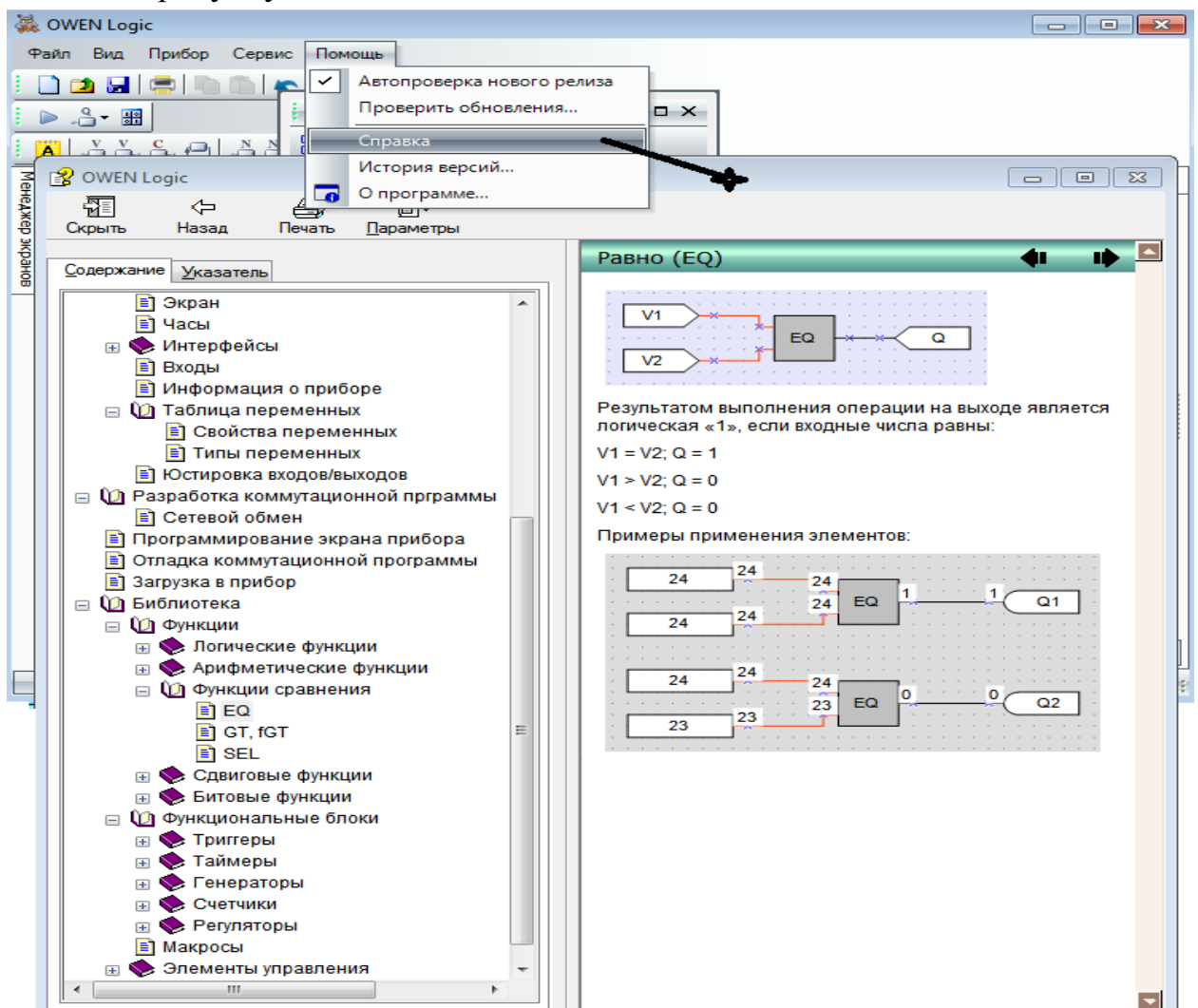
Ответить на контрольные вопросы.



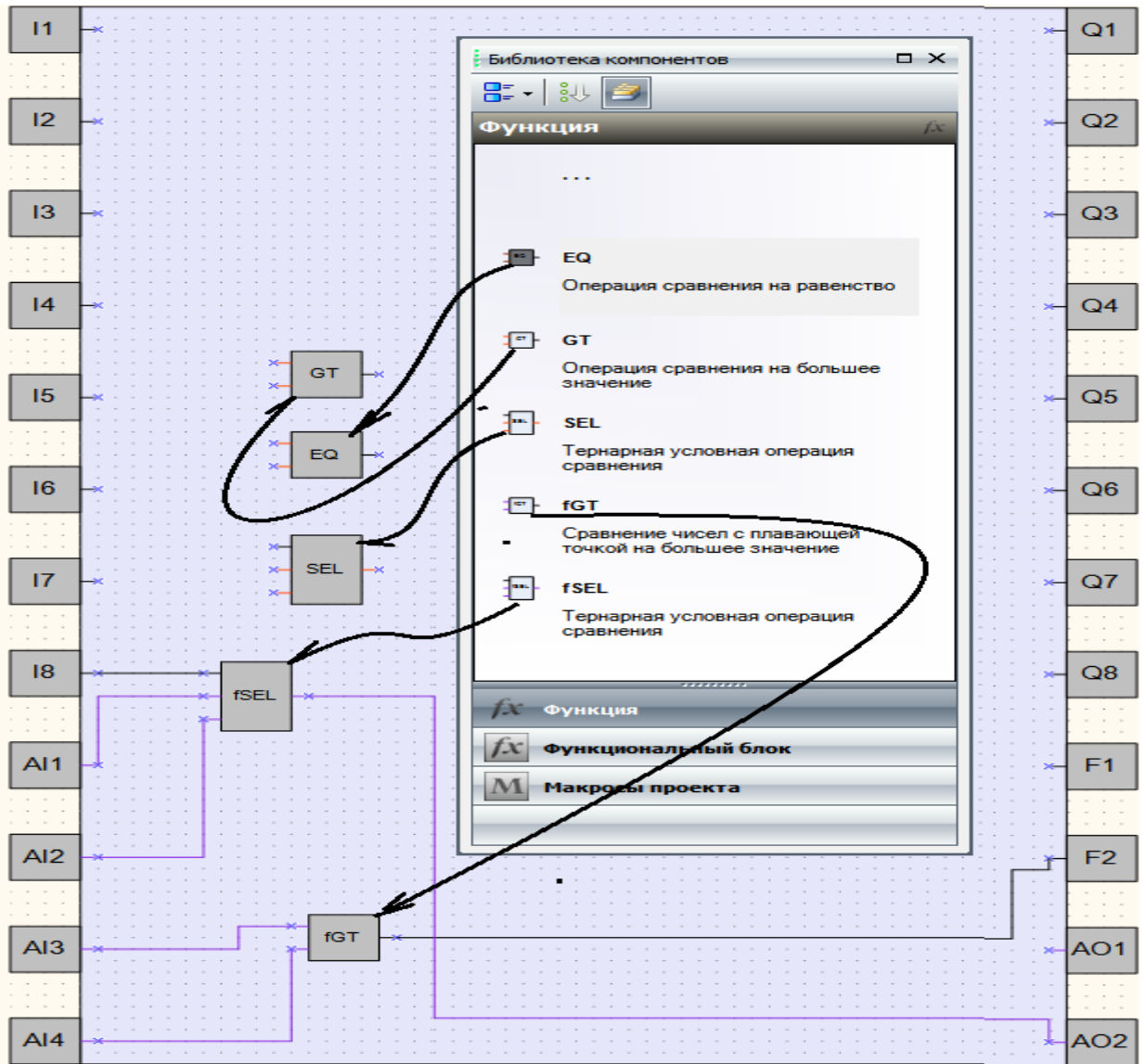
Для ввода схем пользуйтесь библиотеками компонентов.



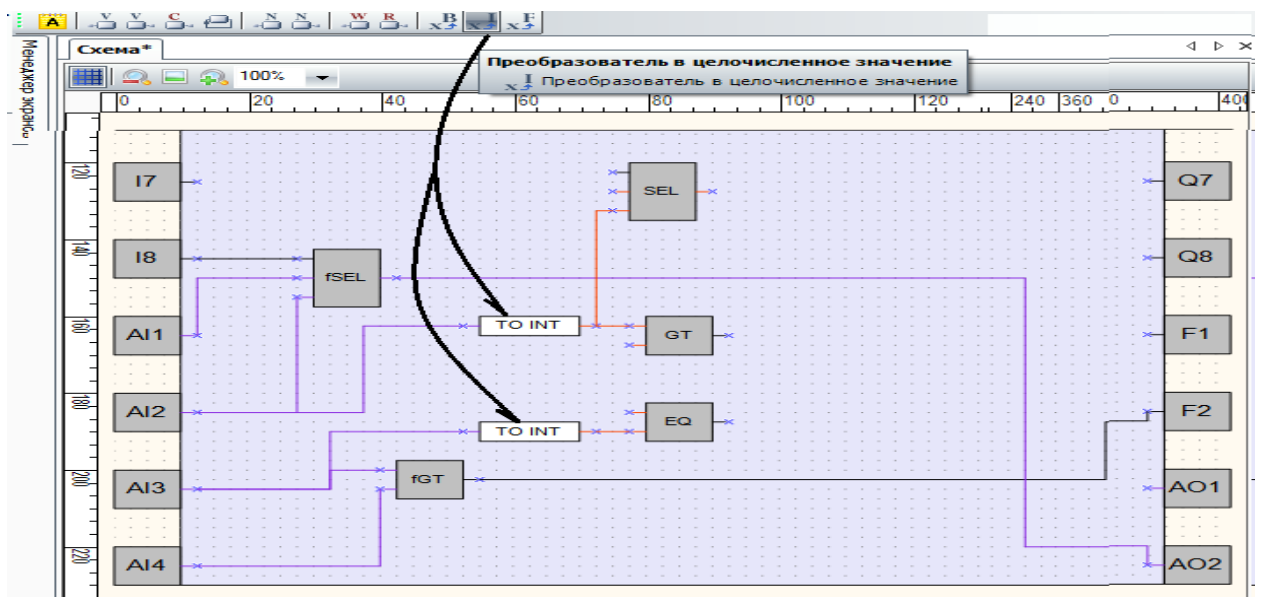
Согласно рисунку.



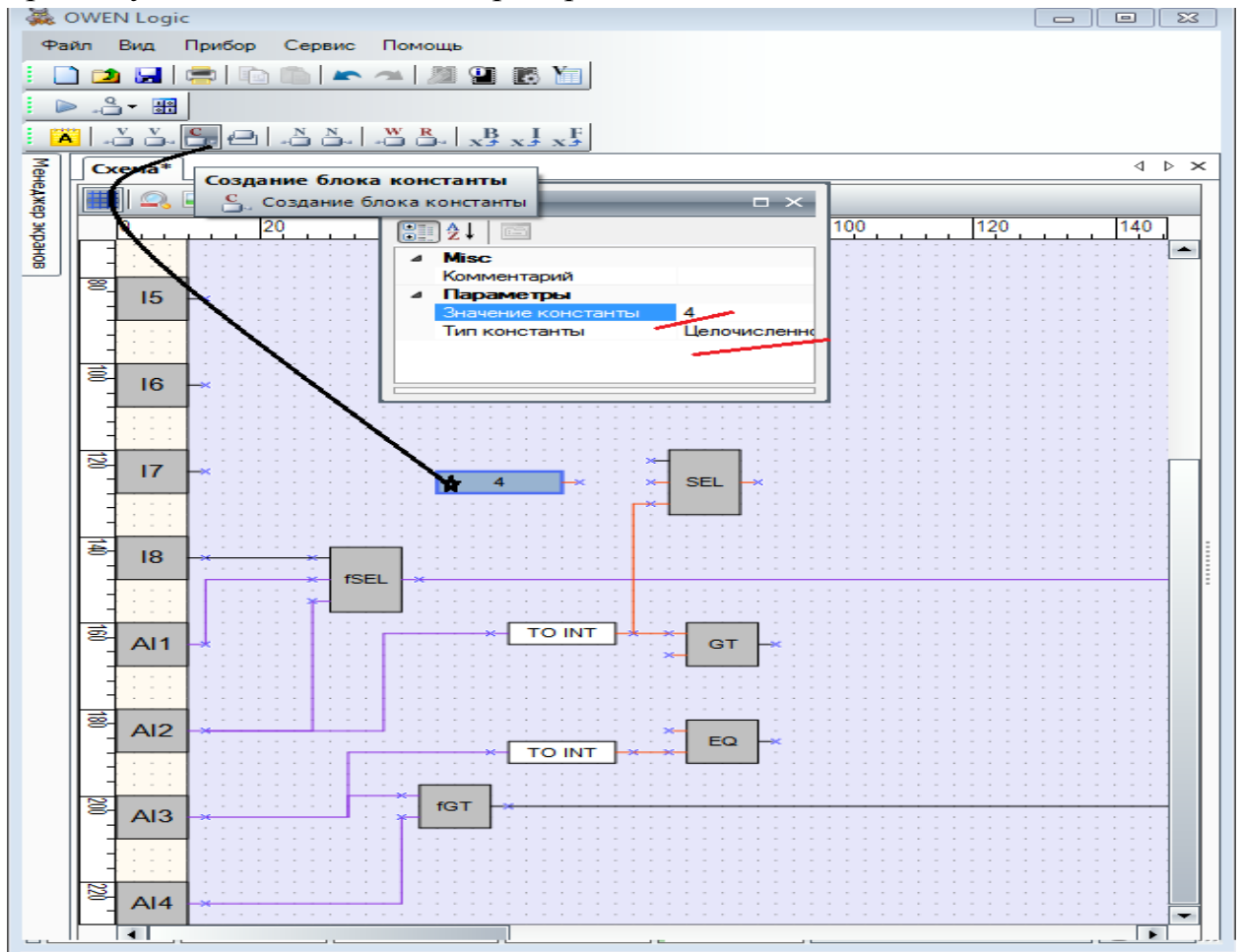
войдем в систему помощи и можем посмотреть ,описание функций сравнения.



организуем вывод элементов сравнения.

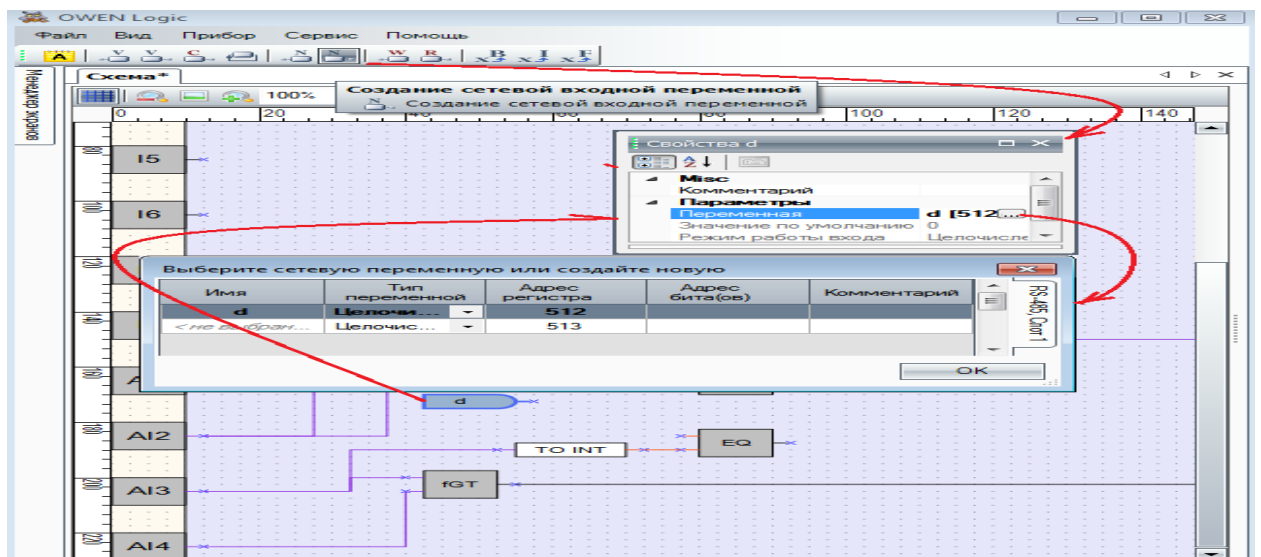


организуем вывод элементов преобразования.



введем ввод константы.

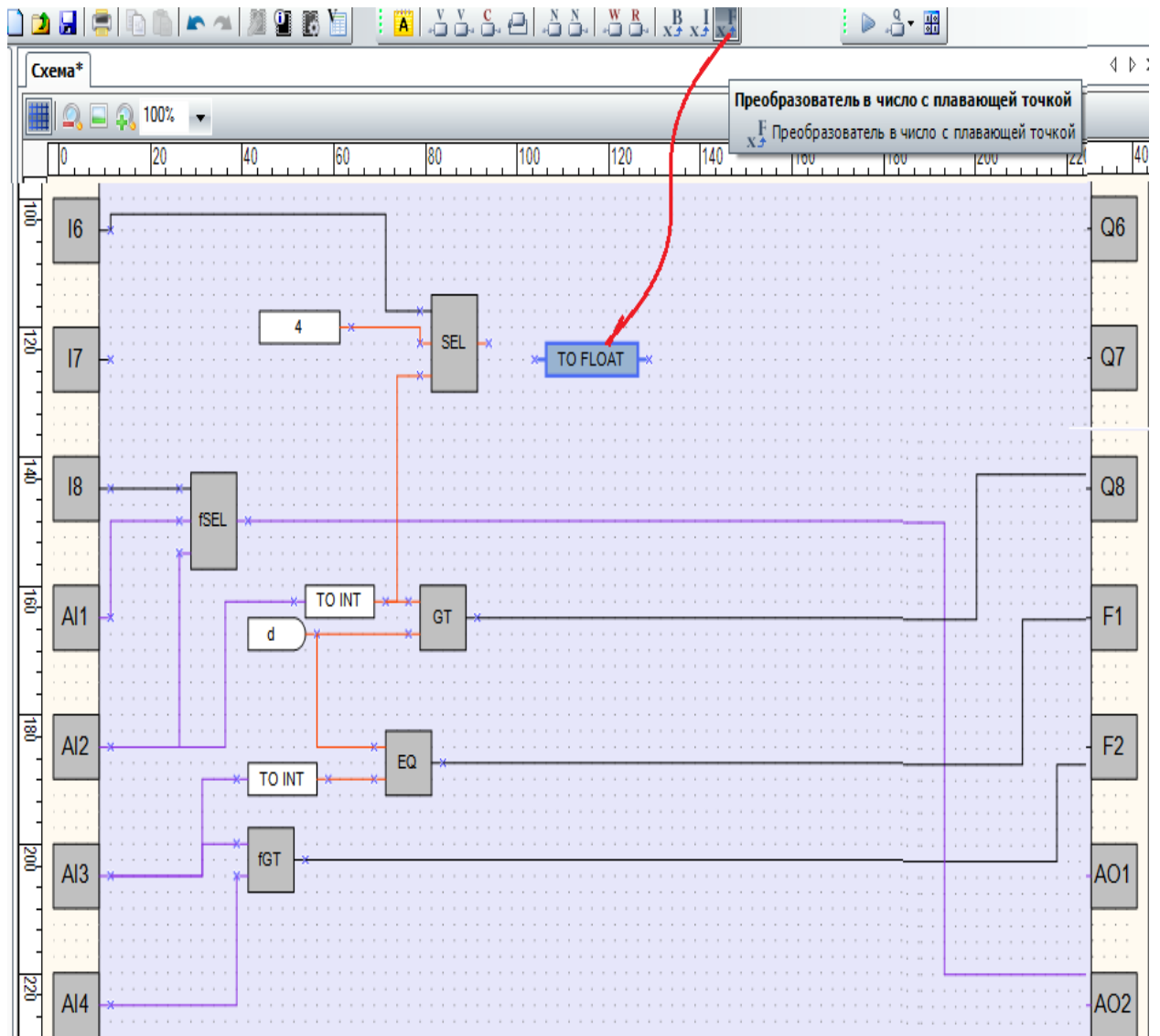
занесем свойства константе.



создадим сетевую переменную

введем её значения. ОК

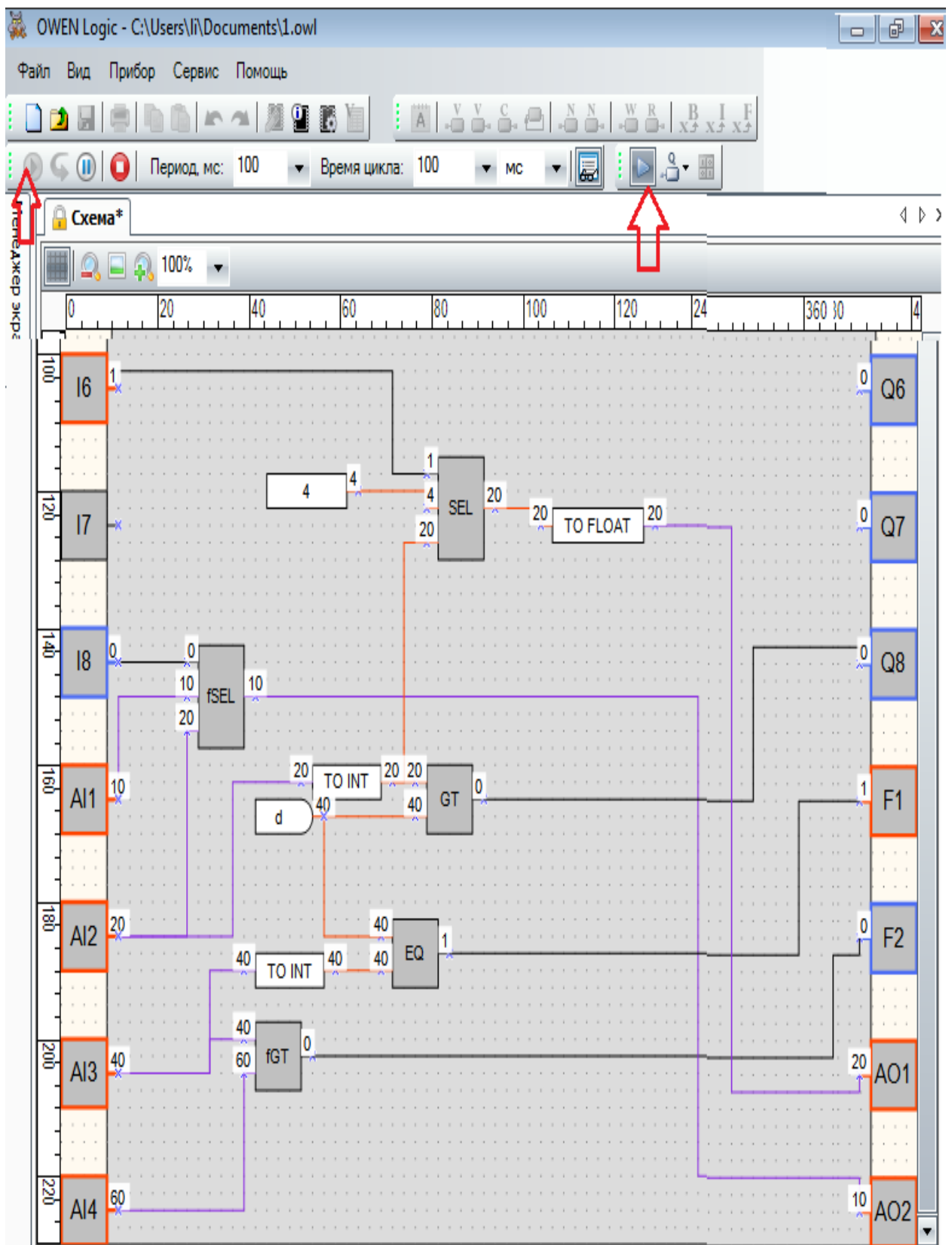




Соединим элементы схемы, согласно рисунку выше.

б) вводим значения .

в) получаем результат .



согласно стрелкам. вводим значения.

**Задание****Вариант 1**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt(5/ AI2)=F2

**Вариант 2**

- 1) I7 Fsel (AI3/ AI1) = A02      2) FEQ (AI1/ AI2) = NOT F2=F1

**Вариант 3**

- 1) I5 Fsel (AI3/ AI2) = A02      2) FEQ (AI3/ AI4) = NOT F1=F2

**Вариант 4**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt(8/ AI3)=Q1

**Вариант 5**

- 1) I6 Fsel (AI3/ AI4) = A02      2) FEQ (AI1/ AI3) = NOT F2=F1

**Вариант 6**

- 1) I4 Fsel (AI3/ AI1) = A01      2) FEQ (AI2/ AI4) = F1=F2

**Вариант 7**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt(4/ AI2)=Q3

**Вариант 8**

- 1) I7 Fsel (AI3/ AI1) = A02      2) FEQ (AI1/ AI2) = NOT F2=F1

**Вариант 9**

- 1) I5 Fsel (AI3/ AI2) = A02      2) FEQ (AI3/ AI4) = NOT F1=F2

**Вариант 10**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt( AI1/4)=Q6

**Вариант 11**

- 1) I6 Fsel (AI2/ AI4) = A02      2) FEQ (AI1/ AI3) = F2=NOT F1

**Вариант 12**

- 1) I4 Fsel (AI2/ AI4) = A01      2) FGT (AI2/ AI4) = F1=F2

**Вариант 13**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt(5/ AI2)=F2

**Вариант 14**

- 1) I7 Fsel (AI3/ AI1) = A02      2) FEQ (AI1/ AI2) = NOT F2=F1

**Вариант 15**

- 1) I5 Fsel (AI3/ AI2) = A02      2) FEQ (AI3/ AI4) = NOT F1=F2

**Вариант 16**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt(2/ AI3)=Q5

**Вариант 17**

- 1) I6 Fsel (AI3/ AI4) = A02      2) FEQ (AI1/ AI3) = NOT F2=F1

**Вариант 18**

- 1) I4 Fsel (AI3/ AI1) = A01      2) FEQ (AI2/ AI4) = F1=F2

**Вариант 19**

- 1) I2 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt(10/ AI2)=Q2

**Вариант 20**

- 1) I7 Fsel (AI3/ AI1) = A01=A02      2) FEQ (AI1/ AI2) = NOT F2=F1

**Вариант 21**

- I5 Fsel (AI3/ AI2) = A02      2) FEQ (AI3/ AI4) = NOT F1=F2

**Вариант 22**

- 1) I8 sel (AI1/ AI2) = A01      2) fGt( AI1/8)=Q1=F1

**Вариант 23**

- 1) I6 Fsel (AI3/ AI4) = A02      2) FEQ (AI1/ AI3) = F2= F1

**Вариант 24**

- 1) I4 Fsel (AI2/ AI1) = A01      2) FGT (AI1/ AI4) = F1

## Практическая работа №17

**Тема :** Элементы регулирования OWEN Logic.

**Цель работы:** Получение навыка в среде "owen logic" использования ресурсов для построения АСУ.

**Задание:**

- 1) Выполнить пошаговую инструкции.
- 3) Ответить на контрольные вопросы.
- 4) Оформить отчёт.

**Порядок выполнения работы:**

- выполнить пошагово инструкцию.
- протестировать полученный результат.
- результат показать, оформить в отчете.
- выполнить вариант, оформить в отчете.

**Результат работы:**

- КАРТИНА итогового результата.

Ответ 1:

для чего нужен конфигурационный файл?

Ответ 2:

что создаёт конфигурационный файл.

Ответ 3:

зачем нужна данная пошаговая инструкция?

Ответ 4:

зачем нужна справка?

Ответ 5:

для чего нужен "таймер"?

Ответ 6:

для чего нужен "регистр"?

Ответ 7:

для чего нужен "счетчик" ?

Ответ 8:

какие типы ПИД регулирования есть?

**Вывод:**

R- это вход сброса? С - вход синхронизации/счета?

S- это вход установки? Е - в режим работы?

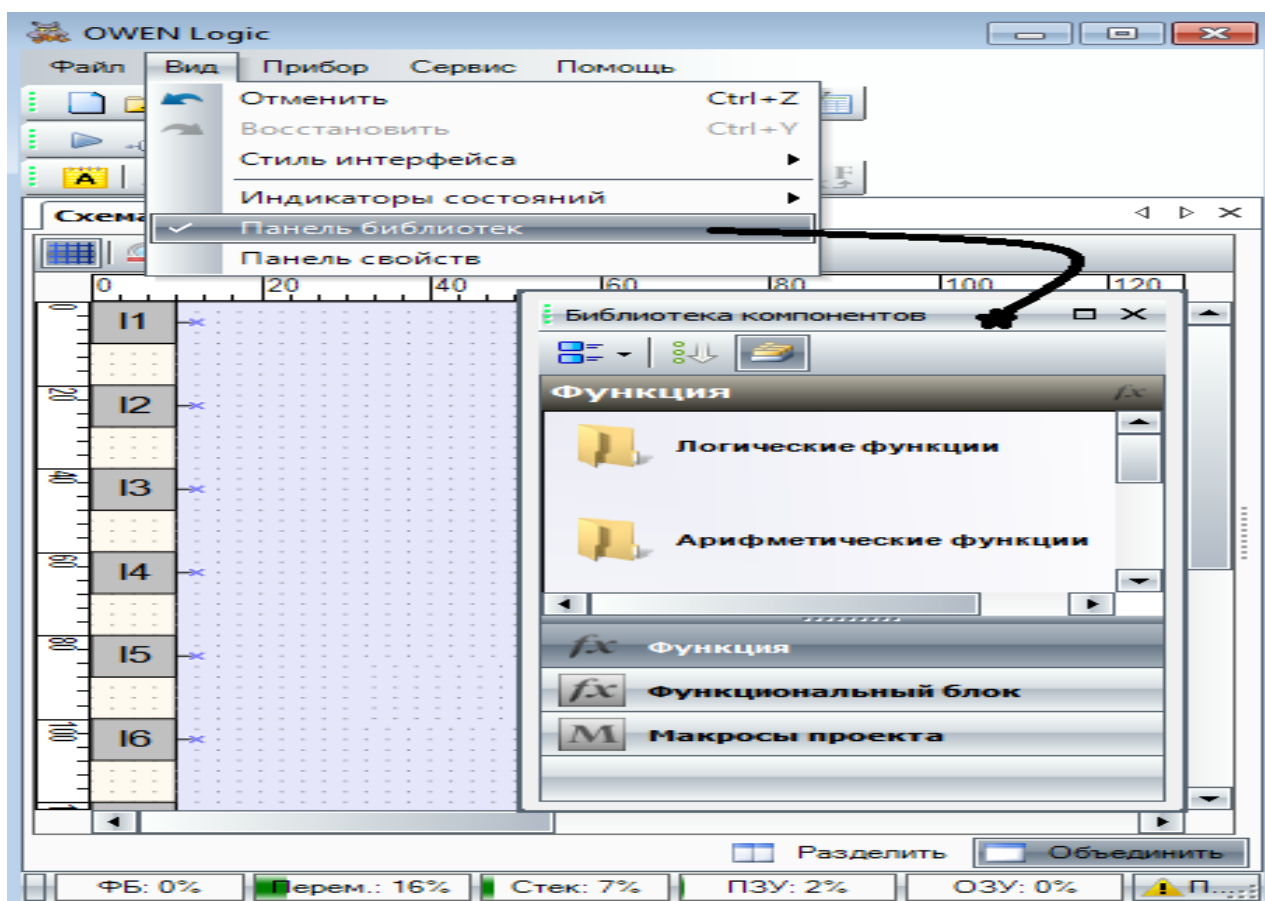
I- инициализации событий?

D- уменьшить/ данные ?

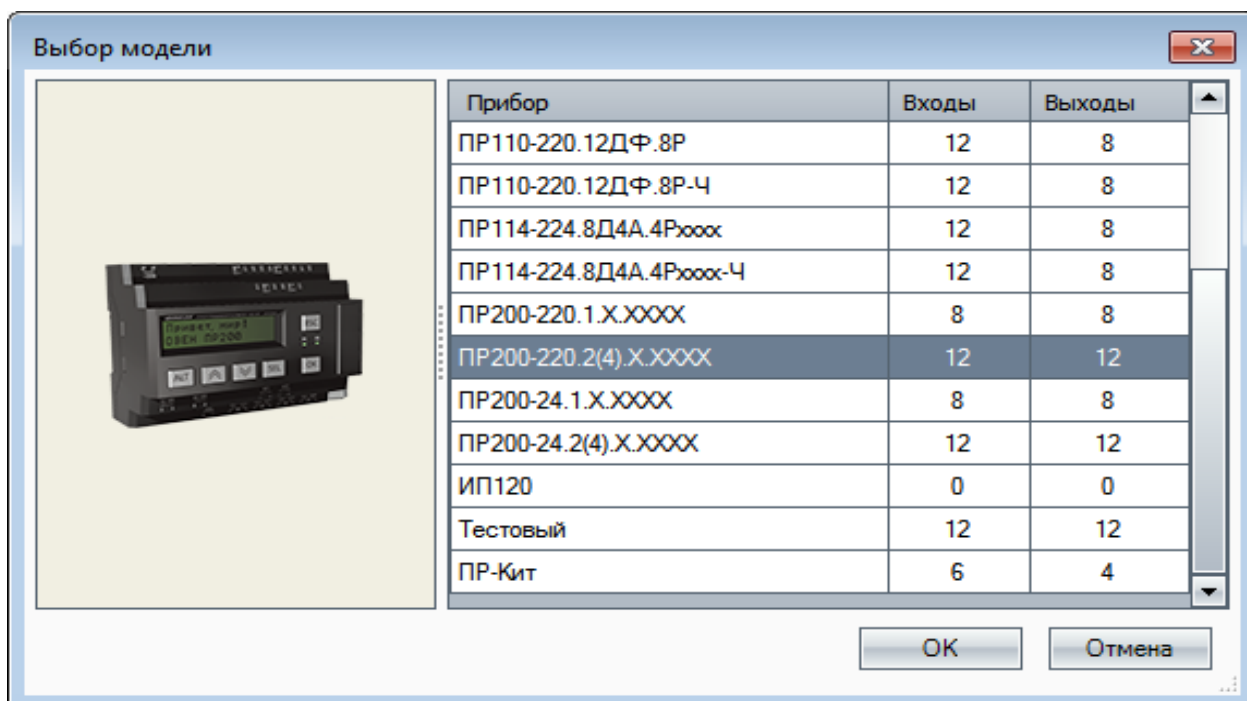
U- увеличить? N-нормирующая величина?

Sr- установленное значение? Pv- поверяемое значение?

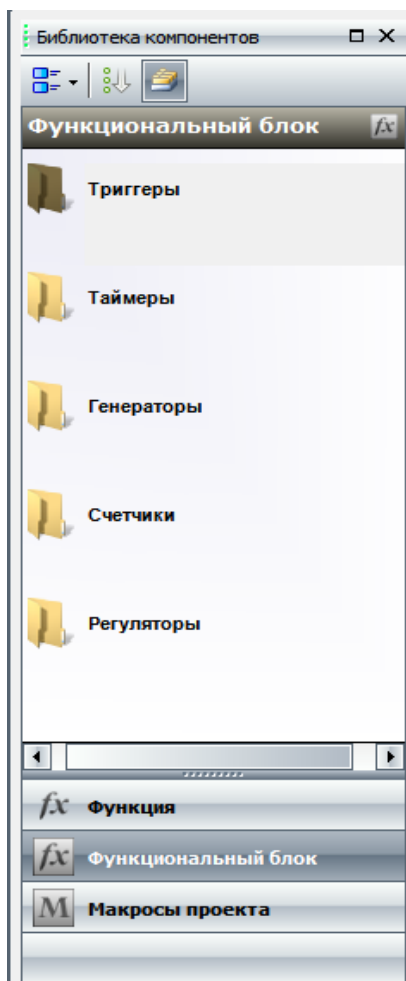
Ответить на контрольные вопросы.



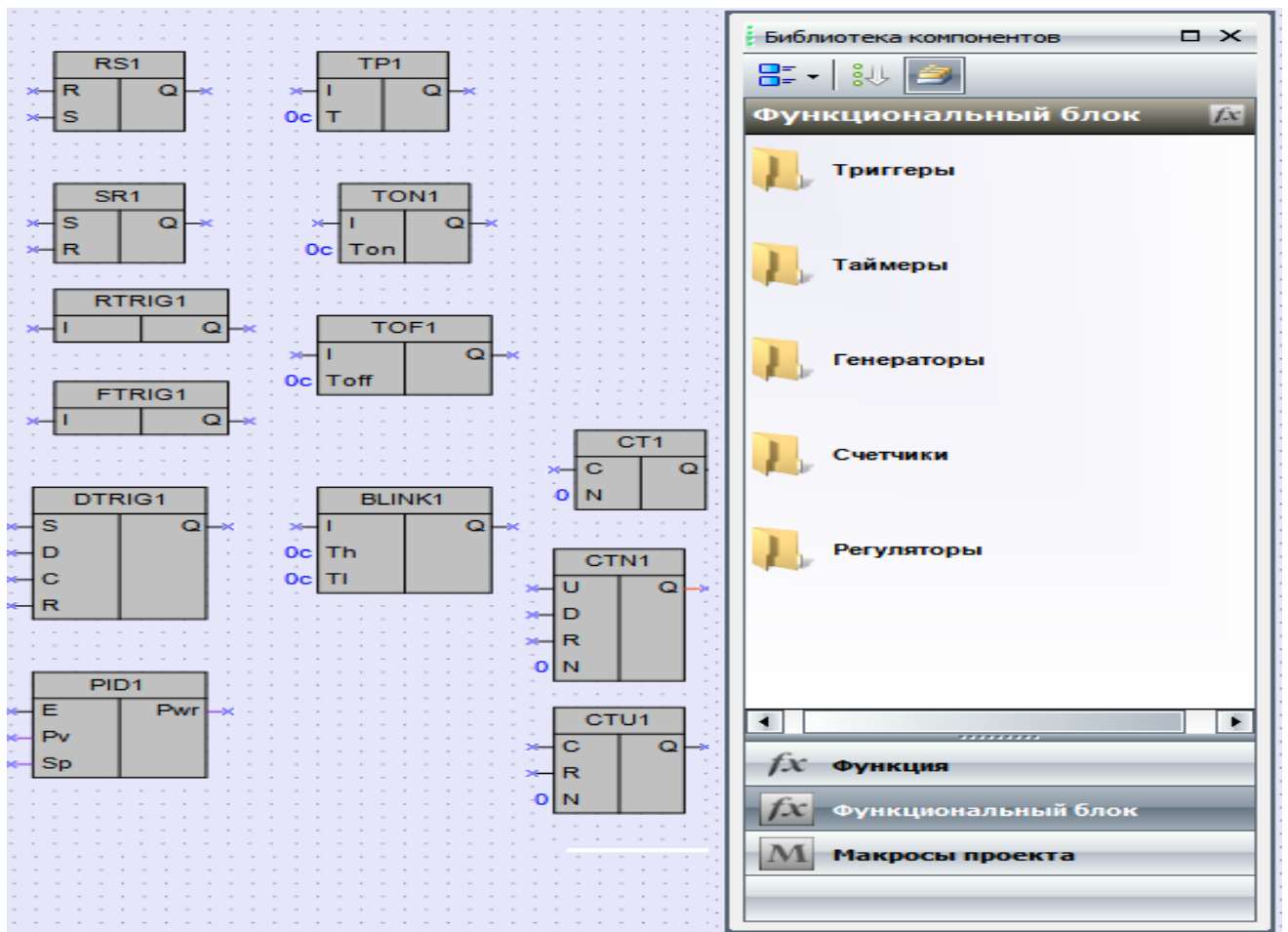
Для ввода схем пользуйтесь библиотеками компонентов.



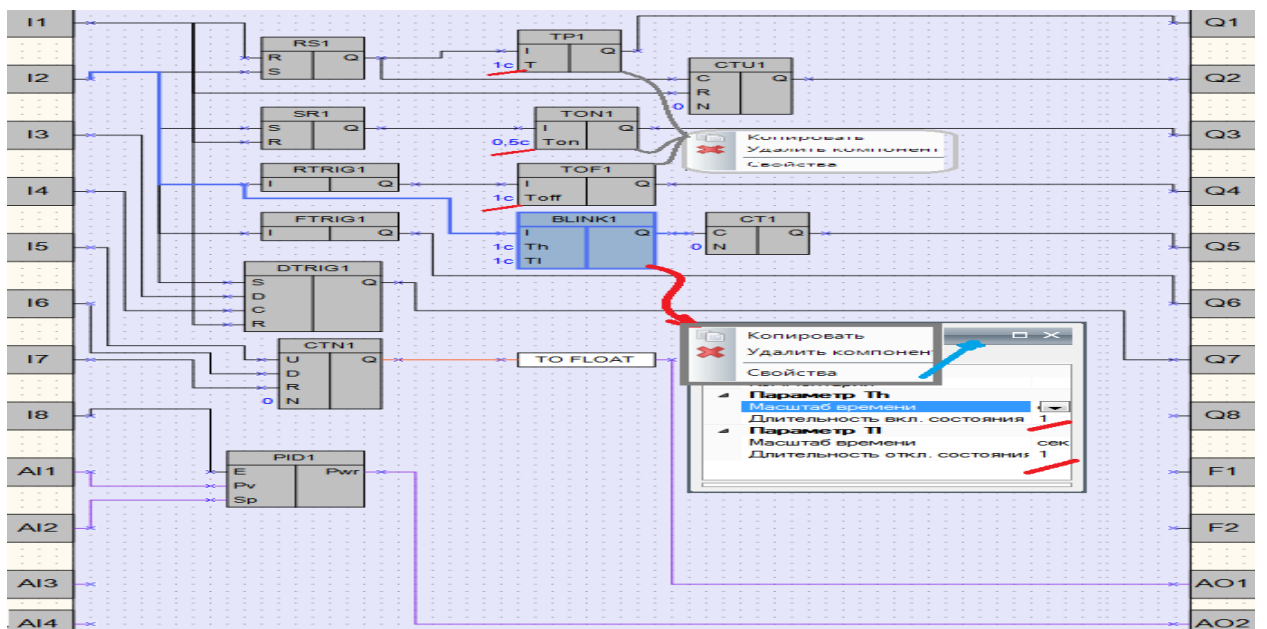
Согласно рисунку.



Данные ресурсы можно отнести к регуляторам.



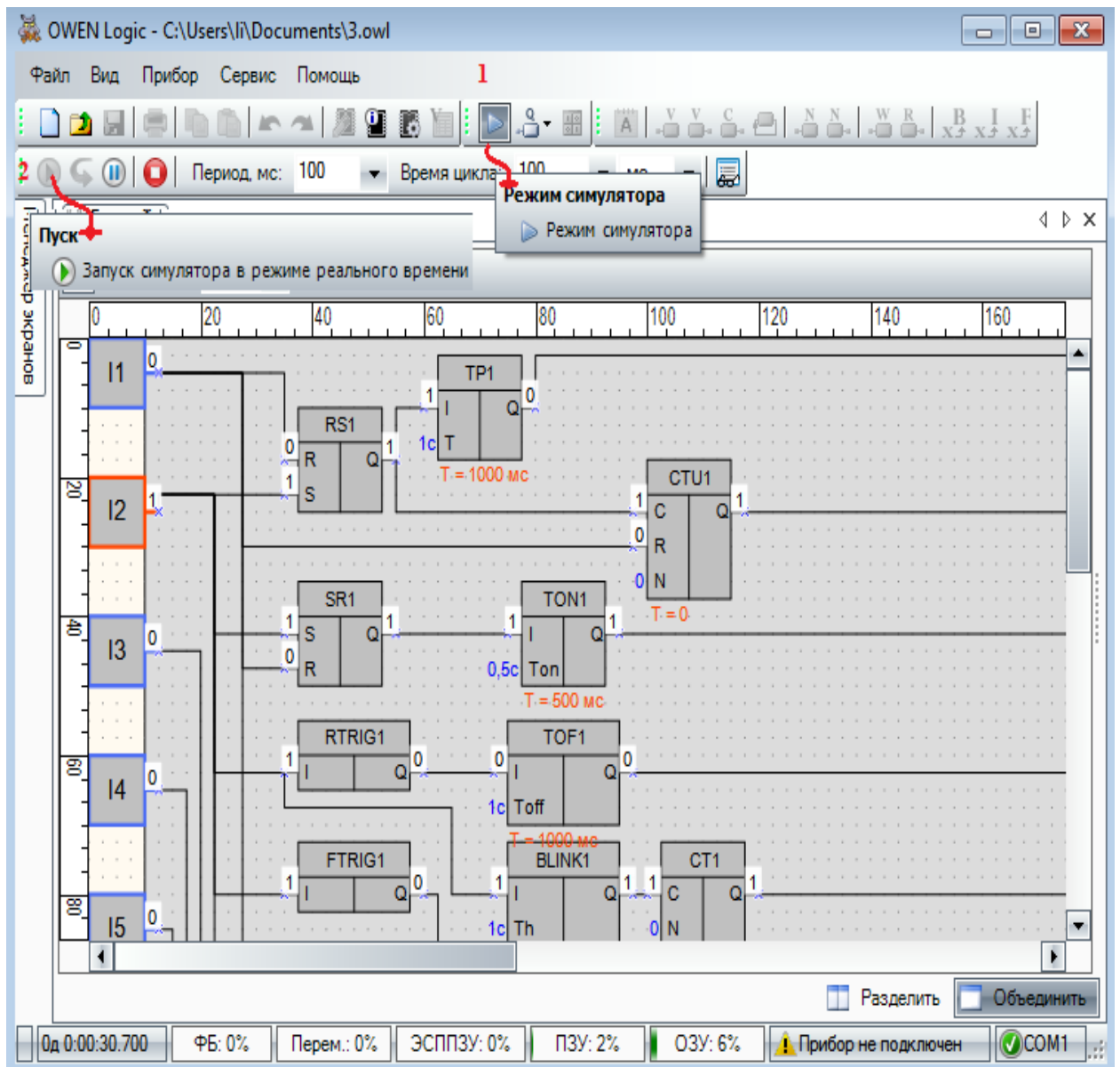
Выведем элементы для построения схемы.



Организуем схему.

Правой кнопкой мыши на **BLINK1** вызовем свойства?

Изменим свойства таймеров **TOF**, **TON**, **TP**? Правой кнопкой мыши?



ЗАПУСТИМ симулятор. Проверим правильность работы системы?

**Вариант 1.**

- 1) I1=> I[(TP) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q1 создать Таблицу значений.
- 2) I2=>C[(CTU) N=10 R=I2 ]Q=>Q2 создать Таблицу значений.

**Вариант 2.**

- 1) I1=> I[(TON) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений.
- 2) I2=>C[(CT )]Q=>Q3 создать Таблицу значений.

**Вариант 3.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I4 ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 4.**

- 1) I1=> I[(FTRIG)]Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) N=10 R=I2 ]Q=>Q2 создать Таблицу значений

**Вариант 5.**

- 1) I1=> I[(TON) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTN) R=I3 U=I4 D=I5 ]Q=>AO1 создать Таблицу значений

**Вариант 6.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I3 ]Q=>Q3 создать Таблицу значений



**Вариант 7.**

- 1) I1=> I[(BLINK) Th= 1сек Tl=1сек]Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CT) ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 8.**

- 1) I1=> I[(TON) R=I4 T= 2секунда]Q=>Q4 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTN) R=I6 U=R5 D=I2]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 9.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I4 ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 10.**

- 1) I1=> I[(FTRIG))Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) N=10 R=I2 ]Q=>Q2 создать Таблицу значений

**Вариант 11.**

- 1) I1=> I[(RTRIG))Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTN) R=I3 U=I8 D=I5 ]Q=>AO1 создать Таблицу значений

**Вариант 12.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I4 T= 0.1секунда]Q=>Q3 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I3 ]Q=>Q4 Q=>Q5 создать Таблицу значений

**Вариант 13.**

- 1) I1=> I[(TP) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q3 создать Таблицу значений.
- 2) I2=>C[(CTU) N=10 R=I2 ]Q=>Q4 создать Таблицу значений.

**Вариант 14.**

- 1) I1=> I[(TON) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q5 создать Таблицу значений.
- 2) I2=>C[(CT) ]Q=>Q3 создать Таблицу значений.

**Вариант 15.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I4 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I4 ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 16.**

- 1) I1=> I[(FTRIG))Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) N=10 R=I2 ]Q=>Qe создать Таблицу значений

**Вариант 17.**

- 1) I1=> I[(TON) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTN) R=I3 U=I4 D=I5 ]Q=>AO1 создать Таблицу значений

**Вариант 18.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I3 ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 19.**

- 1) I1=> I[(BLINK) Th= 1сек Tl=1сек]Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CT) ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 20.**

- 1) I1=> I[(TON) R=I4 T= 2секунда]Q=>Q4 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTN) R=I6 U=R5 D=I2]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 21.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I2 T= 1секунда]Q=>Q2 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I4 ]Q=>Q3 создать Таблицу значений

**Вариант 22.**

- 1) I1=> I[(FTRIG))Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) N=10 R=I2 ]Q=>Q2 создать Таблицу значений

**Вариант 23.**

- 1) I1=> I[(RTRIG))Q=>Q1 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTN) R=I3 U=I8 D=I5 ]Q=>AO1 создать Таблицу значений

**Вариант 24.**

- 1) I1=> I[(TOF) R=I4 T= 0.1секунда]Q=>Q6 создать Таблицу значений
- 2) I2=>C[(CTU) R=I3 ]Q=>Q4 Q=>Q2 создать Таблицу значений

## Практическая работа № 18

Тема: 1С- Паспорт работ /тарифы / нормативы.

Цель работы: Получение навыков доработки 1С  
с целью организации проведения учета состояния  
и надежности АСУ и иных средств.

Задание:

- а) создать справочник "паспорта работ";

реквизиты

- 1) Цех -> справочник
- 2) диспетчер - справочник.
- 4) название работ -> строка 60 символов
- 5) начало -> число 10 дробь 2
- 5) конец -> число 10 дробь 2

табличная часть

- 2) категория работ
- 3) срок.

//-----

- г) создать документы заказа и закрытия
- в) создать кнопку формирующую документ заказа на работу по  
паспорту работ.  
в заказе указать какое оборудование и инвентарь использовать.
- г) создать кнопку в документе закрытия закрытие заказа на работу.  
в исполнении указать какое оборудование и инвентарь использовали.

Порядок выполнения работы:

Согласно заданию.

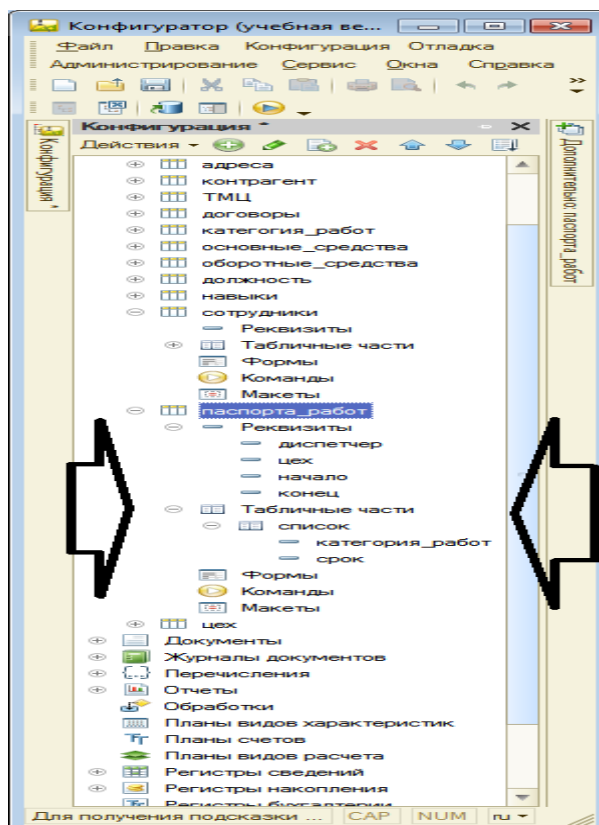
Содержание отчета:

- наименование и цель работы
- картинки печати отчетов
- ответы на контрольные вопросы

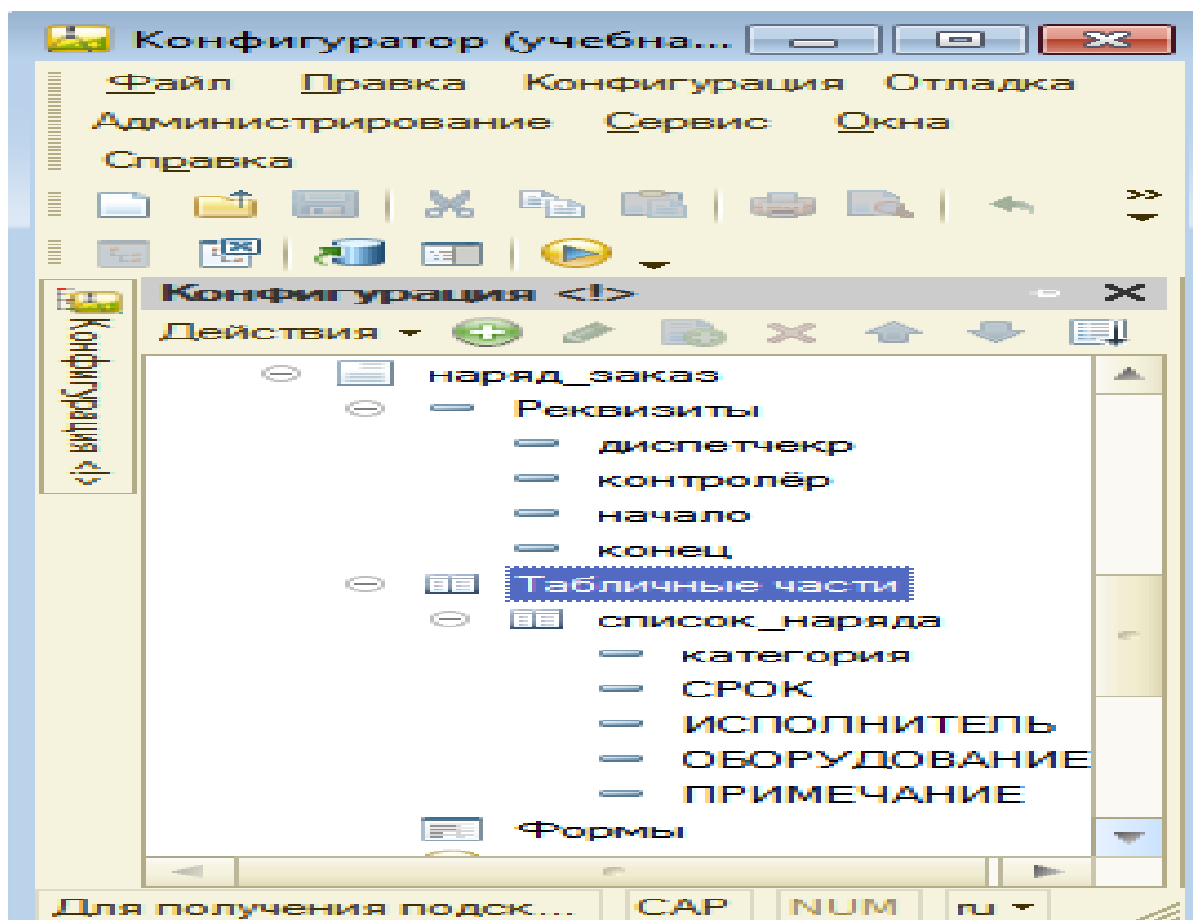
Вывод: На практической работе научились создавать справочники .  
Выводить на печать справочники. Организовывать автоматизацию учета  
состояния оборудования и проведения работ.

Контрольные вопросы:

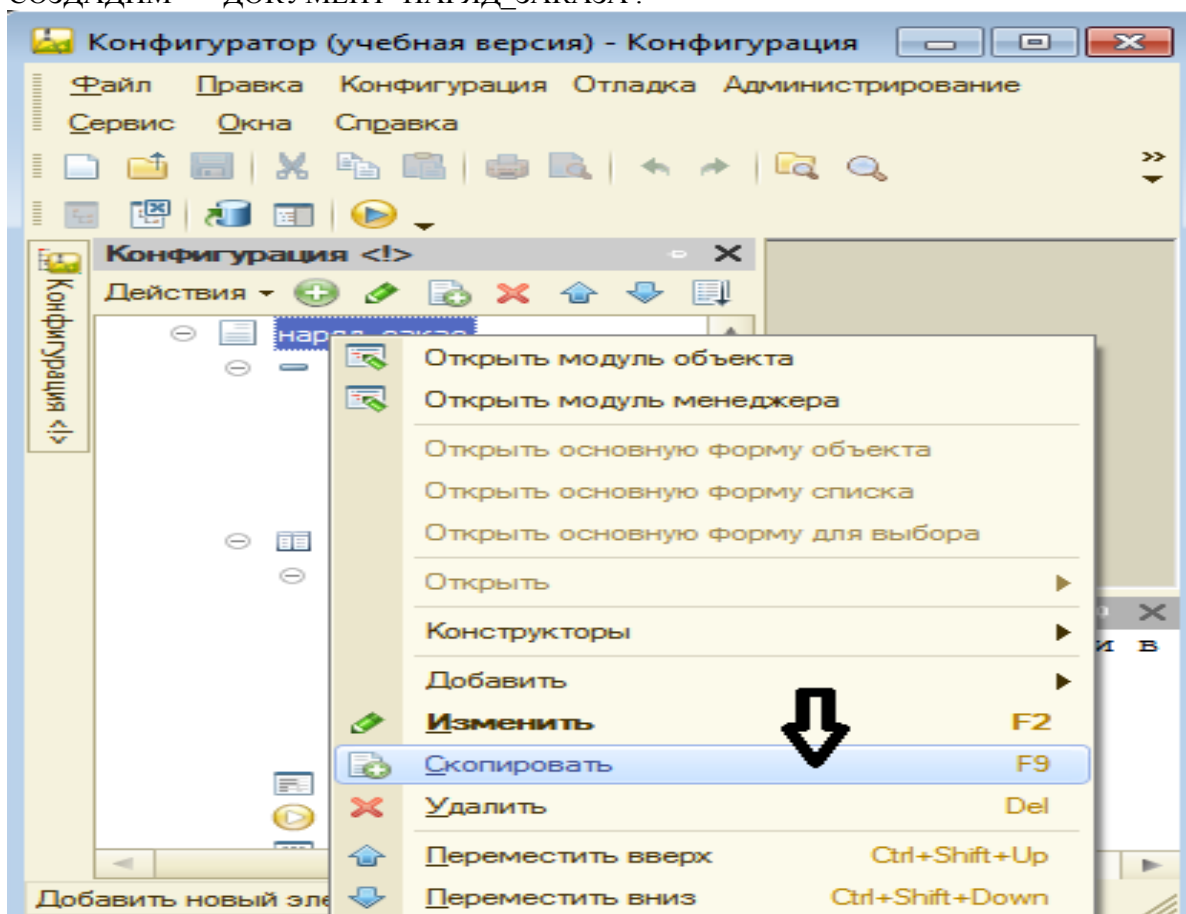
- а) Справочник паспортов работ позволяет систематизировать работу?
- в) Заказ на работу без паспорта возможен?
- г) Исполнения работ возможно без заказа на работу?



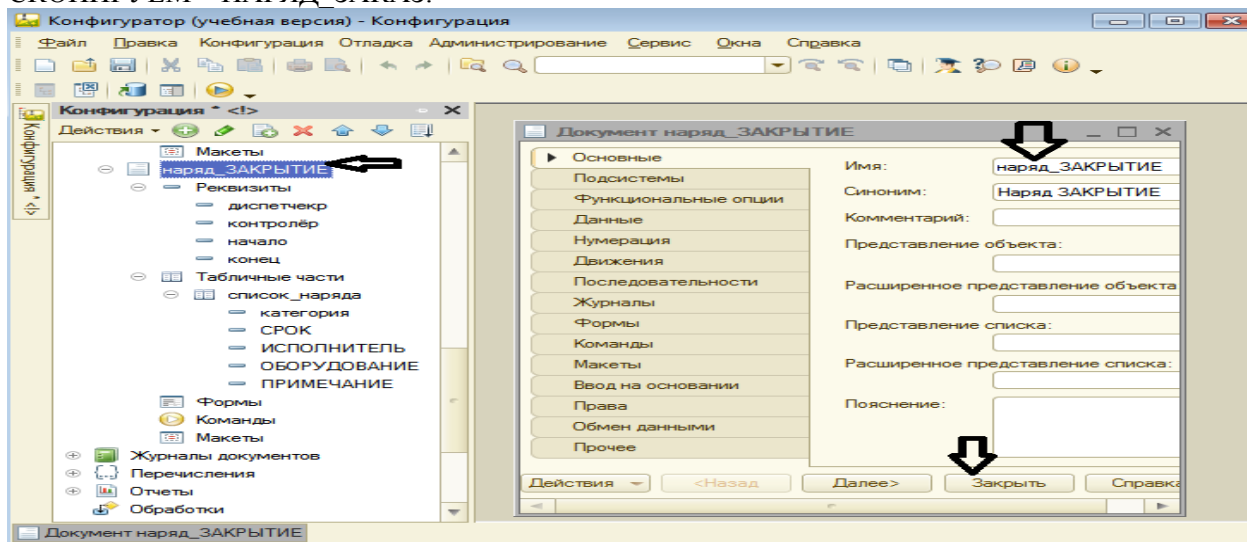
создали справочник.



СОЗДАДИМ ДОКУМЕНТ НАРЯД\_ЗАКАЗА.

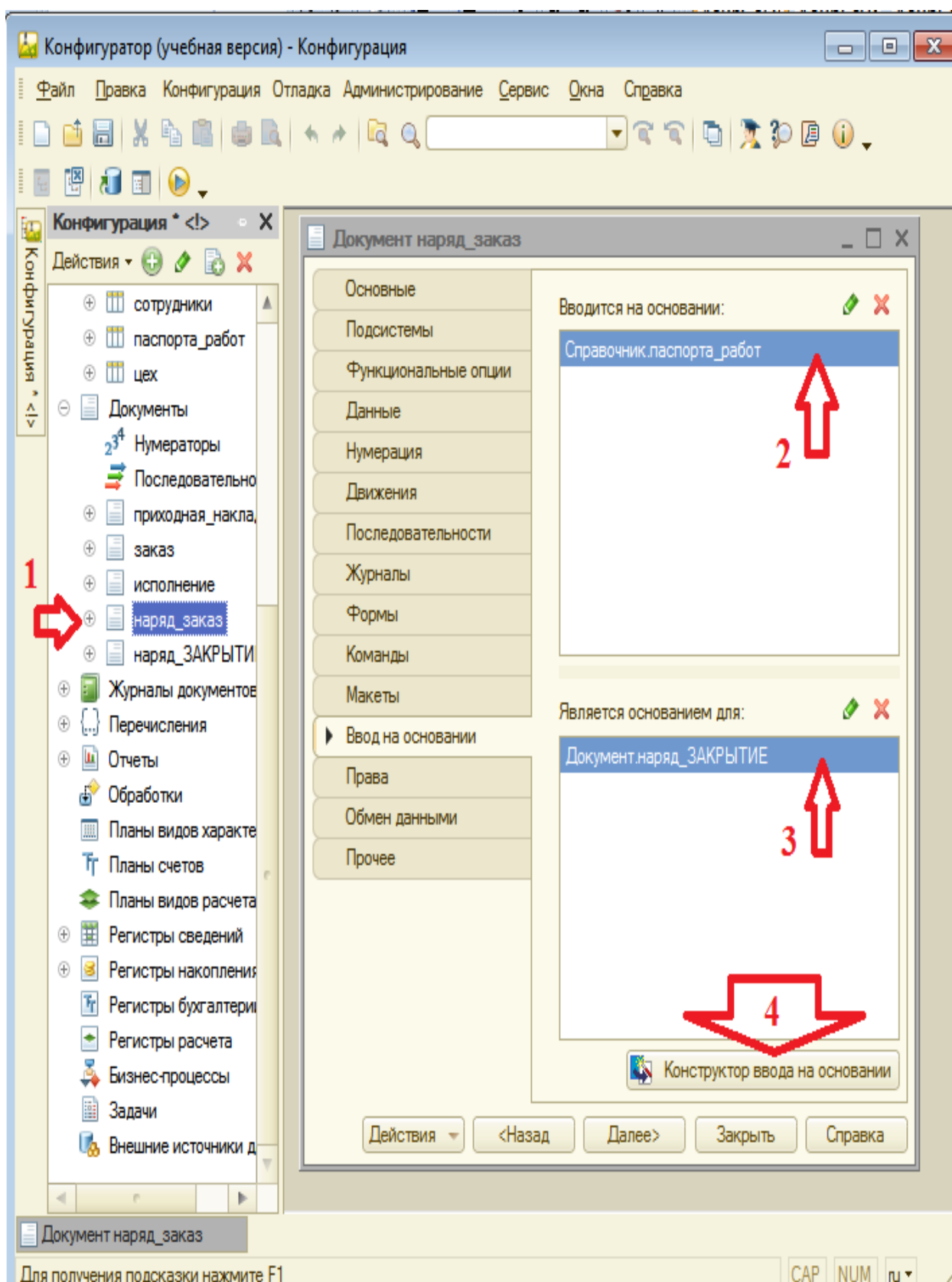


СКОПИРУЕМ НАРЯД ЗАКАЗ.

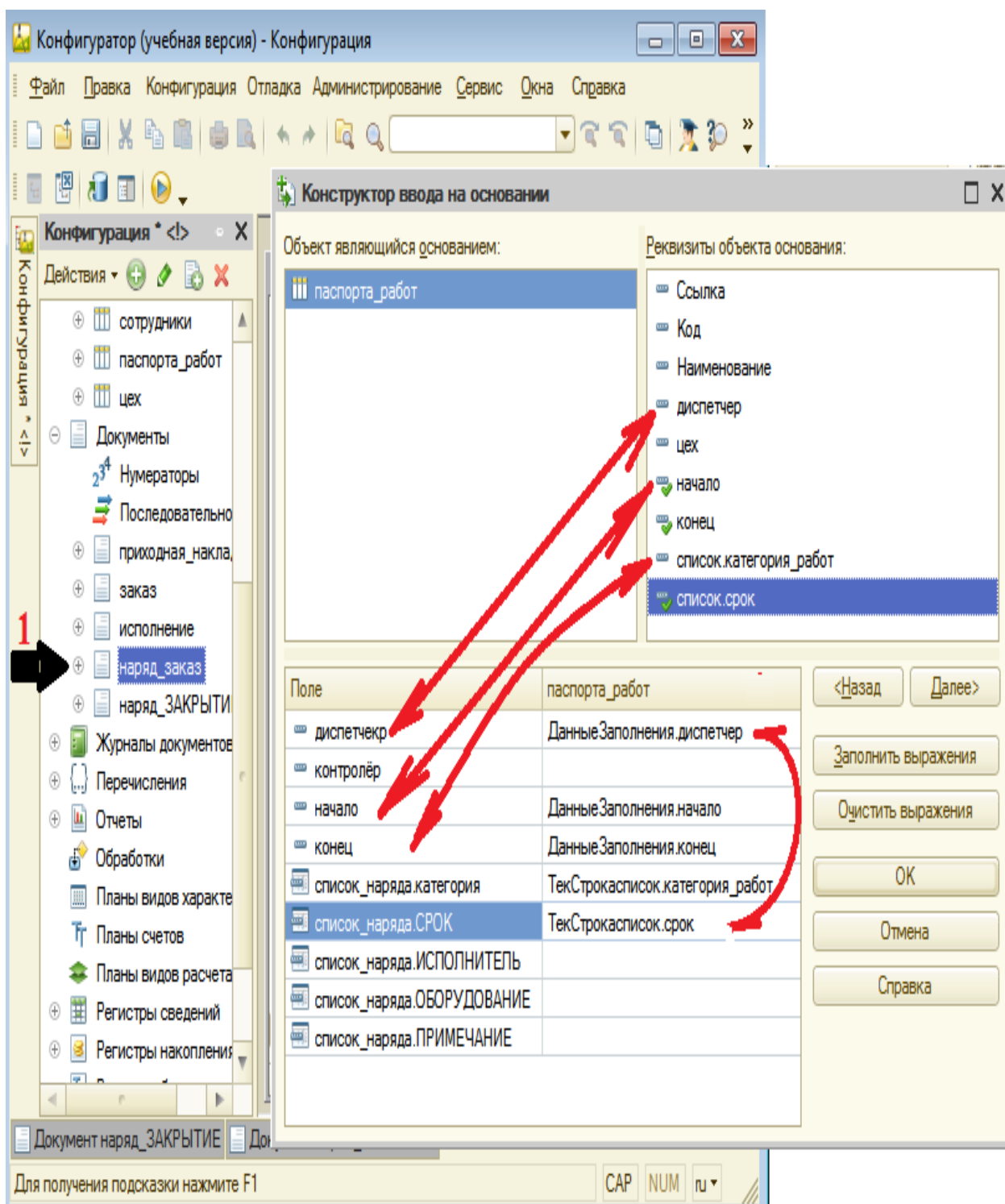


ПЕРЕИМЕНУЕМ СКОПИРОВАННЫЙ ДОКУМЕНТ.

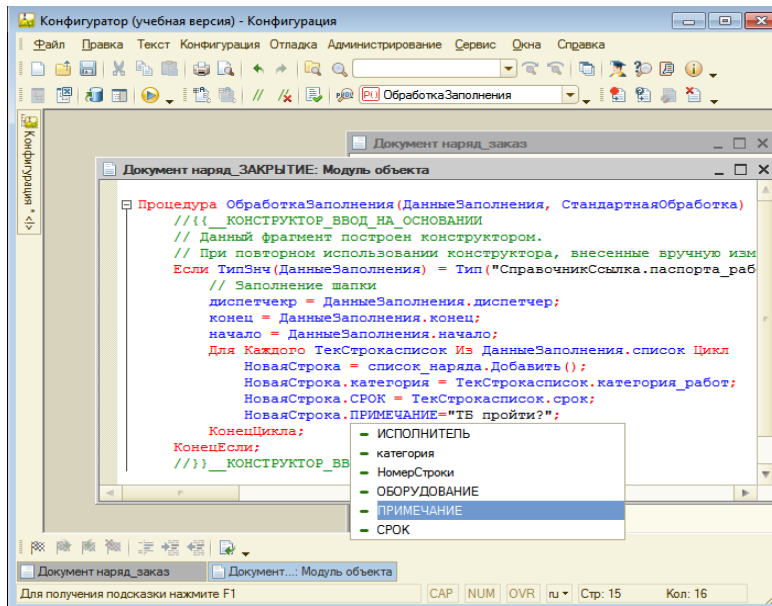
ПО ПУНКТАМ ВЫПОЛНИМ..



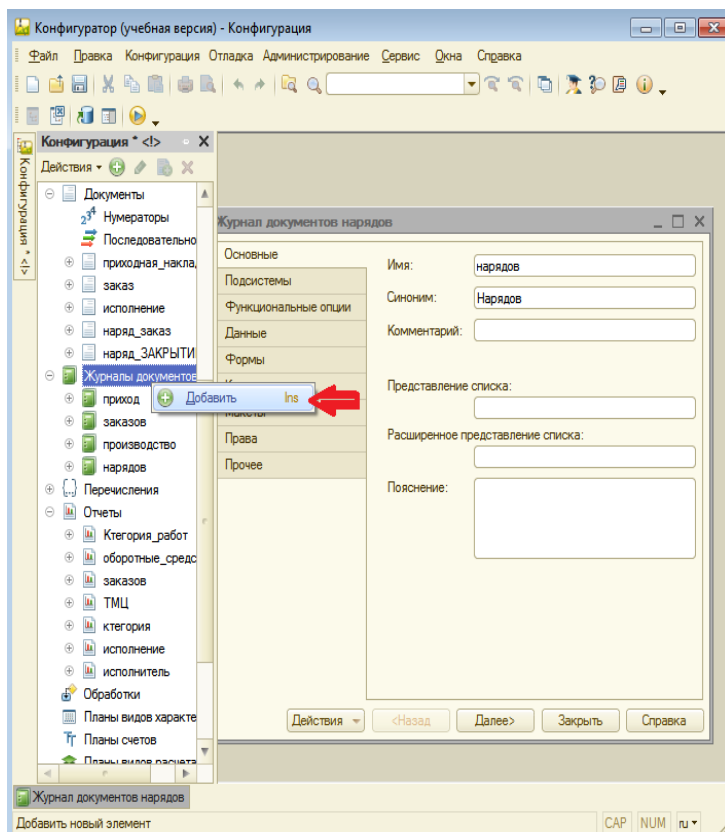
согласно стрелкам.



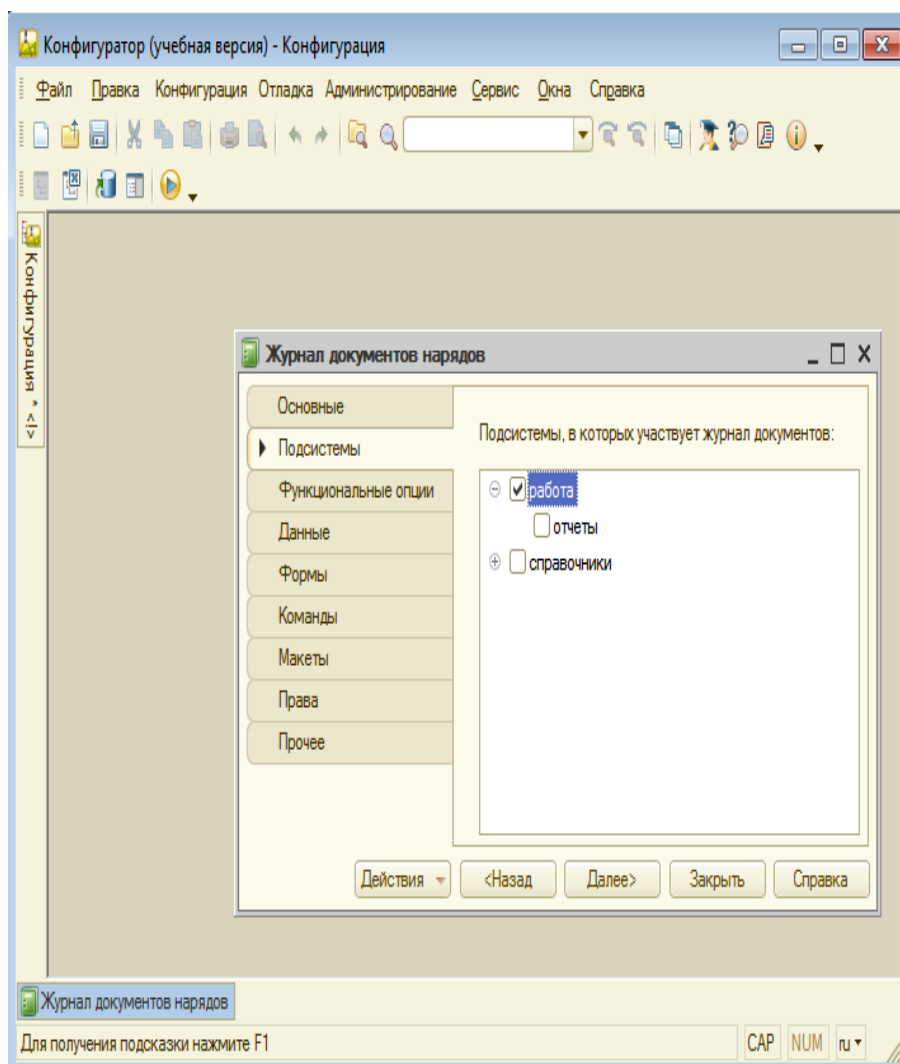
СОГЛАСНО СТРЕЛКАМ ВЫШЕ И ОК)))



вводим новаяСтрока и нажимаем точку и высветится на экране.  
Выбираем примечание и далее вводим текст в кавычках .

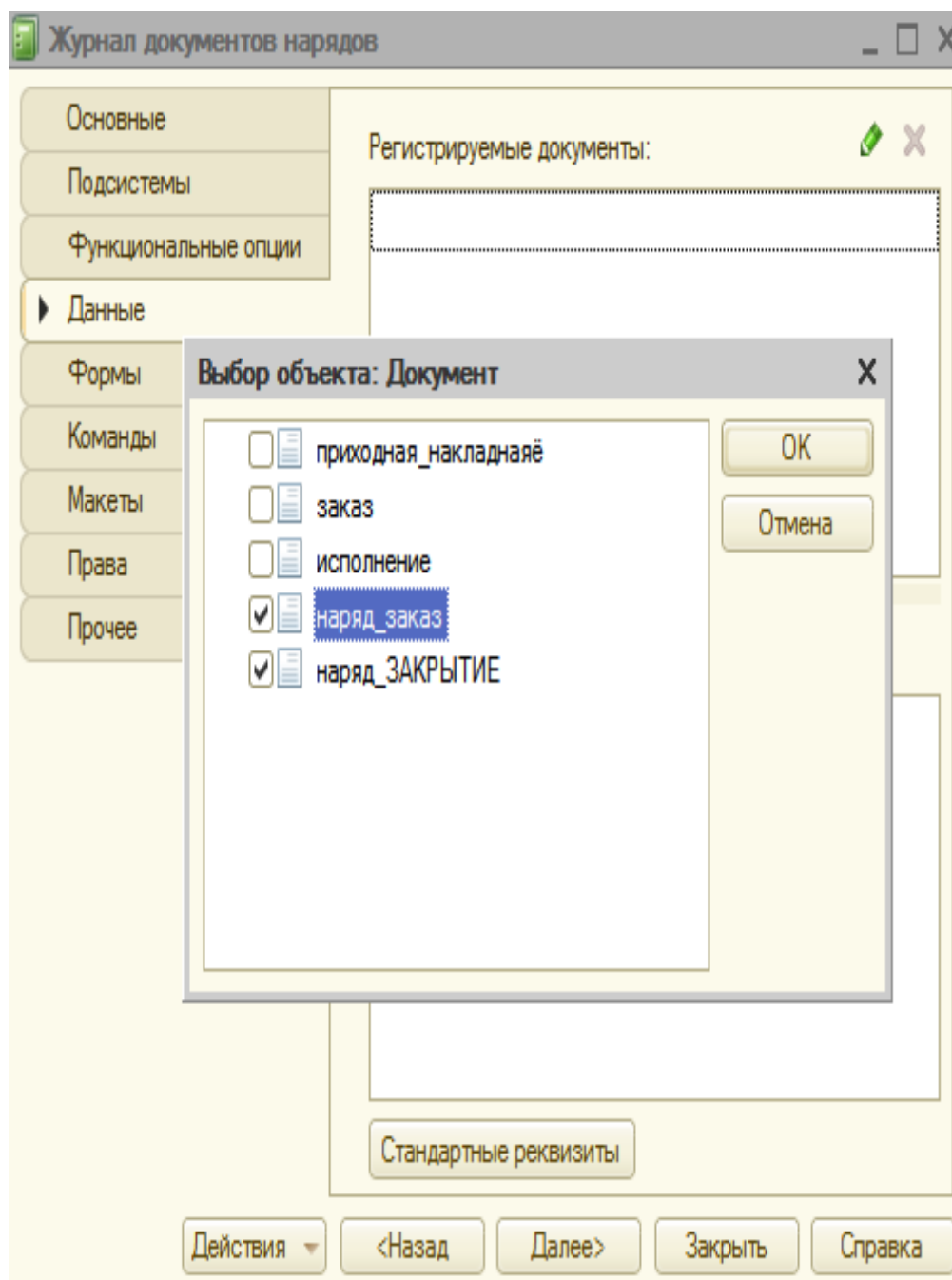


Добавим журнал НАРЯДОВ.

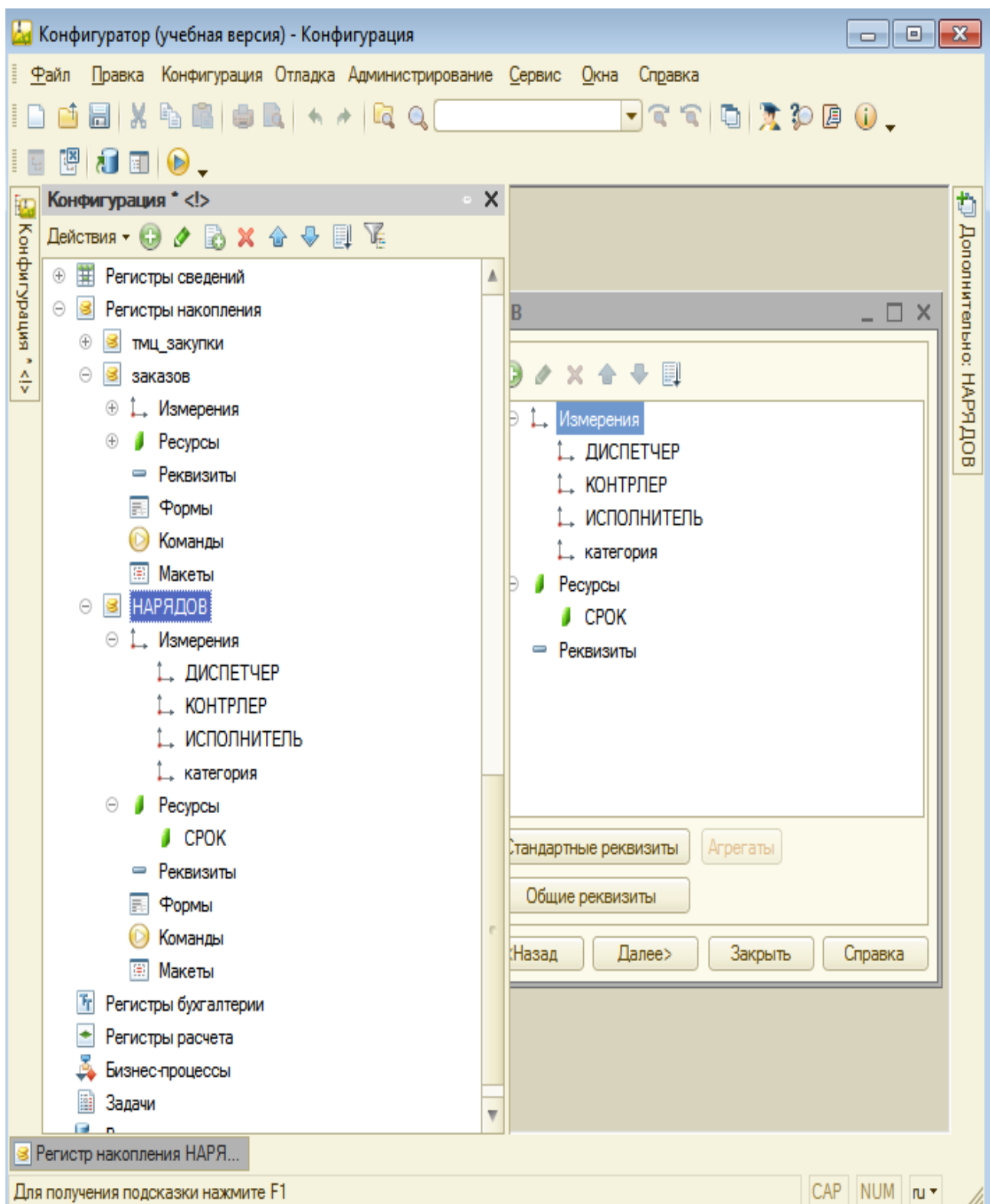


ЖУРНАЛ НАРЯДОВ.

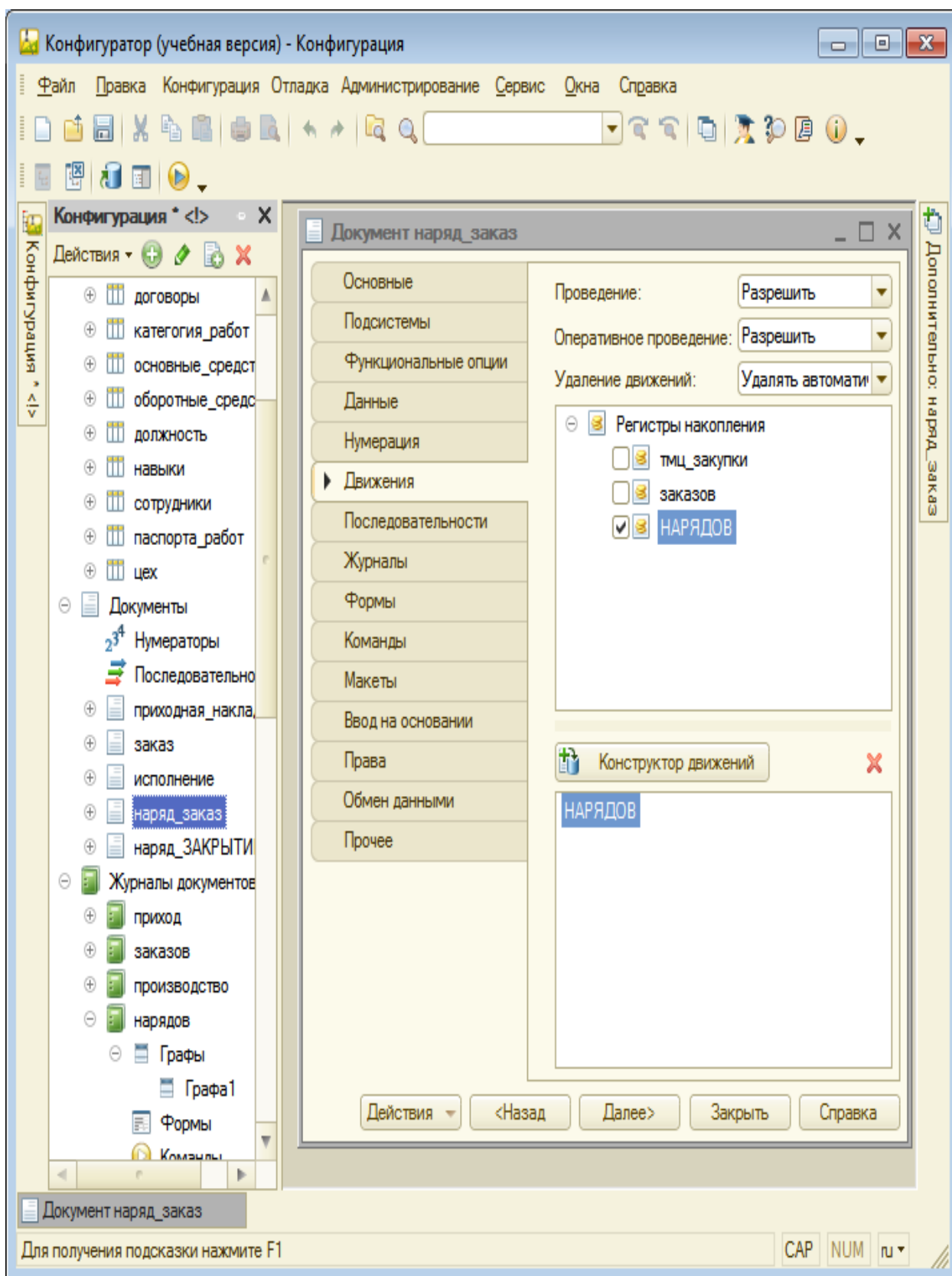




СОГЛАСНО СТРЕЛКАМ.... ОК



СОГЛАСНО СТРЕЛКАМ СОЗДАДИМ РЕГИСТР НАКОПЛЕНИЯ  
НАРЯДОВ...



ЗАПУСТИМ конструктор заказов?

Конструктор движения регистров

Регистры

РегистрНакопления.НАРЯДОВ

Тип движения регистра: ☒ Приход ☐ Расход

Табличная часть: список\_наряда

Поле	Выражение
ДИСПЕТЧЕР	диспетчер
КОНТРОЛЕР	контролёр
ИСПОЛНИТЕЛЬ	ТекСтрокасписок_наряда.ИСПОЛНИТЕЛЬ
СРОК	ТекСтрокасписок_наряда.СРОК

Реквизиты документа

- Номер
- диспетчер
- контролёр
- начало
- конец
- ТекСтрокасписок\_наряда.НомерСтроки
- ТекСтрокасписок\_наряда.категория
- ТекСтрокасписок\_наряда.СРОК
- ТекСтрокасписок\_наряда.ИСПОЛНИТЕЛЬ
- ТекСтрокасписок\_наряда.ОБОРУДОВАНИЕ
- ТекСтрокасписок\_наряда.ПРИМЕЧАНИЕ

3

4

OK

Отмена

Справка

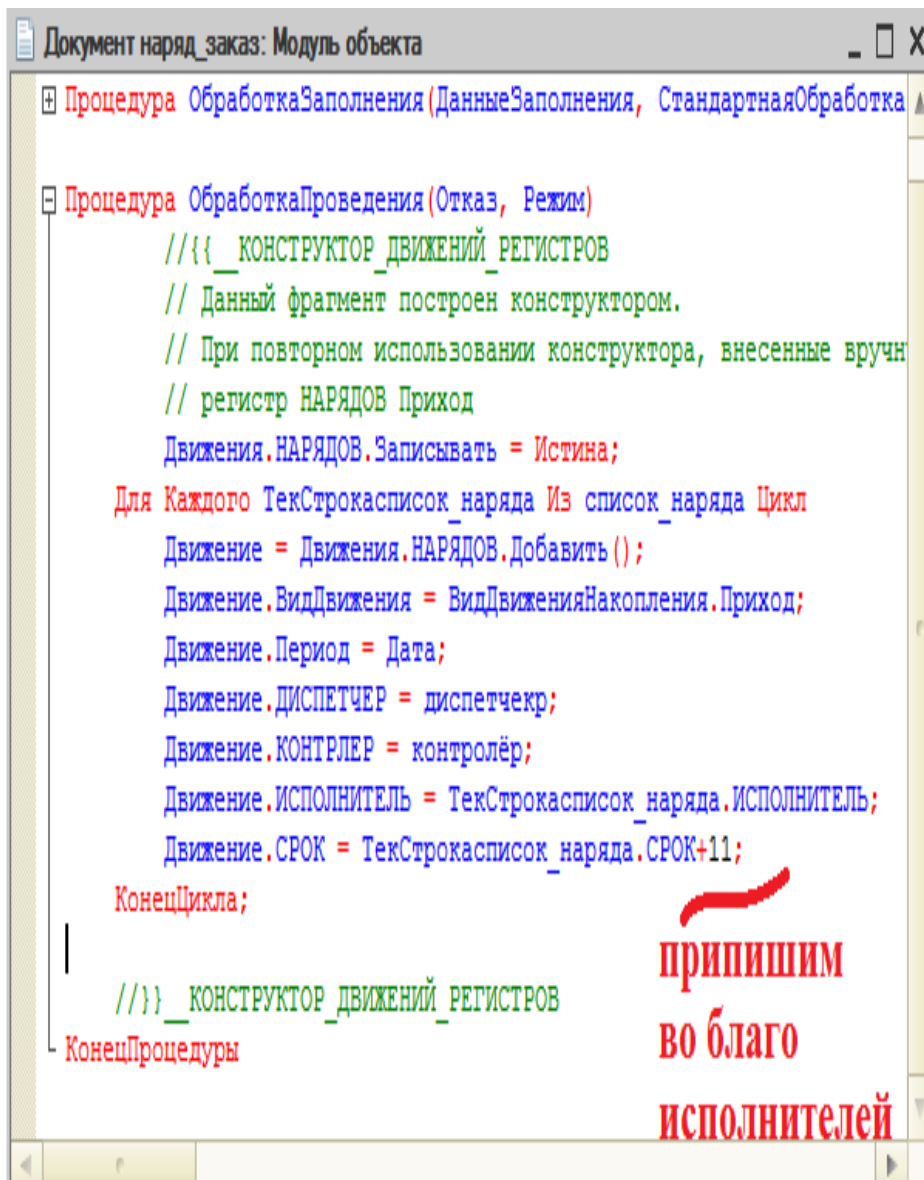
Заполнить выражения

Очистить выражения

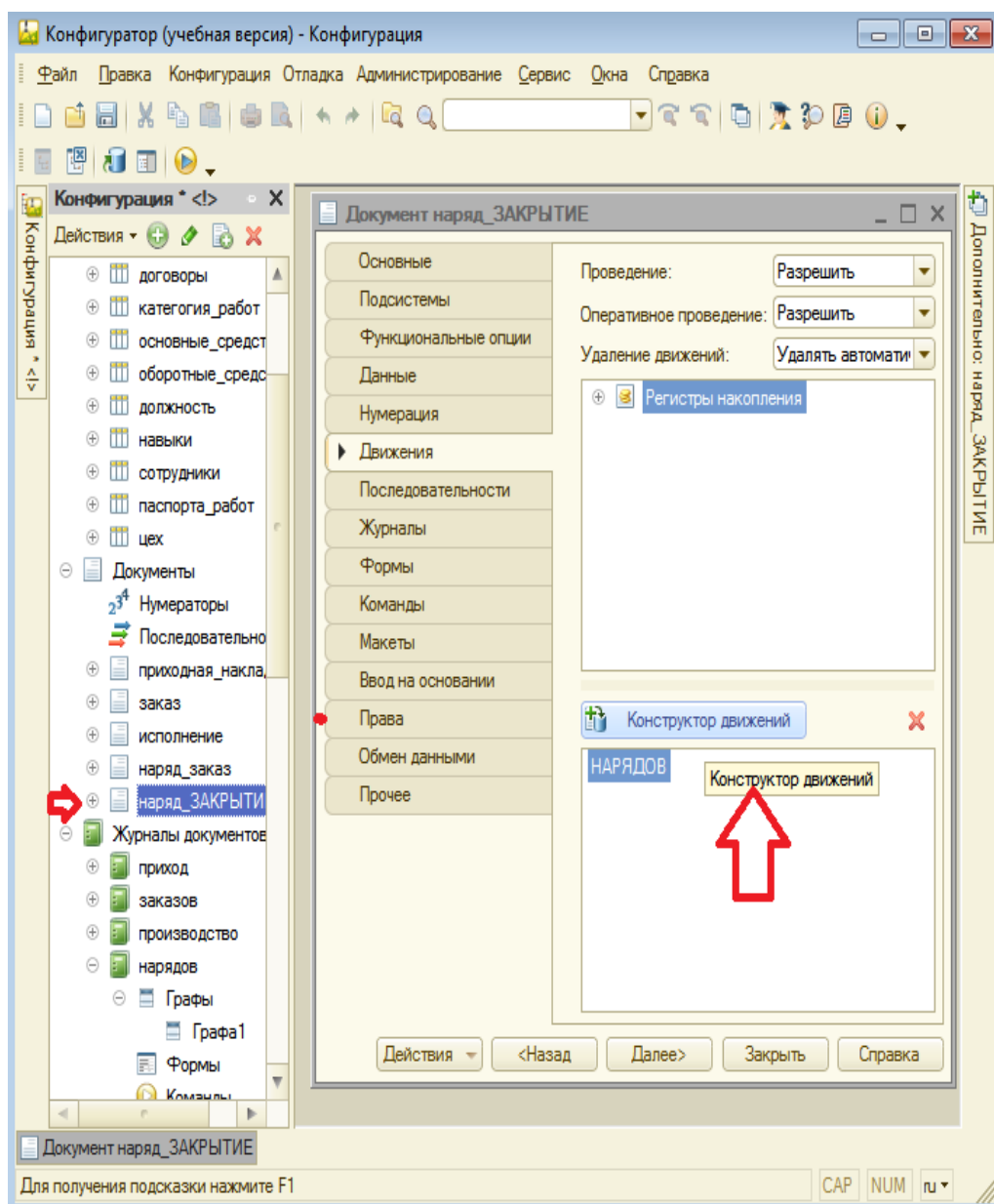
<Назад

Далее>

СОГЛАСНО РИСУНКУ.....



закроем текст программы..

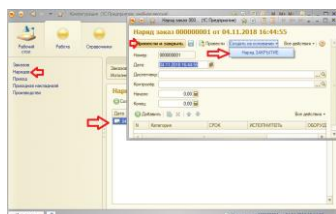


Запустим конструктор движения...

согласно стрелкам.

согласно стрелкам.

Закроем.  
F5 ?



результат работы )))

## литература

**Основные источники: Перечень рекомендуемых учебных изданий,  
Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

1.Схиртладзе А.Г Осуществление текущего мониторинга состояния систем автоматизации (1-е изд.) учебник Академия 2019

2.Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники: учебник, - М.: Академия, , 2017, - 256 с.- 15 экз.

3.Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники: практикум, - М.: Академия, 2016, -224 с.- 15 экз.