

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автоматизированных систем
управления производством

Е. С. ЯКУБОВСКАЯ

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР)

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве практикума для студентов учреждений
высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 06 05
Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)*

Минск
БГАТУ
2013

УДК 658.512(07)
ББК 30.2-5я7
Я49

Рецензенты:
заведующий кафедрой энергоэффективных технологий
УО МГЭУ им. Сахарова *В. А. Пашинский*;
главный специалист
ОАО «Институт БЕЛГИПРОАГРОПИЩЕПРОМ» *С. С. Войтович*

Я49

Якубовская, Е. С.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) :
практикум / Е. С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2013. – 196 с.
ISBN 978-985-519-608-3.

Практикум содержит систему заданий и упражнений, направленных
на практическое освоение технологии автоматизированного проектирования
электротехнических систем.

Издание предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов вузов
и специалистов в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства.

УДК 658.512(07)
ББК 30.2-5я7

ISBN 978-985-519-608-3

© БГАТУ, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа № 1 ОСВОЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ В СРЕДЕ БАЗОВОГО ПАКЕТА САПР	6
Лабораторная работа № 2 РАБОТА С БАЗОЙ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР	30
Лабораторная работа № 3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР CADELECTRO ENERDGY	43
Лабораторная работа № 4 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА	59
Лабораторная работа № 5 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПЛК В СИСТЕМЕ САПР	71
Лабораторная работа № 6 РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦ И СХЕМ СОЕДИНЕНИЙ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР	75
Лабораторная работа № 7 РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ НА НКУ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР CADELECTRO ENERDGY	90
Лабораторная работа № 8 ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АДАПТАЦИИ ПАКЕТА САПР	99
ГЛОССАРИЙ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	116
ПРИЛОЖЕНИЯ	118

ВВЕДЕНИЕ

Задача проектирования является одной из важных и наиболее трудоемких. Сократить временные затраты и несколько облегчить труд проектировщика позволяет применение современных методов разработки проекта с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР – это человеко-машинная система управления процессом проектирования, представляющая собой автоматизированную систему управления технологическим процессом создания технической документации, необходимой для изготовления проектируемого объекта. САПР включает коллектив проектировщиков, умеющий работать с новыми методами проектирования с помощью ЭВМ; технические средства; новую организационную структуру, приспособленную эффективно эксплуатировать технические средства и программное обеспечение САПР; машинно-ориентированные методики, инструкции и нормативные материалы, развитое программное обеспечение и специальное математическое обеспечение, а также специальные проблемно-ориентированные языки. Поэтому САПР можно определить как систему технических и программных средств с методическим сопровождением, автоматизирующую проектирование объектов (процессов) некоторого класса.

Современные САПР обеспечивают высокое качество проекта, минимальные затраты на выпуск проекта, соответствие документов проекта нормативным требованиям.

Целью учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования (САПР)» является формирование профессиональных знаний и практических навыков использования пакета САПР для разработки проектной документации, необходимой инженеру-электрику.

Приведенные лабораторные работы позволяют приобрести практические навыки создания проектной документации в САПР. Первая работа направлена на освоение принципов создания документации в графическом редакторе САПР, вторая знакомит с организацией баз данных САПР, последующие обеспечивают приобретение навыков разработки конкретной документации электротех-

нического проекта в системе CADElectro Enerdgy, любезно предоставленной НПП ТЕХНИКОН ([http:// www.technikon.by](http://www.technikon.by)), в ходе последней работы осваиваются принципы настройки САПР. Кроме того, две работы посвящены вопросам проектирования систем управления на базе программируемых логических контроллеров, которые в настоящее время находят широкое применение в практике реализации технических систем.

Для подготовки к лабораторному занятию необходимо предварительно изучить порядок работы, ответить на вопросы карточки самоподготовки, проработать индивидуальное задание. Для успешной защиты работы необходимо подготовить отчеты в соответствии с содержанием отчета и ответить на вопросы, приведенные в конце лабораторной работы.

ОСВОЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ В СРЕДЕ БАЗОВОГО ПАКЕТА САПР

Цель работы: изучить возможности графического редактора САПР; усвоить основные правила создания документации в среде графического редактора AutoCAD; уяснить рациональные принципы работы в графическом редакторе САПР; приобрести навыки работы в графическом редакторе САПР на примере формирования цепи управления принципиальной электрической схемы.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Порядок загрузки основного пакета САПР.
3. Ответы на вопросы карточки предварительной подготовки к занятию.
4. Путь изменения параметров режимов рисования и клавиши быстрого переключения основных режимов рисования.
5. Команды управления окном зрения и способы их вызова.
6. Распечатка результатов работы.
7. Выводы, в которых необходимо указать, каковы основные принципы рациональной работы в графическом редакторе САПР.

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. Что такое шаблон?
 - Шаблон – это рисунок, содержащий некоторые построения и имеющий расширение dxf.
 - Шаблон – это рисунок, содержащий необходимые установки для черчения и начальные построения и имеющий расширение dwt.
 - Шаблон – это рисунок, содержащий построения и имеющий расширение dwg.
2. Зачем необходим шаблон?
 - Для более быстрого старта при создании чертежа.
 - Для указания программе на формирование конкретного документа.

3. Какая команда, предназначена для создания шаблона из обычного рисунка-чертежа в AutoCAD?

- **Save (Сохранить).**
- **Save As (Сохранить как).**

4. Заполните таблицу, раскрывая назначение кнопок окна Начало работы (Startup) в графическом редакторе AutoCAD

Окно Начало работы (Startup)		Назначение
Кнопки	Открытие чертежа (Open a drawing)	
	Простейший шаблон (Start from Scratch)	
	По шаблону (Use a Template)	
	Вызов мастера (Use a Wizard)	

5. Чтобы отрисовать примитив под каким-то углом, должен быть включен:

- режим ОРТО (ORTO).
- режим Полярная привязка (POLAR).

6. Каким образом перенастроить интервал шага?

- Набрать в командной строке **SNAP (Шаг)**.
- Набрать в командной строке **DDRMODES**.
- Нажать на клавишу F9.

7. Приведите в соответствие в таблице клавишу включения / отключения и режим рисования:

1. Шаг (SNAP)	2. F7
3. Сетка (GRID)	4. F8
5. ОРТО (ORTO)	1. F9
2. Полярная привязка (POLAR)	3. F10
4. Полярное отслеживание (OTRACK)	5. F11

8. Для чего предназначена клавиша F6?

- Для переключения режима ВЕС (LWT).
- Для переключения режима отображения координат в строке состояния.

9. Имеется ли необходимость использования команды панорамирования, если имеется мышь со скроллингом?

- Да.
- Нет.

10. Одновременно переместиться по чертежу и изменить масштаб отображения на экране позволяет команда:

- **Zoom Window (Покажи рамка),**
- **Zoom Dynamic (Покажи динамика),**
- **Pan (Пан).**
- **Aerial View (Общий вид).**

11. Какой режим выбора будет использован, если в качестве точек рамки указана сначала левая нижняя точка, а затем – правая верхняя точка?

- РАМКА.
- СЕКРАМКА.

12. Если в режиме СЕКРАМКИ объекты выбора пересечены, но не охвачены полностью рамкой, то:

- они попадут в выбор,
- они не будут выбраны.

Задания

Занятие 1

1. Настроить режимы рисования.
2. Выполнить построение квадрата по размерам рис. 1.

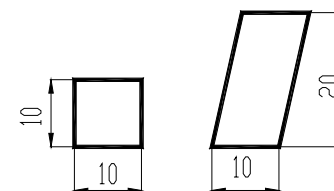


Рис. 1. Задание № 1

3. Скопировать квадрат в количестве, достаточном для выполнения второй фигуры.

4. Получить вторую фигуру, растягивая скопированные квадраты с помощью «ручек» или командой **Stretch (Растянуть)**.

5. Выполнить рис. 2.

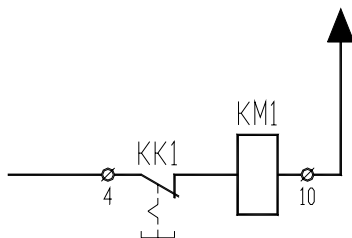


Рис. 2. Задание № 2

Занятие 2

1. По заданному варианту (прил. 1) отобразить фрагмент принципиальной схемы, промаркировать цепи управления и выполнить пояснения к схеме.

2. Заполнить основную надпись чертежа.

3. Настроить графический редактор и зафиксировать шаги настройки в отчете.

Порядок выполнения работы

1. Запустить графический редактор AutoCAD (2007 либо 2012),

щелкнув по иконке  либо  на рабочем столе.

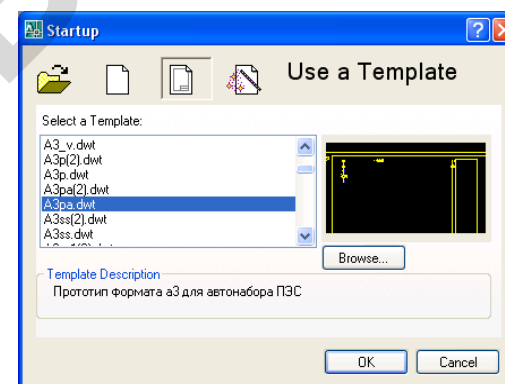
2. В окне Начало работы (Startup) выбрать кнопку По шаблону (Use a Template) и из списка шаблонов в списке выбора выбрать «а3ра» (рис. 3).

3. Просмотрите элементы интерфейса графического редактора (рис. 4 и 5) и попытайтесь сделать фиксированную панель инструментов рисования плавающей и снова фиксированной.

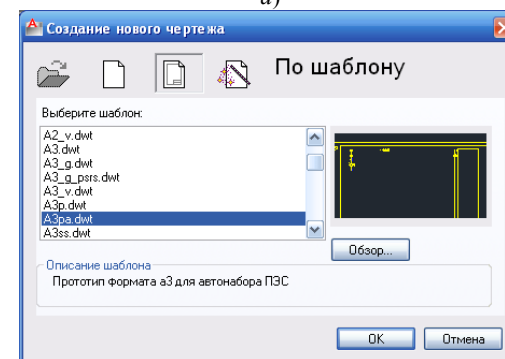
К средствам интерфейса относятся:

- строка падающих меню (обычно верхняя), содержащая сгруппированные по меню команды;

- лента (только AutoCAD 2012), содержащая основные команды;
- панель быстрого доступа (только AutoCAD 2012), содержащая часто используемые инструменты;
- панели инструментов (фиксированные и плавающие);
- командная строка (куда выводятся запросы, которые пользователь обязательно должен отслеживать);
- строка состояния (где отображаются координаты курсора или подсказка при наведении на инструмент или строку меню по команде, а также содержатся кнопки переключения режимов рисования);
- собственно графическое поле построений.



а)



б)

Рис. 3. Диалоговое окно начала работы:
а) – AutoCAD 2007, б) – AutoCAD 2012

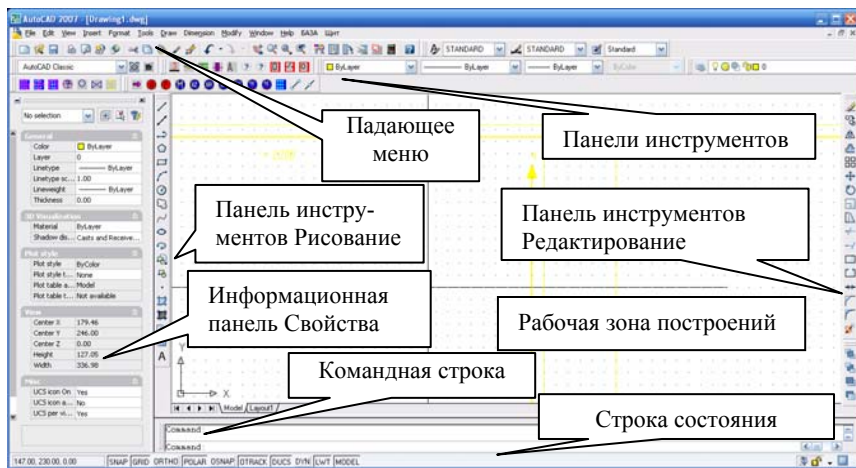


Рис. 4. Интерфейс графического редактора AutoCAD 2007

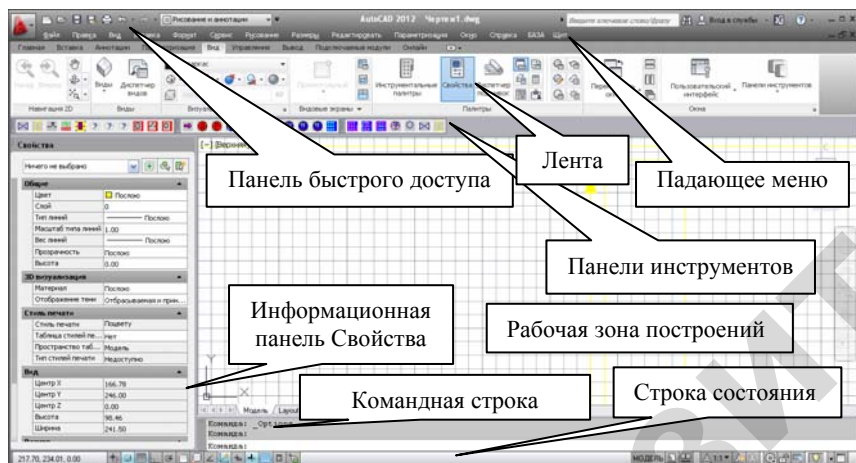


Рис. 5. Интерфейс графического редактора AutoCAD 2012

Кнопка инструмента может иметь в правом нижнем углу не-



большой треугольник. Если нажать на левую кнопку (ЛК) мыши при указании такого инструмента и не отпускать некоторое

время, то появится панель инструментов, содержащая различные варианты исполнения данной команды.

Панели инструментов могут быть как плавающими, так и закрепленными, с фиксированным местоположением. Плавающие панели могут перемещаться по графическому полю и менять размер. Плавающую панель можно сделать фиксированной, если перетащить ее за пределы графического поля. Закрепленную панель превращается в плавающую, как только попадает в область графического поля путем перетаскивания. Вывести требуемые панели инструментов можно через контекстное меню, вызываемое щелчком правой кнопкой (ПК) мыши (обычно) по какой-либо панели инструментов, присутствующей на экране.

Весь диалог с графическим редактором идет на языке команд. Команды можно вводить различными способами: набрать на клавиатуре (отображается в командной строке или в появляющемся возле курсора окне в графическом редакторе при включении режима DYN), выбрать из меню или щелкнуть на соответствующей пиктограмме на панели инструментов. Команда может быть введена только в тот момент, когда в окне командных строк высвечивается подсказка «Команда:» («Command:»).

Для ввода команды с клавиатуры нужно напечатать имя команды и нажать «Ввод» или «Пробел». Некоторые команды могут быть использованы в прозрачном режиме путем ввода их с предшествующим апострофом («Zoom («Покажи)») во время выполнения другой команды.

После ввода команды редактор выдает запросы, в ответ на которые необходимо ввести дополнительную информацию: численное значение, ключевое слово или точку.

Ключевое слово – переключает способ выполнения команды – стоит в скобках []; для набора слова достаточно ввести буквы, выделенные заглавными. А в скобках < > обычно стоит значение по умолчанию, подразумевающее пустой ввод.

Самый простой способ ввода точки – *визуальный*, когда щелчком ЛК мыши указывается на экране положение точки. Другой способ ввода координат – *с клавиатуры* – подразделяется на ввод абсолютных или относительных декартовых, или полярных, координат. Например, 92, -81.04 означает набор способом ввода абсолютных

декартовых координат. В данном случае указана точка с координатами: $X = 92$ мм, $Y = -81.04$ мм. При вводе координат с клавиатуры запятая является разделителем между абсциссой и ординатой, а точка используется как разделитель между целой и дробной частями числа. Пример *абсолютных полярных* координат: $115<45$, где символ $<$ интерпретируется как знак угла. В данном примере новая точка отстоит от начала координат в плоскости на 115 мм, а вектор, проходящий из точки $(0,0)$ в новую точку, образует угол 45 градусов с положительным направлением оси абсцисс. *Относительные* координаты вводятся относительно предыдущей указанной точки и задаются символом $@$. Например, $@15, -32$ – это относительные декартовы координаты; $@182.6<145$ – это относительные полярные координаты.

1. Установить приемлемые для отрисовки рисунка задания (см. рис. 1) настройки режимов рисования с помощью диалога (рис. 6): интервал шага (SNAP) равным 10 мм, сетки (GRID) – 5 мм. Для этого нужно выполнить следующие действия:

- вызвать диалоговое окно Режимы рисования (Drafting Settings). Для этого использовать один из способов:

- ❖ падающее Сервис (Tools) \ пункт Режимы рисования (Drafting Settings);

- ❖ установить указатель мыши на одну из кнопок режимов в строке состояния (SNAP, например), щелкнуть ПК мыши и выбрать пункт Настроить (Settings) из контекстного меню;

- ❖ набрать в командной строке команду **DDRMODES** (Диалог-Сред);

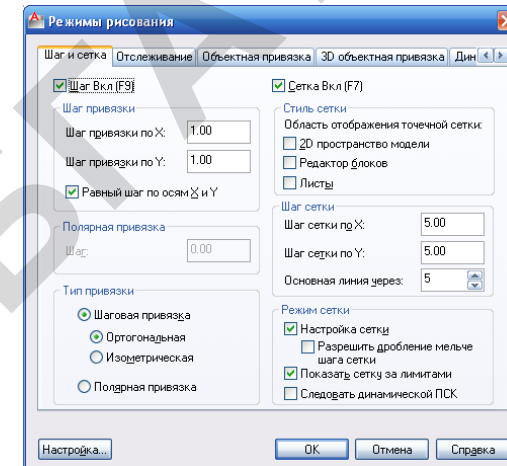
- в открывшемся диалоговом окне (закладка Шаг и сетка (Snap and Grid)) установить в области Шаг привязки (SNAP spacing) – интервал 10 (по оси X и Y), в области Шаг сетки (Grid spacing) – 5 (по оси X и Y);

- выйти из окна. Включить режим ОРТО (ORTO) щелчком по соответствующей клавише в строке состояния (табл. 1).

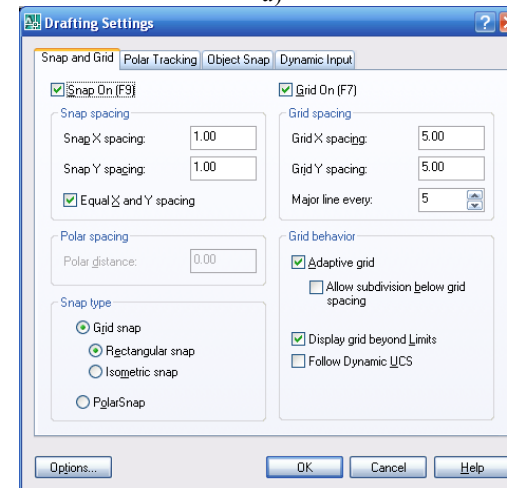
2. Изобразить фигуры рис. 1 в нижней части формата слева.

- Для этого сперва необходимо выделить комфортную область окна зрения, примерные размеры которой 50×50 . Перемещения по листу чертежа очень легко осуществляются с помощью многокнопоч-

ной мыши. Функция скроллинга мыши позволяет очень быстро попасть в требуемую зону чертежа, так как настроена на использование команд зуммирования и панорамирования.



а)



б)








Рис. 6. Диалог настройки режимов рисования:
а) – AutoCAD 2012, б) – AutoCAD 2007

Таблица 1

Краткая характеристика режимов рисования


Изображение кнопки режима в строке состояния		Функциональная клавиша	Краткая характеристика режима
AutoCAD 2007	AutoCAD 2012		
1	2	3	4
SNAP		F9	Позволяет включать или выключать режим привязки к точкам сетки с определенным настраиваемым шагом или угловой привязкой. Перемещения тогда осуществляются по прямоугольным сегментам с заданным шагом
GRID		F7	Позволяет включать или выключать режим привязки к точкам сетки с определенным настраиваемым шагом или угловой привязкой. Перемещения тогда осуществляются по прямоугольным сегментам с заданным шагом
ORTO		F8	Включает или выключает режим ортогональности. Если этот режим включен, то редактор начинает исправлять вновь строящиеся прямолинейные сегменты отрезков и полилиний до вертикальности или горизонтальности. При включенном режиме невозможно провести линию или перенести примитив под определенным углом
POLAR		F10	Расширение режима ОРТО (ORTHO) на углы с некоторым настраиваемым шагом
-		F4	То же, что и предыдущая кнопка, но при 3-мерных построениях



Окончание табл. 1

1	2	3	4
OSNAP		F3	Редактор показывает, какая функция объектной привязки могла бы быть использована вблизи показываемого примитива
OTRACK		F11	Редактор показывает, какая функция объектной привязки могла бы быть использована вблизи показываемого примитива
-		F6	Включает или отключает режим динамической системы координат, которая предназначена для работы с трехмерными объектами
DIN		F12	Включает или отключает режим динамического ввода, который позволяет вводить команды и их параметры в окно возле курсора без командной строки
LWT		-	Включает или выключает режим отображения весов элементов чертежа. Вес линии – это ширина, с которой линия будет выводиться на внешнее устройство
-		-	Отображает или скрывает прозрачные слои на экране
-		-	Включает или отключает отображение панели со свойствами выбранного объекта
-		-	Включает или отключает режим поочередного перебора объектов щелчками кнопкой мыши при нажатии сочетания клавиш Shift + Пробел

Если покрутить скроллинг на себя, то изображение на экране будет уменьшаться, от себя – увеличиваться, что соответствует выполнению команды зуммирования. Если, нажав на скроллинг, перемещать мышью, то соответственно будет перемещаться лист чертежа в видовом экране, что соответствует выполнению команды панорамирования. Если осуществить двойной щелчок скроллингом, то рисунок будет отцентрирован на экране.

Сложнее приходится, когда используется обычная мышь. Чтобы обеспечить комфортные условия отображения окна зрения (область рисунка, выводимая на экран), приходится хорошо изучить команды управления видовым экраном редактора. Для изменения размера и места расположения видимой на экране части чертежа используется команда **Zoom (Покажи)**. Вызвать различные варианты выполнения команды можно из экранного меню Вид (View), вторичного меню Покажи (Zoom) падающего меню Вид (View), стандартной панели инструментов и панели инструментов Покажи (Zoom). Также может быть вызвана команда **Pan (Пан)** с различными опциями. Заслуживает внимания и команда **dsvviewer**, вызывающая окно общего вида, в котором отображается весь рисунок и которое позволяет быстро переместиться в любую часть рисунка с любым масштабом отображения (вызов по пути меню Вид (View) далее Общий вид (Aerial View)).

- Для построения фигуры можно воспользоваться командой **Line (Отрезок)**, выбрав кнопку  на панели рисования, либо выбрав пункт Отрезок (Line) из падающего меню Рисование. На запросы команды нужно ввести три точки фигуры, щелкнув ЛК мыши на экране либо набрав с клавиатуры координаты точек, и далее ввести «С» (русская версия «З»), то есть опцию «замкни» (табл. 2).

- Вторую фигуру можно получить, скопировав (табл. 3 – опции и последовательность действия с командой **Copy**) первую (кнопка  на панели редактирования либо пункт Копировать падающего меню Редактировать), сняв режим ORTO и воспользовавшись командой **Stretch (Растянуть)** (кнопка  на панели инструментов редактирования либо пункт Растянуть из падающего меню Редактировать). При этом в командной строке выводятся следующие запросы:

_stretch
Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon...

Select objects:

Т. е. Растянуть

Выберите объекты для растягивания текущей рамкой либо текущим многоугольником...

Select objects:

Т. е. Определите противоположный угол: 3 найдено

Выберите объекты:

Если все нужные объекты выбраны, то нужно нажать правую клавишу мыши либо «Ввод», чтобы завершить режим выбора.

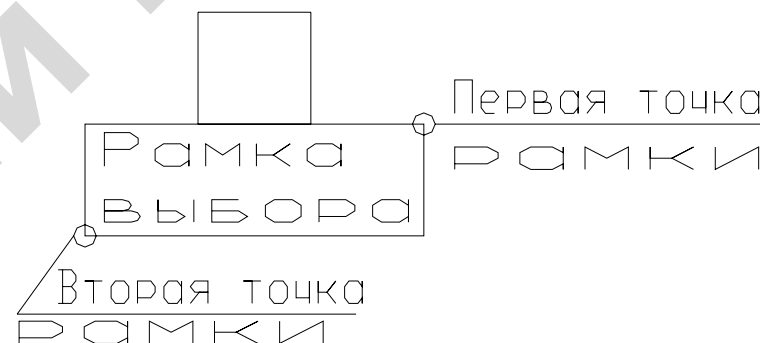


Рис. 7. Выбор примитивов при использовании команды **Stretch (Растянуть)**

Specify base point or displacement:

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:

Т. е. Укажите базовую точку либо перемещение:

Укажите вторую точку для перемещения или <использовать первую точку в качестве перемещения>:

При этом нужно выбрать точку, от которой требуется растягивать, затем точку, до которой следует тянуть либо сжимать.

Особенности использование команды **Line (Отрезок)**


Команда	Вид команды	Назначение команды	Опции команды и их назначение	Последовательность действий при использовании команды	Пример работы с опциями команды
Line (Отрезок)	Рисование	Позволяет рисовать отрезки прямых	«Ввод» как ответ на первый запрос позволяет совместить начало изображаемого отрезка с концом предыдущего построения З (C) – замыкает ломаную; О (U) – отменяет последний нарисованный сегмент	<i>_line Specify first point</i> (линия Укажите первую точку) <i>Specify next point or [Undo]:</i> (Укажите следующую точку или [Отменить]:) <i>Specify next point or [Undo]:</i> (Укажите следующую точку или [Отменить]:) <i>Specify next point or [Close/Undo]:</i> (Укажите следующую точку или [Закнуть/Отменить]:) <i>Specify next point or [Close/Undo]: c</i>	Можно указать первую точку курсором мыши в рабочей зоне редактора, следующую точку можно указать также либо набором с клавиатуры относительных координат (@10<90 (продлить на 10 мм под углом 90°) и для соединения с конечной точкой вводим опцию Замкни: C 

Таблица 3

Особенности использование команд редактирования **Copy (Копируй)** и **Stretch (Растянуть)**

Команда	Вид команды	Назначение команды	Опции и их назначение	Требования по выбору примитивов	Последовательность действий при использовании команды	Пример работы с опциями команды
Copy (Копируй)	Редактирование	Копирует созданные объекты, оставляя оригиналы нетронутыми, и размещает копии в заданном месте	Displacement – перенос Exit – выход Undo – отмена	Выбор в любом режиме	<i>_copy</i> Select objects: Specify base point or [Displacement] <Displacement>: Specify second point or <use first point as displacement>: Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:	Копировать Выберите объекты: Укажите базовую точку или [Перемещение]: Укажите вторую точку или <использовать первую точку как перемещение> Укажите вторую точку или [Выход/Отмена]:

Команда	Вид команды	Назначение команды	Опции и их назначение	Требования по выбору примитивов	Последовательность действий при использовании команды	Пример работы с опциями команды
Stretch (Растянуть)	Редактирование	Обеспечивает перемещение выбранной части изображения, сохраняя при этом связь с остальной частью	После выбора объектов запрашивается точка, от которой нужно тянуть, далее точка, до которой нужно тянуть. Displacement – перенос	Выбор в режиме секущей рамки или многоугольника	<p>_stretch Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon... Select objects:</p> <p>Specify base point or [Displacement] <Displacement>: Specify second point or <use first point as displacement>:</p>	<p>Растянуть Выберите объекты для растяжения секущей рамкой или многоугольником... Выберите объекты:</p> <p>Укажите базовую точку или [Перемещение]: Укажите вторую точку или <использовать первую точку как перемещение>:</p>

Расположение «ручек» на примитивах

Примитив	Расположение «ручек»
Точка	В точке
Отрезок	В середине и на концах отрезка
Дуга	В середине и на концах отрезка
Круг	В точках квадрантов и в центре
Текст	В точке вставки и второй точке выравнивания, если есть
Определение атрибута	В точке вставки и второй точке выравнивания, если есть
Атрибут	В точке вставки и второй точке выравнивания, если есть
Фигура	В вершинах
Размер:	В центре размерного текста для всех типов размеров
– перевернутый или параллельный	В конечных точках размерной и выносной линий
– угловой	В конечных точках выносных линий и в точках, задающих положение размерной дуги
– радиус или диаметр	В конечных точках размерной линии

Для редактирования с помощью «ручек» необходимо указать какую-либо «ручку». Точка, соответствующая этой «ручке», рассматривается как базовая точка операции редактирования (при необходимости может быть выбрана базовая точка, расположенная в любом месте рисунка). При указании «ручек» происходит переход в режимы «ручек» (в режимы редактирования с помощью «ручек»), то есть режимы «Растяни», «Перенеси», «Поверни», «Масштаб» и «Зеркало».

Первым режимом является режим «Растяни». Если после выбора базовой точки переместить курсор и указать новую точку, то происходит редактирование одной «ручки». При этом выбранная «ручка» переместится (растянется) в эту точку (рис. 9).

Таким образом, команды редактирования требуют набора примитивов для дальнейших действий, то есть выбора подмножества объектов рисунка. Если помечать объекты в ответ на запрос «Команда:» («Command:»), то на самом деле это будет означать выполнение команды **Select (Выбрать)**, формирующей набор объектов, с которыми будут выполнены какие-то действия, определенные в процессе выполнения команды. Сама команда может быть введена также с помощью клавиатуры и будет выдавать повторяющийся запрос (запрос повторяется в цикле, пока не нажать на клавишу «Ввод»).

Команда выбора по умолчанию действует в режиме «Авто».

В ответ на запрос необходимо указать точку с помощью мыши или ввести одну из опций выбора. Если при указании точки с помощью мыши квадратная мишень попадает на линию какого-то объекта, то он выбирается и подсвечивается. Если внутри мишени не оказывается линий объектов, тогда указанная точка становится первой точкой рамки выбора. Вторая точка, указываемая в этот момент времени, становится вторым углом рамки, причем рамка является обычной (то есть «выбирает» только объекты, попавшие внутрь рамки), если вторая точка рамки была указана правее первой, и секущей рамкой (то есть «выбирает» и объекты, попавшие внутрь рамки, и объекты, пересеченные рамкой), если вторая точка указана левее правой.

- Растянуть фигуру можно и другим способом, воспользовавшись так называемыми «ручками» (табл. 4). «Ручками» названы маленькие квадратики, которые высвечиваются в определяющих точках объектов при их выборе (рис. 8).

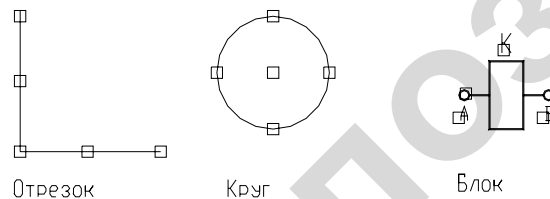


Рис. 8. Примеры примитивов с «ручками»

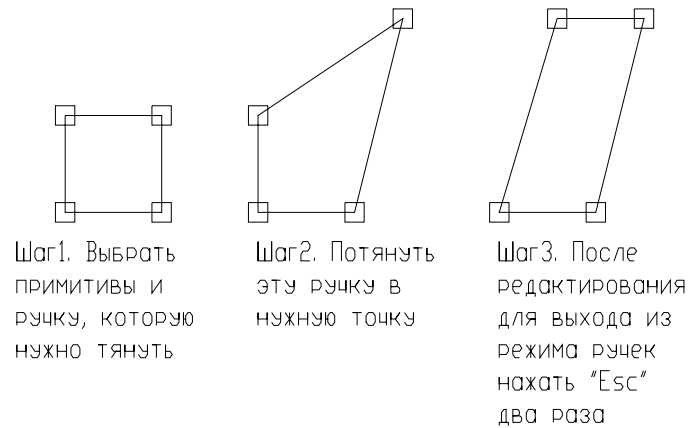


Рис. 9. Порядок работы с «ручками»

Можно использовать режим «Растяни» сразу для нескольких примитивов. Для этого перед включением режимов «ручек» необходимо выбрать примитивы, указывая на их «ручки» при нажатой клавише Shift. Переход в режим «Растяни» произойдет только тогда, когда одна из выбранных «ручек» будет указана при отпущенной клавише Shift.

Если при указании нового положения «ручки» нажать на клавишу Shift, то включается режим создания нескольких копий, который действует до момента выбора нового ключа режима «ручек» или нажатия на клавишу Enter.

Непосредственно после выбора базовой «ручки» включаются режимы ручек, начиная с режима «Растяни». Можно циклически изменять режимы «ручек», нажимая Пробел или вводя ключевые слова, соответствующие названиям режимов: «STretch» («Растяни»), «MOve» («Перенеси»), «ROtate» («Поверни»). Для выхода из режимов «ручек» нужно ввести с клавиатуры букву X (ключ eXit (выХод)).

1. Выполнить рис. 2 достаточно просто с помощью готовых блоков. Выполнить вставку блока позволяет команда **Insert**. Однако в данном случае можно воспользоваться пользовательским меню-библиотекой **База**. Необходимый блок находится по пути: База / База ПС / Катуски / km, пускатель+реле1. При этом в командной

строке будет вызвана на исполнение команда вставки блока, автоматически введено имя km. Примерный вид запросов:

_Insert Enter block name or [?]: km Substituting [simplex.shx] for [rus1].

Вставка Введите имя блока или [?]: km Замена шрифта

Units: Unitless Conversion: 1.0000

Specify insertion point or [Basepoint/Scale/X/Y/Z/Rotate]:

Укажите точку вставки или [Базовая точка / Масштаб/X/Y/Z/Вращение]:

При этом редактору следует указать координаты точки расположения изображения блока, после чего автоматически задаются масштаб отрисовки (по 1 по осям X и Y), угол поворота (0) и запрашиваются значения атрибутов. Поскольку есть значения по умолчанию, то в ответ на запрос значения атрибутов достаточно нажимать на клавишу Enter.

*Enter X scale factor, specify opposite corner, or [Corner/XYZ] <1>:
1 Enter Y*

scale factor <use X scale factor>: 1


Specify rotation angle <0>: 0

Enter attribute values

Поз. обозначение <KK1>:

Поз. обозначение <KM1>:

После вставки блока остается сформировать линию связи. Поскольку в блок вошли примитивы, имеющие толщину 0,2 мм, то линию связи (она должна быть одной толщины с линиями изображения) можно сформировать командой **Pline (Плиния)** – позволяет формировать линии заданной толщины. Этой же командой можно выполнить стрелку. Команда может быть вызвана через аналогич-

ный пункт меню Рисование либо кнопкой  панели рисования. Чтобы отрисовать стрелку этой командой, нужно воспользоваться опцией Width (Ширина): достаточно ввести w (или ш), далее на запрос начальной ширины (Specify starting width <0.20>:) ввести определенное значение ширины (например, 3), а на запрос конечной ширины (Specify ending width <3.00>:) ввести нулевое значение (0). После этого остается протянуть стрелку и выйти из команды (нажать «Ввод»).

2. Сохраните рисунок в заданную преподавателем область, воспользовавшись командой **Save (Бсохранить)** (пункт Сохранить падающего меню Файл).

3. Заданный фрагмент принципиальной схемы (варианты находятся в прил. 1) выполнить легко при наличии пользовательской программы, написанной на встроенном языке программирования AutoLisp. Последовательность действий при этом следующая.

На панели инструментов Элементы ПЭС выбрать кнопку «SA: A, O, P» для отображения переключателя режимов:



При этом на поле чертежа будет отображен переключатель, имеющий три положения: A, O, P.

На этой же панели инструментов выбрать кнопку «Контур АУ



ИМ» для отображения цепи управления. При этом на запрос «Введите, каким ИМ ведется управление: 1–ЭД, 2–KV, 3–КТ, 4–НЛ», нужно ввести соответствующую цифру: 1 – если управление ведется магнитным пускателем (с помощью пускателя – электродвигателем), 2 – если промежуточное реле, 3 – если реле времени, 4 – если сигнализация (см. в варианте, какой исполнительный механизм находится в цепи справа). После этого будет отрисован соответствующий исполнительный механизм. На запрос «Введите структурную формулу <0SL1*0KT1.1*(1KM2.1*0SL2*+1KM1.1*+)*i>:» необходимо задать условную запись цепи управления. Значение формулы по умолчанию позволяет отрисовать цепь управления, приведенную рис. 10. Приняты следующие условные обозначения для записи формулы управления: 0 – нормально замкнутый контакт; 1 – нормально разомкнутый контакт; * – последовательное соединение; *+ – параллельное соединение; *i – окончание формулы. Позиционные обозначения контактов должны быть набраны заглавными буквами латинского алфавита. Параллельное соединение необходимо взять в круглые скобки. После номера позиционного обозначения можно уточнить номер контакта в составе аппарата через точку (например, KM1.3) для корректной простановки обозначений зажимов данного элемента схемы. Следует учитывать, что 1-й контакт магнитного зарезервирован для цепи ручного управления.

Если ввести номер исполнительного механизма – 1, то программно будет отрисована и цепь ручного управления электродвигателем.

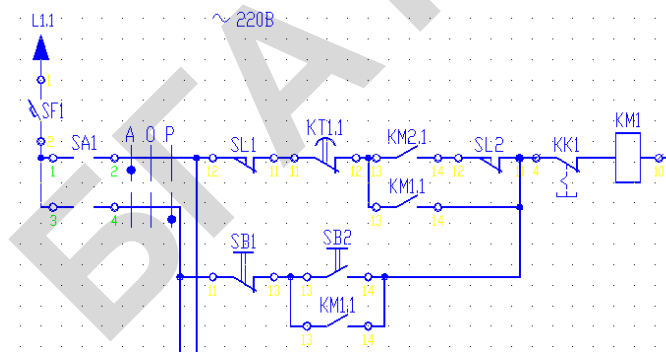




Рис. 10. Пример сформированной цепи управления

Расставить маркировку участков цепей можно, воспользовавшись кнопкой «Маркировка» . Первая цифра маркировки будет проставлена программно после перехода через контакт автоматического выключателя SF1. Далее необходимо указывать точку простановки цифры обозначения, например, щелчком ЛК мыши. Для окончания простановки нумерации нужно нажать на правую клавишу мыши или Enter.

С помощью команды **Dtext (Дтекст)**, набранной в командной строке, либо кнопки  на панели инструментов рисования заполнить таблицу с поясняющими надписями справа от фрагмента схемы. Опции и ключи данной команды объяснены [1, с. 32] или [2, с. 467]. Например, чтобы текст в таблице прописать вертикально, после набора команды **Dtext (Дтекст)** (завершаемым вводом) следует указать начальную точку отрисовки текста ЛК мыши (учитывайте, что текст пойдет снизу вверх напротив сформированной цепи управления), далее следует задать высоту текста (например, 3.5), угол поворота текста (90), после чего вводится сам текст (по варианту). Выход из команды выполняется двойным вводом. При этом пока вводится текст, он будет отображаться горизонтально, а после

выхода из команды будет повернут на заданный угол. При необходимости текст можно отредактировать, войдя в режим редактирования двойным щелчком по нему ЛК мыши.

4. Заполнить основную надпись чертежа можно также с помощью команды **Dtext** (**Дтекст**) или редактированием существующего текста (двойной щелчок ЛК мыши по тексту, чтобы войти в режим редактирования).

5. Настроить графический редактор позволяет мастер, вызываемый кнопкой Use a Wizard из окна начала работы при создании нового рисунка. Однако вызов самого окна должен быть также настроен. Для этого используется пункт Настройка (Options) меню Сервис (TOOLS). Чтобы перед началом работы с графическим редактором выдавался диалог начала работы, требуется включить «галочку» Show Startup Dialog Box в поле Startup закладки System (диалог опций AutoCAD 2007) либо задать значение системной переменной STARTUP, равное 1. Полезны и настройки на вкладках Display (например, позволяют настроить вид перекрестия курсора) и Drafting (например, позволяют настроить вид курсора в режиме привязки к объектам) окна опций.

Вопросы для контроля усвоения материала

В. 1.

А. Дайте определение интерфейсу, меню, панели инструментов. Опишите интерфейс какого-либо модуля САПР.

Б. Какими могут быть панели инструментов? Как вывести требуемую панель на рабочий стол?

В. Дайте определение команды, опции и ключа команды. Каковы способы ввода команд в графическом редакторе САПР?

В. 2.

А. Дайте характеристику режимов рисования графического редактора САПР. Как их настроить, и какие установки приемлемы при создании конкретного документа?

Б. Что собой представляет рисунок-шаблон?

В. Дайте определение типа линии, слоя, блока. Как взаимосвязаны эти три элемента графического редактора САПР?

В. 3.

А. Перечислите основные свойства примитивов графического редактора САПР.

Б. Какими могут быть свойства примитива? Как их изменить?

В. Какие свойства присущи слою? Как их изменить?

В. 4.

А. Перечислите способы управления окном зрения в графическом редакторе САПР. Продемонстрируйте их.

Б. Перечислите команды рисования, которые вы использовали при выполнении задания. Каковы особенности работы с ними?

В. Перечислите команды редактирования, которые вы использовали при выполнении задания. Каковы особенности работы с ними?

В. 5.

А. Дайте определение основным режимам выбора примитивов в графическом редакторе САПР.

Б. Каким образом отобразить строку текста так, что бы она располагалась между двумя заданными крайними точками и имела заданную высоту текста?

В. Перечислите основные опции команды **Dtext** (**Дтекст**). Дайте им краткую характеристику.


РАБОТА С БАЗОЙ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР

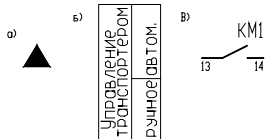
Цель работы: получить представление о графической базе данных проектно-конструкторского документа, изучить свойства составных элементов одной из баз данных – библиотеки блоков, приобрести навыки работы с блоками, адаптации базы данных к узко-специальной области применения.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Ответы на вопросы карточки предварительной подготовки к занятию.
3. Условное графическое обозначение заданного вариантом блока с размерами (варианты – прил. 1).
4. Список атрибутов блока и их свойств (в виде таблицы).
5. Порядок создания палитры инструментов с библиотекой графических элементов.
6. Выводы: преимущества использования блоков при формировании чертежа.

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. При выполнении следующего изображения , каким образом должен быть использован режим ОРТО (включен, отключен, иначе)?
2. Каким образом более рационально произвести следующие построения? При ответе дайте возможный протокол ответов на запросы, предлагаемые для использования команд.



3. Дополните предложения:

База данных – это...

СУБД – это ...

Блок – это...

Атрибут – это...

Слой – это...

4. Приведите в соответствие имя команды и ее назначение:

1. Block	1. Команда позволяет записать блок на диск
2. Attdef	2. Команда позволяет разместить блок в чертеже массивом
3. Wblock	3. Команда позволяет разместить блок в чертеже
4. Ddatt	4. Команда позволяет отредактировать значения атрибутов конкретного блока
5. Minsert	5. Команда позволяет создать блок
6. Insert	6. Команда позволяет создать атрибут

5. Приведите в соответствие наименование свойства атрибута и его значение:

1. Preset	1. Атрибут автоматически получает значение по умолчанию, определенное, например, в поле <i>Value</i> раздела <i>Attribute</i>
2. Constant	2. При вставке блока проводится проверка правильности значения, если имеется предустановленное значение по умолчанию
3. Invisible	3. Атрибут получает фиксированное значение (например, значение из поля <i>Value</i> раздела <i>Attribute</i>), которое нельзя редактировать после вставки блока в чертеж
4. Verify	4. Значение атрибута с таким параметром в чертеже не отображается

6. Раскройте последовательность запросов при вставке блока с помощью команды **Insert (Вставить)**.

Порядок выполнения работы

Порядок выполнения задания рассмотрим на примере создания и занесения в базу такого элемента принципиальных электрических схем, как катушка промежуточного реле. Вы же должны выполнить аналогичные действия по созданию блока согласно варианту, заданному преподавателем в соответствии с вариантами заданий (прил. 1).

1. Подготовить исходные данные для формирования блока элемента принципиальной схемы. В данном случае, это катушка промежуточного реле.

Для этого воспользуемся сведениями ГОСТ 2.756-76 «Воспринимающая часть электромеханических устройств», в соответствии с которым определен состав изображения и его размеры (рис. 11).

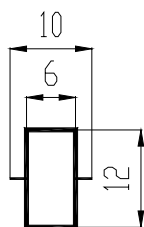


Рис. 11. Размеры изображения катушки

Далее необходимо определить атрибуты, входящие в блок, и параметры этих атрибутов (табл. 5).

Параметры атрибутов блока

Имя атрибута (TAG)	Подсказка (PROMPT)	Значение по умолчанию (VALUE)	Параметры текста	Свойства атрибута (режим)
POS	Введите позиционное обозначение	KV1	Выровненный по центру, высота – 3.5, угол поворота – 0, слой – 0	Контролируемый (Verify)

Окончание табл. 5

Имя атрибута (TAG)	Подсказка (PROMPT)	Значение по умолчанию (VALUE)	Параметры текста	Свойства атрибута (режим)
Z1	Обозначение зажима 1	A	Выровненный по центру, высота – 2.5, угол поворота – 0, слой – NK (синий)	Контролируемый (Verify)
Z2	Обозначение зажима 2	B	Выровненный по центру, высота – 2.5, угол поворота – 0, слой – NK (синий)	Контролируемый (Verify)

2. Сформировать изображение блока.

Загрузить графический редактор, используя шаблон азра.

На панели свойств объектов (рис. 12) проконтролировать либо изменить на таковые установки следующих параметров: слой 0 (предназначен для создания блоков), свойства цвета, типа линии и толщины – переменные – по слою (ByLayer). В зависимости от свойств примитивов, входящих в блок, при вставке блоков они будут отображаться по-разному. В нашем случае применим вариант переменных свойств.




Рис. 12. Панель свойств примитивов

Выделить свободную область для черчения (примерно 50×50 мм). Установить приемлемые параметры режимов рисования: интервал сетки (GRID) для удобства отслеживания размеров равен 1, шаг либо варьировать (от 1 к меньшему) либо установить равным минимальному построению изображения (для вариантов 1, 11, 12 интервал шага – 1,0 мм; для 2, 3, 9, 10 – 0,5 мм; для 4–8 – 0,1 мм).

С помощью команд рисования по размерам изобразить условное графическое обозначение. При необходимости использовать

команды редактирования. В данном случае изображение сформировано командой **Pline (Плиния)** толщиной 0,2 мм.

3. С помощью команды **ATTDEF (АТОПР)** (падающее меню Рисование\Блок\Определение атрибутов либо кнопка  на панели инструментов Рисование) создать необходимые атрибуты (табл. 5) через диалоговое окно задания атрибутов (рис. 13). При заполнении полей окна следует ориентироваться на значения, данные в табл. 5. Перед определением атрибутов обозначений зажимов катушки необходимо сделать текущим слой НК с панели инструментов Слои (щелчком ЛК мыши по списку и выбором необходимого названия). После создания этих атрибутов сделать текущим слой 0.

Рассмотрим несколько подробнее назначение разделов диалога создания атрибутов.

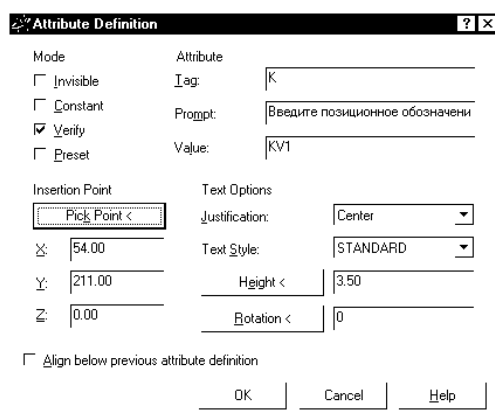


Рис. 13. Диалог создания атрибута

Раздел **Mode (Режим)** – в разделе имеются четыре флага свойств атрибута, назначение которых следующее:

- **Invisible (Скрытый)** – значение атрибута с таким параметром в чертеже не отображается;
- **Constant (Постоянный)** – атрибут получает фиксированное значение (например, значение из поля **Value** раздела **Attribute**), которое нельзя редактировать после вставки блока в чертеж;



- **Verify (Контролируемый)** – при вставке блока проводится проверка правильности значения, если имеется предустановленное значение по умолчанию;

- **Preset (Установленный)** – атрибут автоматически получает значение по умолчанию, определенное, например, в поле **Value** раздела **Attribute**, но после вставки блока его можно изменить командой редактирования атрибутов.

Раздел **Attribute (Атрибут)** – содержит четыре поля, которые имеют следующее назначение:

- **Tag (Имя)** – в поле заносится значение имени атрибута, которое используется для извлечения атрибута и не должно содержать в значении пробелов;
- **Prompt (Подсказка)** – вводится текстовая расшифровка имени атрибута, которая выводится для запроса в командной строке, а также отображается в окне редактирования значений атрибутов;
- **Value (Значение)** – используется для указания значения, предлагаемого по умолчанию после вставки блока в чертеж.

Раздел **Text Options (Опции текста)** – параметры раздела используются для форматирования текста:




- **Justification (Выравнивание)** – из выпадающего списка можно определить способ выравнивания для текста значения атрибута;
- **Text Style (Стиль)** – из списка можно выбрать стиль текста;
- **Height < (Высота)** – в поле можно ввести высоту текста (в мм) значения атрибута или считать его с экрана, щелкнув по  ;
- **Rotation < (Поворот)** – в поле можно ввести угол поворота текста (в градусах) значения атрибута или считать его с экрана, щелкнув по .

Раздел **Insertion Point (Точка вставки)** – этой точкой атрибут привязывается к будущему блоку. Здесь можно ввести числовые значения координат в соответствующие строки или воспользоваться ключом **Specify On-screen**, чтобы после выхода из диалога указать точку вставки непосредственно в графической зоне.

Флаг **Align below previous attribute definition (Выравнивание по предыдущему атрибуту)** – после определения первого атрибута

становится активным. Щелкните по нему, чтобы разместить следующий атрибут под предыдущим атрибутом.

После того, как значения во всех полях определены, нужно щелкнуть ЛК мыши по кнопке ОК.

4. Создать блок с помощью команды **BLOCK** (Падающее меню Рисование \Блок\Создать либо кнопка  на панели инструментов Рисование). В диалоговом окне (рис. 14) нужно задать имя блока, которое не должно содержать пробелов и быть по возможности кратким (например, катушка в области Name), определить с помощью кнопки  Select objects в области Objects, какие примитивы будут входить в блок (выбрать изображение и все созданные атрибуты), указать точку вставки блока с помощью кнопки  Pick point в области Base point.

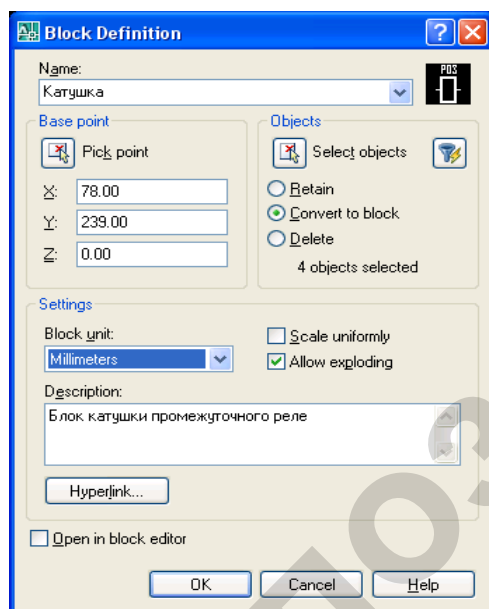



Рис. 14. Диалог создания блока

5. Вставить созданный блок с помощью команды **Insert (Вставить)** (меню Вставка/Блок или инструмент  на панели рисования). Если в предыдущем окне стоял ключ конвертации в блок Convert to block, то в диалоге вставки (рис. 15) будет активным созданный блок. Поэтому с помощью кнопки ОК выйти из диалога, а далее в ответ на запросы необходимо указать точку вставки блока на чертеже и значения атрибутов. Если создаваемые атрибуты имели свойство Verify (Контролируемый), то запрос значения для такого атрибута будет выдаваться несколько раз. После ответа на все запросы в графической зоне в указанной точке появится изображение блока.

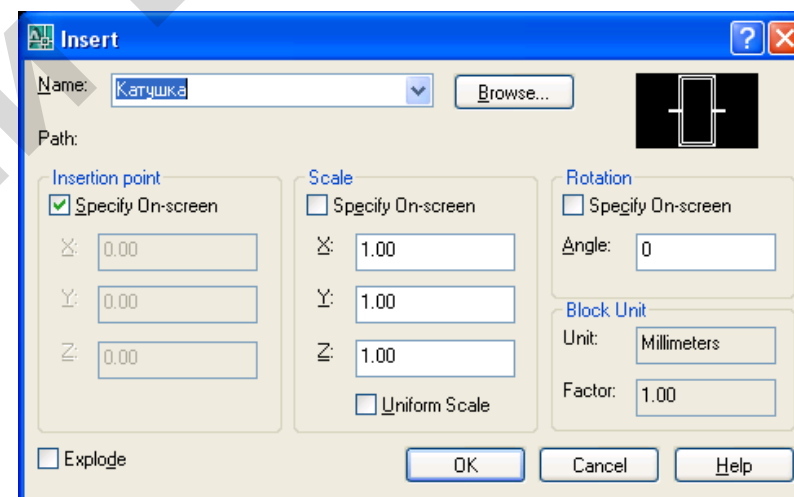


Рис. 15. Диалог вставки блока

6. Если созданный блок удовлетворяет требованиям, записать блок на диск с помощью команды **WBLOCK (ПБЛОК)** через диалог, представленный на рис. 16. При этом в области Source (Источник данных) в качестве источника должен быть выбран ключ Block (Блок) и в списке доступных блоков выбран вами созданный. В области Destination (Размещение) должен быть указан путь сохранения блока.

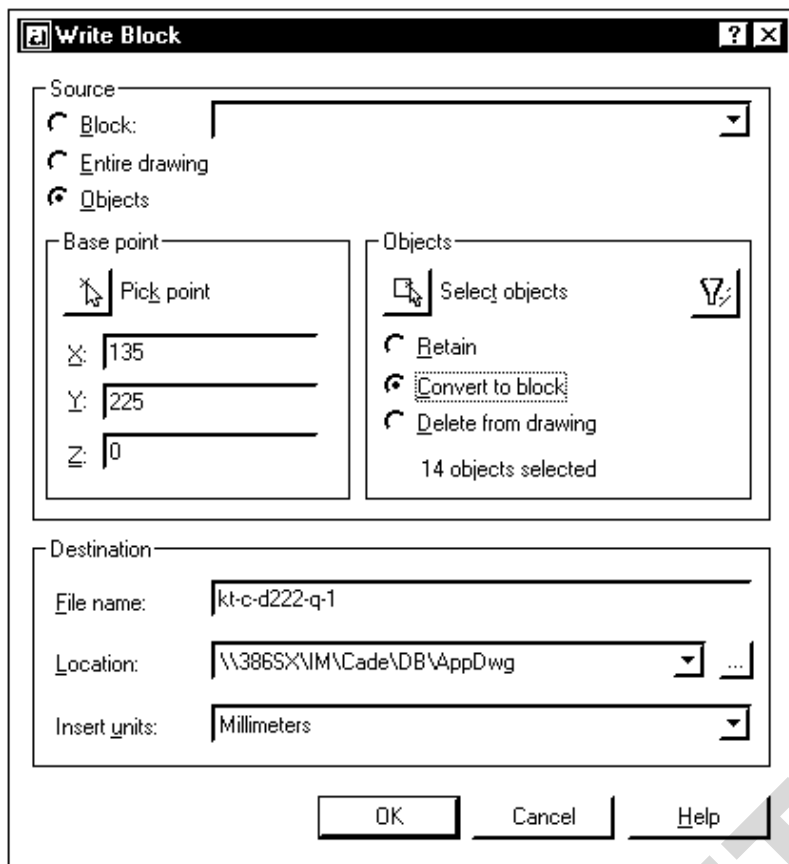


Рис. 16. Диалог записи блока на диск

7. Создать инструмент, обеспечивающий вставку созданного блока в масштабе 1:1 с углом поворота 0. Это можно обеспечить через диалог адаптации интерфейса (рис. 17).

8. Вызов диалога производится, например, через контекстное меню пункт Customize (Настроить), если щелкнуть ПК мыши в любом месте какой-нибудь панели инструментов. Также можно воспользоваться меню Сервис (Tools) \ Адаптация (Customize) \ Интерфейс (Interface).

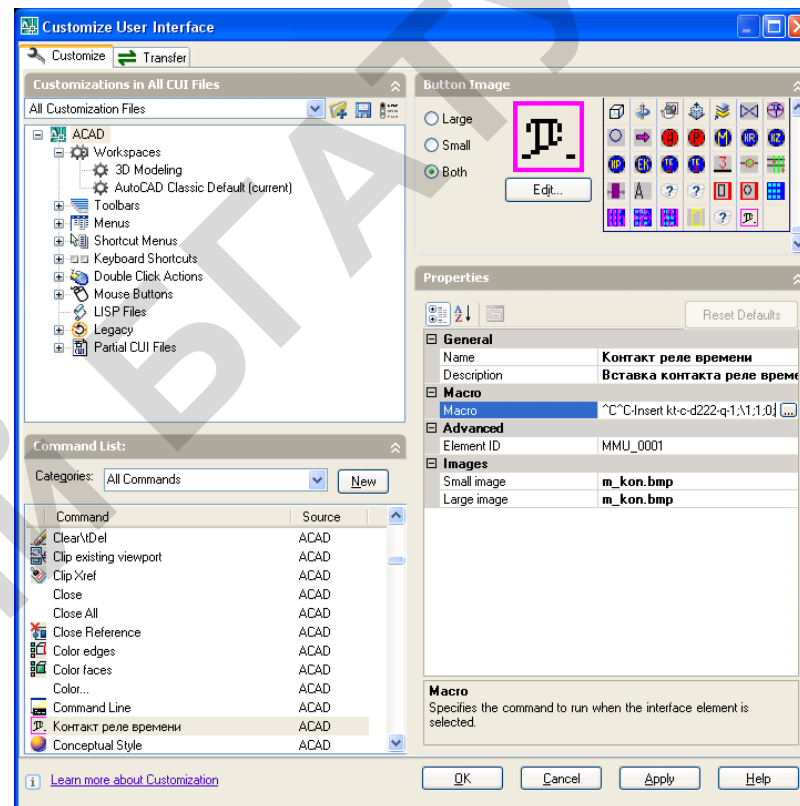


Рис. 17. Диалог настройки интерфейса редактора

Создать новый инструмент можно с помощью клавиши New (Создание новой команды) в области Command List (Список команд). При этом в области справа будет предложено заполнить свойства инструмента:

- имя инструмента в поле Name (Имя) (например, катушка);
- описание, которое будет высвечиваться при указании курсором на инструмент, в поле Description (Описание) (например, вставка блока);
- определить команду и ее опции в поле Macro (Макросы), которые будут выполняться при нажатии на кнопку (не удалять стоящее

по умолчанию ^C^C): ^C^C_Insert катушка;\1;1;0;. В записи макроса знак « \rightarrow » подавляет появление диалогового окна при вставке блока, слово Insert означает имя команды, «катушка» является именем блока, знаки «;» и «пробел» аналогичны вводу, «\» означает ожидание ввода параметра пользователем, «1», «1» и «0» – опции команды, обеспечивающие вставку блока в масштабе 1:1 и с углом поворота 0;

- также необходимо задать какое-либо изображение для инструмента, выбрав из списка в верхней части диалога, либо создать новое или отредактировать выбранное в списке во встроенном редакторе, воспользовавшись клавишей Edit (Изменить). *Не забудьте сохранить изображение кнопки;*

- нажать на клавишу Apply (Применить), а затем на клавишу ОК.



При этом получите примерно следующий инструмент:

- опробовать созданный инструмент и показать результат преподавателю.

9. Создать палитру инструментов, обеспечивающую вставку готовых блоков. Вставку блока через палитру инструментов особенно целесообразно организовать при наличии рисунка, имеющего большое количество блоков, которые нужно позаимствовать для собственных инструментов. Для создания своей палитры вставки блоков открыть рисунок, их содержащий, и далее вызвать центр управления по пути меню Сервис \ Палитры \ ЦентрУправления (TOOLS \ Palettes \ DesignCenter). При этом будет открыта палитра ЦентрУправления (DesignCenter), на которой требуется перейти на закладку Открытые чертежи (Open Drawings). На этой закладке есть вложенность, разделенная по группам для открытых рисунков (рис. 18). Зайти во вложенность Блоки (Blocks), просто щелкнув по ней ЛК мыши в окне слева. При этом в правой области появятся существующие в рисунке блоки. Чтобы вынести их вставку на палитру инструментов, выделить нужные, используя кнопки Ctrl или Shift, и через контекстное меню выбирать пункт Create Tool Palette (Создать инструментальную палитру). При этом появляется новая палитра инструментов, для которой запрашивается имя (рис. 19). Для добавления блоков на палитру инструментов достаточно их перетащить из центра управления.

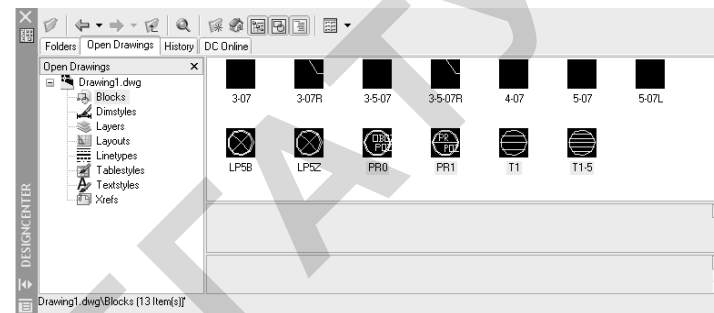


Рис. 18. Вид центра управления

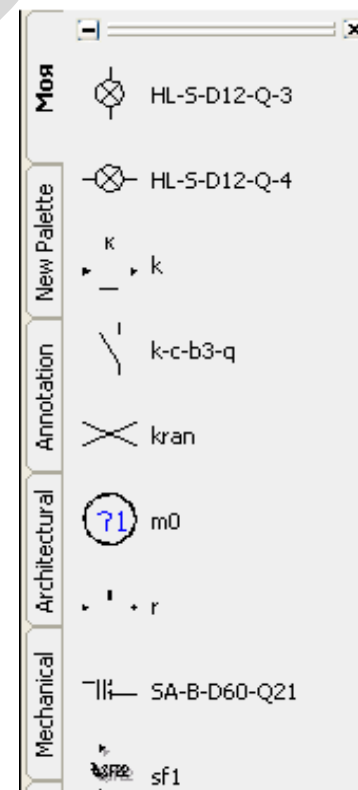


Рис. 19. Созданная палитра

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

В. 1.

- А. Дайте определение базы данных, СУБД.
- Б. Дайте определение слайду, меню, графическому меню-библиотеке.
- В. Дайте определение атрибуту, как элементу блока.

В. 2.

- А. Перечислите базы данных, используемые в известном вам пакете САПР.
- Б. Каковы требования к базе данных?
- В. Каковы требования к элементу графической базы данных?

В. 3.

- А. Перечислите основные свойства атрибута.
- Б. Какая команда предназначена для создания атрибута? Что задается при создании атрибута?
- В. Какая команда позволяет изменить значение атрибута? Последовательность действий при этом?

В. 4.

- А. Приведите основные команды для работы с блоками.
- Б. Какие преимущества дает использование блоков при разработке документации?
- В. Какой слой предназначен для создания блоков? Его свойства?

В. 5.

- А. Каковы возможности адаптации меню, как одного из средств автоматизации разработки проекта в САПР?
- Б. Приведите последовательность действий по созданию инструмента панели инструментов графического редактора.
- В. Приведите последовательность действий по созданию палитры.

Лабораторная работа № 3

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР CADELECTRO ENERDGY

Цель работы: получить представление о требованиях к оформлению принципиальной электрической схемы, закрепить умения разработки принципиальной схемы управления и ее реализации техническими средствами, приобрести навыки формирования ее на компьютере, изучить средства автоматизации формирования схемы.

Содержание отчета:

1. Назначенный преподавателем вариант задания для разработки принципиальной электрической схемы по табл. П1.3.
2. Разработанная схема.
3. Ответы на вопросы карточки предварительной подготовки (использовать также [3, с. 56–65] или [4, с. 258–267]).
4. Распечатка результатов работы.
5. Выводы: какие вы видите положительные стороны CADElectro? Каковы недостатки данного пакета САПР? Что, с вашей точки зрения, можно улучшить?

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. Схема принципиальная – это документ:
 - определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки);
 - определяющий полный состав элементов и связей между ними;
 - определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи;
 - дающий детальное представление о принципах работы изделия;
 - разъясняющий определенные процессы, протекающие в отдельных частях изделия.

2. Расстояние между соседними параллельными линиями связи на принципиальной электрической схеме должно быть:

- менее 20 мм,
- не менее 3 мм,
- не менее 1 мм,
- менее 5 мм,
- менее 10 мм,
- менее 7 мм.

3. Рекомендуемая толщина линий связи на принципиальной электрической схеме:

- 0,1–0,2 мм,
- 1,0–1,5 мм,
- 1,5–2,0 мм,
- 0,8–2,0 мм,
- 0,3–0,4 мм,
- 1,7–1,9 мм.

4. Какие части позиционного обозначения являются обязательными:

- вид элемента,
- функция элемента,
- номер элемента.

6. Где проставляют позиционное обозначение элемента:

- слева от элемента,
- справа от элемента,
- над элементом,
- под элементом,
- в любом свободном месте;
- вообще на схеме не проставляют.

7. Выберите позиционное обозначение конечного выключателя на схеме:

- SL
- SW
- SQ
- QS
- SF
- SP

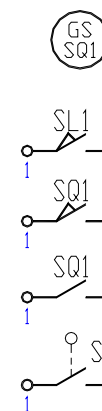
8. Цепи управления, регулирования и измерения на принципиальной электрической схеме обозначают:

- как обозначение фазы и последовательного номера;
- нечетными и четными числами в зависимости от полярности цепи;
- последовательными числами от 1 до 399 в пределах изделия или установки;
- последовательными числами от 400 до 799 в пределах изделия или установки;
- последовательными числами от 800 до 999 в пределах изделия или установки.

9. Обозначение участков цепей на принципиальной электрической схеме проставляют:

- слева от изображения цепи – при вертикальном расположении цепи;
- справа от изображения цепи – при вертикальном расположении цепи;
- над изображением цепи – при горизонтальном расположении цепи;
- под изображением цепи – при горизонтальном расположении цепи;
- в любом свободном месте рядом с изображением цепи.

10. Выберите условное графическое обозначение конечного выключателя, размещаемого на принципиальной электрической схеме:



11. Элементы в перечень элементов записывают:

- в любом порядке;
- в порядке размещения на схеме сверху вниз и слева направо;
- в алфавитном порядке наименований элементов;
- в алфавитном порядке буквенно-позиционных обозначений.

12. При формировании перечня элементов в САПР в паспорте документа обязательным для заполнения полем является:

- обозначение,
- наименование,
- разработал,
- проверил.

13. Линию связи при формировании модели принципиальной электрической схемы:

- необходимо точно привязывать к выводу элемента;
- можно привязывать к любой точке элемента;
- можно проводить через элемент или несколько элементов.

14. Что вначале необходимо сделать при формировании модели принципиальных электрических схем:

- провести линии связи;
- вставить условные графические обозначения аппаратов;
- порядок этих операций не имеет значения.

Порядок выполнения работы

Занятие 1

1. Изучить интерфейс CADElectro Enerdgy, ответить на вопросы карточки предварительной подготовки.

Работа над проектом в CADElectro Enerdgy ведется в головном приложении – *Редакторе проекта*, для обслуживания которого используются три сервисных приложения: *Редактор основной надписи*, *Редактор символов*, *Редактор типов аппаратов*. Интерфейс *Редактора проекта* (рис. 20) составляют: главное меню – верхняя строка (содержит все возможные команды и функции); панели инструментов (размещены основные и часто используемые функции системы; недоступный инструмент отображается серым цветом); информационные панели, которые содержат данные о свойствах объектов, листах документа, компонентах и т. п.; окно графического редактора (в верхней части окна расположена закладка с названием открытого в данный момент листа проекта. Одновременно может быть открыто несколько чертежей, для навигации между ними можно использовать данные закладки. Под панелью закладок размещается рабочая область графического редактора); строка состояния (находится у нижнего края окна, где отображаются текущие координаты курсора мыши, процесс загрузки приложения, проекта и т. д.).

2. Произвести перевод структурной схемы управления в принципиальную схему, используя сведения [3, с. 65–73], примеры схем

[4, с. 248–273], а также сведения прил. 2. При этом следует помнить, что принципиальная схема содержит как типовые участки (силовая часть, цепи ручного управления, разделение режимов работы), так и нетиповые, обусловленные структурой управления. Чтобы перевести структуру управления в принципиальную схему необходимо: внимательно ознакомиться с составом аппаратуры, выявить, сколькими двигателями необходимо управлять, и какого они рода (неревверсивный или реверсивный), вспомнить, каким условным графическим обозначением реализуется тот или иной элемент структуры и его позиционное обозначение [5, с. 112–125].

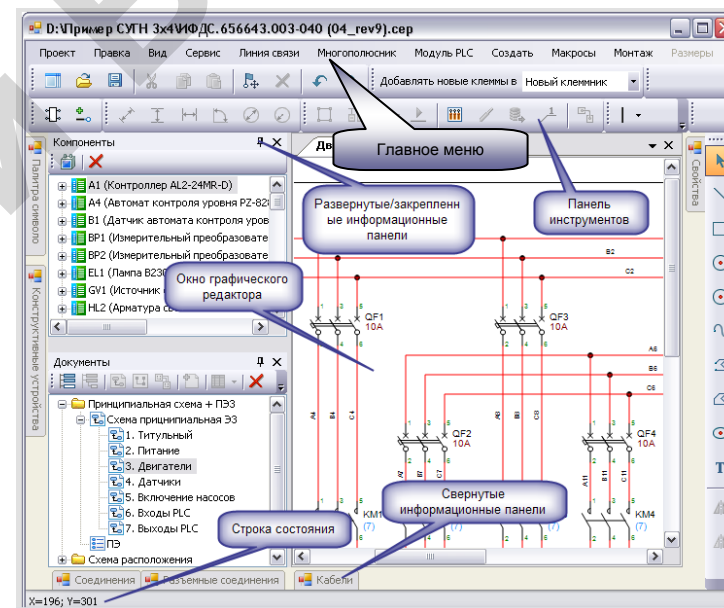


Рис. 20. Интерфейс редактора проектов CADElectro Enerdgy

Так, например, структура рис. 21, а (в случае управления неревверсивным двигателем) может быть реализована принципиальной схемой рис. 22. Здесь, кроме непосредственного перевода структуры управления (автоматический режим), схему дополнили силовой частью, переключателем режимов, цепями ручного управления

(двигатель запускается в работу кнопкой SB1, после чего оператор ее отпускает, но цепь удерживает блок-контакт пускателя KM1, останов двигателя производится кнопкой SB2), защитой двигателя от перегрева (реле КК1) и сигнализацией (HL1 – отсутствие корма в бункере, например).

Структура (рис. 21, б) в случае управления реверсивным двигателем представлена в схеме рис. 23. В этом случае следует обязательно предусмотреть взаимную блокировку (на катушку KM1 – нормально-замкнутый контакт KM2, на катушку KM2 – контакт KM1), исключая возможность одновременного включения двигателя в обе стороны вращения. Кроме того, блок контакты, также как и контакты конечных выключателей, ограничивающих работу двигателя должны быть предусмотрены и в ручном и автоматическом режиме, поэтому они являются общими для цепей автоматического и ручного управления.

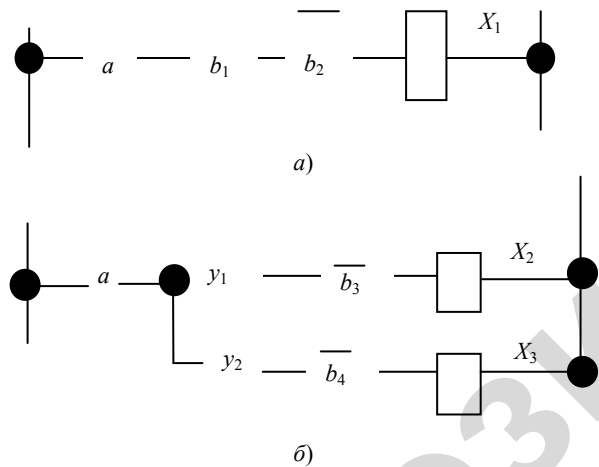


Рис. 21. Структурная схема управления:

а) – нереверсивный двигатель; б) – реверсивный двигатель; а – переключатель режимов; b_1 – датчик уровня; b_2, b_3, b_4 – конечные выключатели; X_1, X_2, X_3 – катушки пускателей, управляющие нереверсивным и реверсивным двигателями; y_1, y_2 – контакты промежуточных реле

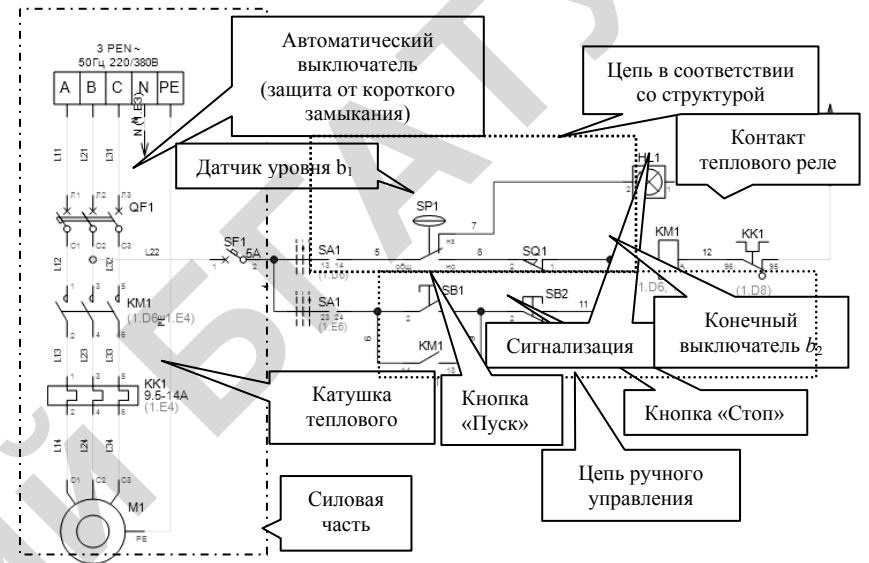


Рис. 22. Принципиальная схема управления, соответствующая структурной схеме (рис. 21, а)

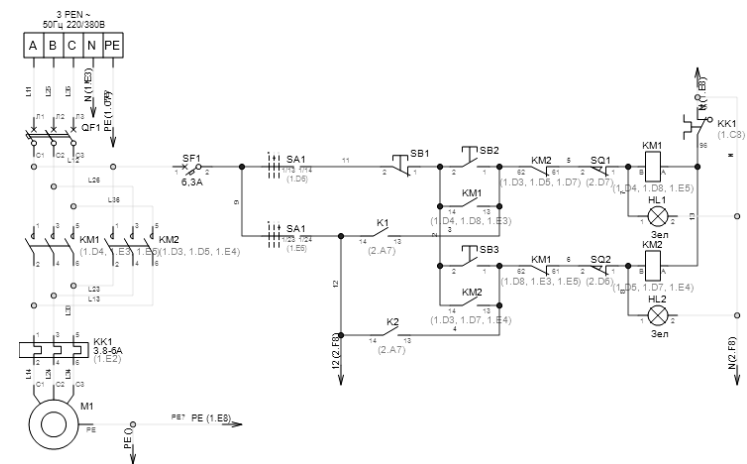


Рис. 23. Принципиальная схема управления, соответствующая структурной схеме (рис. 21, б)

3. Выбрать аппаратуру для реализации схемы, используя сведения прил. 2, и оформить выбор в виде табл. 6.

Таблица 6


Перечень используемой для реализации схемы аппаратуры


Электропривод, мощность, кВт	Расчетный длительный/кратковременный ток, А	Марка аппарата	Техническая характеристика аппарата	Примечание
1	2	3	4	5
<i>Силовая часть</i>				
<i>Цепи управления</i>				


Занятие 2


1. Загрузить *Редактор проекта CADElectro Enerdgy*: кнопка Пуск → Программы → CADElectro Enerdgy → CADElectro Enerdgy либо ярлык на рабочем столе.


2. Создать новый проект. Для этого необходимо:

- в главном меню выбрать команду **Проект** → **Новый** или на панели инструментов  → Выбрать шаблон. После этого следует указать место расположения шаблона – заготовка проекта с заданными по умолчанию параметрами настроек (например, C:\IM\CadElectro Energy\CADElectro\Шаблон\Шаблон CADE). После загрузки шаблона программа потребует заполнить паспорт проекта, данные из которого автоматически будут считываться при заполнении основной надписи основных документов;

- сохранить файл на локальный диск с помощью команды главного меню **Проект** → **Сохранить** или на панели инструментов . **Не забывайте в процессе работы над проектом периодически сохранять данные;**

- на панели Документы необходимо создать каталог, в котором и будет размещен документ с помощью кнопки  (добавить каталог в корневой каталог); имя каталога по умолчанию «Папка 1», при этом сразу же после создания включен режим переименования (можно переименовать, например, «Проект 1»);

- выбрав созданный каталог, с помощью кнопки **Добавить** принципиальную схему , создать новый документ;

- в созданный документ добавить лист (листы) с помощью кнопки **Добавить лист** ; чтобы лист стал активным, в списке документов активировать его двойным щелчком ЛК мыши; при этом в рабочей зоне появится лист заданного в настройках формата с частично заполненной основной надписью.

3. После создания листа схемы заполнить основную надпись. Наведите указатель мыши на нужное поле основной надписи и щелкните ЛК мыши (рис. 24). Завершение редактирования осуществляется щелчком ЛК мыши в любое место чертежа за пределами поля ввода.




Рис. 24. Заполнение основной надписи

При наборе текста размер шрифта контролируется системой, и выполненная надпись будет сжата, чтобы уместиться в заданную рамку. Обозначение документа заполняется у документа один раз на любом из его листов, на всех остальных листах оно будет заполнено автоматически (атрибут рамки *Обозначение документа*). Также автоматически заполняются поля с номером листа и общее количество листов (атрибуты рамки *Номер листа* и *Количество листов* соответственно). Формат листа можно изменить из контекстного меню. Щелкнуть ПК мыши на названии листа и из выпавшего меню выбрать команду **Изменить формат**. Откроется диалог выбора формата листа.

4. Сформировать модель принципиальной схемы.

- Вставить на схему условные графические обозначения (УГО).

Перед тем как вести работу по вставке, рекомендуется включить шаг сетки и задать для него значение, равное 4 мм как по оси X, так и по оси Y (меню Вид\Сетка\Вкл/Выкл или F7 или кнопки панели

Вид ). Такие установки шага необходимы для корректного подключения линий связей к выводам аппаратов, а также для улучшения читаемости проектируемого документа.

Для вставки символа УГО на схему используется информационная панель Набор символов (рис. 25). Она содержит структурированный каталог (УГО аппаратов сгруппированы по их позиционному обозначению) и окно предварительного просмотра символов. Чтобы вставить символ на схему, необходимо активировать информационную панель Набор символов (подвести курсор мыши на ее заголовок в окне проекта справа), пройти по вложенности до группы аппаратов, выбрать в окне просмотра необходимый символ и перетащить его в графическую зону.

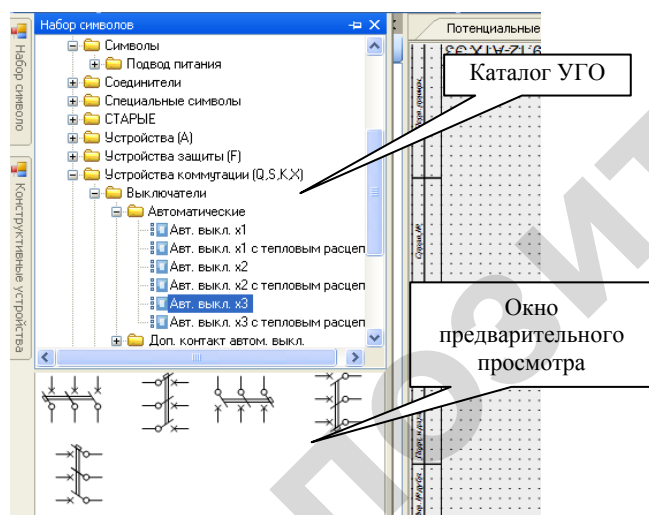


Рис. 25. Действия с панелью Набор символов

При размещении символов система автоматически присваивает следующий номер позиционного обозначения. Допустим, что УГО создаваемого аппарата должно иметь позиционное обозначение КМ1, для этого следует переименовать размещенные на схеме контакты с позиционным обозначением КМ2 и КМ3. Выбрав символы, на панели Свойства (в окне проекта – обычно справа) в соответствующие поля необходимо ввести требуемое обозначение (рис. 26).

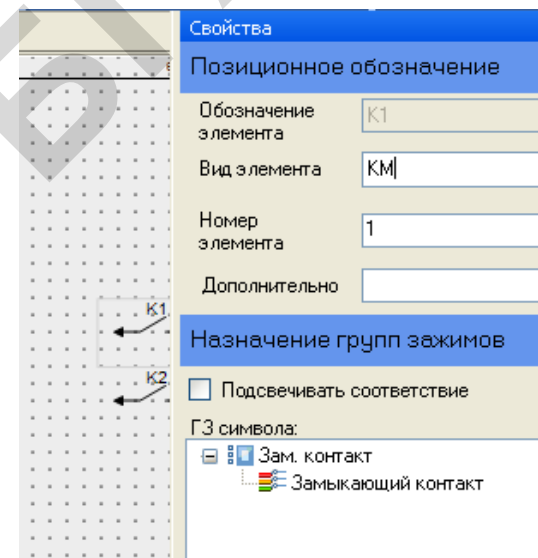


Рис. 26. Информационная панель Свойства



Однотипные участки можно копировать (меню Правка\Копировать или сочетание клавиш Ctrl + C). При вставке скопированных символов (Правка\Вставить либо Ctrl + V) система автоматически рассчитывает следующий номер позиционного обозначения. Если для УГО назначен тип аппарата, то при копировании символа, он копируется вместе с назначенным типом.


- Выполнить линии связей.

Соединения между аппаратами производится только линиями связей (ЛС). **Подключение вывода одного аппарата к выводу другого не допускается!**

Линии связи, соединенные между собой точками связи и символами обрывов, объединяются в *потенциальный узел*. Потенциальный узел обрывается на выводах символа, если для символа не задано «Пропускать потенциал» (клеммы и разъемы соответственно). Потенциальный узел не может «висеть в воздухе», т. е. он обязательно должен заканчиваться подключением к какой-либо графике схемы. Таким образом, исключаются ошибки, связанные с не подключенными ЛС.

В редакторе принципиальных схем используются два вида линий связи – *однофазная* и *трехфазная* и следующие типы: линия переменного, постоянного тока, нейтраль, РЕ-проводник, фазный проводник (I, II, III фазы). Переключиться между типами линий можно через меню Линия связи\Создать однофазную линию связи (либо Создать трехфазную линию связи) либо с помощью инстру-

ментов . В последнем случае для переключения используется список, появляющийся при нажатии на . Чтобы провести линию связи, необходимо активировать соответствующий инстру-

мент  (щелчок ЛК мыши) и, привязавшись к выводам аппарата, протянуть линию. Если в момент проведения ЛС щелкнуть левой клавишей мыши, то будет установлена точка поворота, которая позволит изменить направление проводимой ЛС. В то же время, если в момент щелчка ЛК мыши удерживать нажатой кнопку Ctrl, то изгиб будет выполнен с зеркальным отображением I-й и III-й фаз относительно II-й.

Для отмены последнего действия при создании ЛС необходимо щелкнуть ПК мыши.

Линии связи при проведении через символ, а также при встройке последнего в нее будут разрываться.

Если линия связи подключена к символу, тогда при перемещении символа система отслеживает подключение и не разрывает соединение. В то же время можно переместить символ отдельно. Для этого во время перемещения нужно держать нажатой кнопку Shift на клавиатуре.

- Обозначить участки цепей на схеме (промаркировать линии связей).

В системе предусмотрено два способа маркировки:

- ✓ ручной, с помощью панели Свойства;
- ✓ автоматический, с помощью диалога Маркировка ЛС.

При использовании автоматического способа маркировки ЛС необходимо проверить настройки проекта (меню Сервис\Настройки\Системные настройки\Типы линий связи): по фазам – обязательный текст перед маркировкой L1, L2, L3). Далее вызывают диалог маркировки (меню Линия связи\Маркировать ЛС), в котором необходимо выбрать зону маркировки (в целом проект либо только лист), проставить либо удалить маркировку и некоторые другие параметры маркировки.

При необходимости изменения проставленного обозначения маркировки (также и в случае ручного способа) следует выделить линию связи и воспользоваться информационным окном Свойства.

- Дополнить схему таблицами с поясняющими надписями (рис. 27), при необходимости – диаграммами переключателей с помощью панели инструментов Графика (рис. 28);

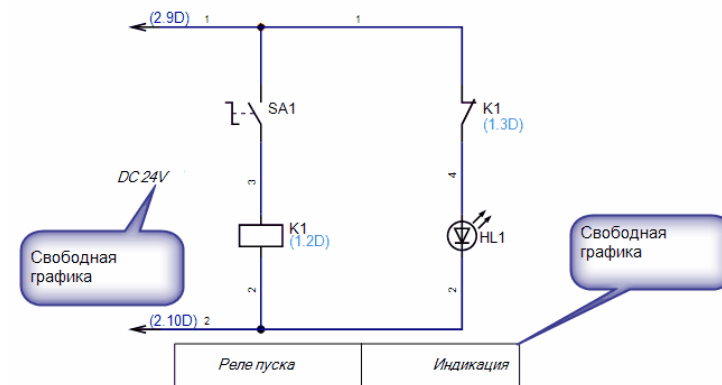


Рис. 27. Дополнение схемы свободной графикой



Рис. 28. Панель инструментов Графика

- Назначить каждому аппарату тип.

Каждому аппарату проекта должен быть назначен тип. Условия выбора типов аппаратам защиты и управления кратко перечислены в прил. 2 на примере кормораздачи.

Тип аппарата может быть назначен как с панели Компоненты (находится справа в окне проектов), показанном на рис. 29, так и с помощью контекстного меню. Для вызова контекстного меню нужно щелкнуть ПК мыши по символу, который изображает компонент на принципиальной схеме. В выпавшем меню выбрать команду **Назначить тип**.

Откроется диалог выбора типа аппарата из базы данных. Типы аппаратов в каталоге также структурированы по группам позиционных обозначений. Для назначения типа в окне базы данных необходимо пройти по вложенности до табличных записей, выбрать конкретную запись и с помощью ввода либо двойным щелчком подтвердить выбор типа. При этом в окне компонентов (если тип назначен верно) вопрос заменяется на «зеленый» символ.

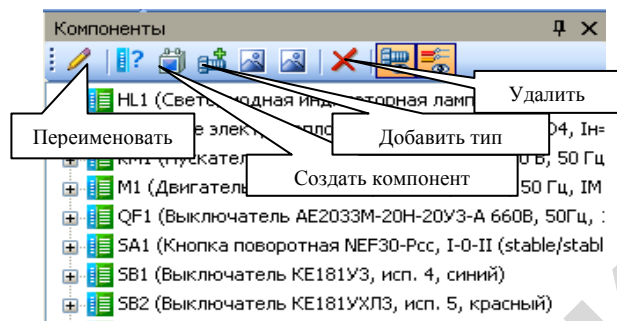



Рис. 29. Информационная панель Компоненты

Занятие 3

1. Создать перечень элементов и вывести его на принтер. Перечень элементов может быть создан только после назначения типов аппаратов. Чтобы создать перечень элементов, на панели Документы необходимо активировать папку проекта, с помощью кнопки  (Добавить текстовый документ) открыть выпадающий список,

где перечислены команды по созданию всех возможных текстовых документов, и выбрать команду **Создать перечень элементов**. Созданный документ, по умолчанию, называется «ПЭ». Как и в случае с другими документами, сразу же после создания, включен режим переименования. Для выхода из режима переименования или для его завершения нажмите на клавишу Enter на клавиатуре.

Созданный документ представляет собой электронную таблицу и не содержит вложенных листов. Для открытия документа нужно дважды щелкнуть ЛК мыши по его наименованию на панели Документы.

Документ «Перечень элементов» генерируется на основании готовых данных и является статическим отчетом, т.е. в случае внесения изменений в принципиальную схему, которые затрагивают номенклатуру примененных аппаратов, этот документ нужно генерировать снова.

Так же нужно помнить, что любые изменения, сделанные в данном документе, не затрагивают другие документы.

2. Передать чертеж принципиальной схемы в AutoCAD через Проект\Экспорт текущего листа в dxf. Откройте созданный файл в AutoCAD. Обратите внимание на то, чем являются элементы чертежа.

3. Подготовить ответы по приведенным ниже вопросам для защиты работы.

Вопросы для контроля усвоения материала

- В. 1.
- Приведите определение принципиальной электрической схемы.
 - Раскройте содержание принципиальной электрической схемы.
 - Приведите порядок формирования принципиальной электрической схемы в приложении CADElectro.
- В. 2.
- Приведите условия выбора автоматического выключателя.
 - Перечислите условия выбора магнитного пускателя.
 - По каким условиям выбирают тепловое реле?

- Г. Что собой представляет база данных аппаратов?
Д. Каков порядок размещения аппаратов на чертеже?

В. 3.

- А. Каково назначение обозначений участков цепей принципиальной электрической схемы?
Б. Какие участки цепей должны иметь разное обозначение?
В. Какова последовательность обозначения участков цепей на схеме?
Г. Каким образом обозначают цепи переменного тока?
Д. Каким образом обозначают цепи постоянного тока?
Е. Как промаркировать участки цепей в среде CADElectro?
Ж. Какие режимы простановки маркировки имеются в CADElectro?

В. 4.

- А. Каково назначение перечня элементов?
Б. Где обычно помещают перечень элементов?
В. Какова форма таблицы перечня элементов?
Г. Каков порядок занесения элементов в таблицу перечня элементов?
Д. Как создать перечень элементов в CADElectro?

В. 5.

- А. Как выполнить линии связи в CADElectro?
Б. Как выполнить точку соединения линий связей в CADElectro?
В. Как назначить тип аппарату проекта в CADElectro?
Г. Как нанести на схему свободную графику в CADElectro?

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

Цель работы: получить представление о средствах программирования логического контроллера (ПЛК), закрепить умения выбора контроллера для реализации структуры управления, приобрести умения разработки принципиальной схемы на базе ПЛК, работы в программе Alpha Programming.

Содержание отчета:

1. Разработанная схема управления на базе ПЛК.
2. Ответы на вопросы карточки предварительной подготовки (использовать также [6, с. 46–60]).
3. Программа управления для α -контроллера.
4. Выводы: оцените степень функционального соответствия программы, реализуемой контроллером, структуре управления.

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. К какому классу контроллеров относят α -контроллеры?
2. Перечислите основные языки программирования контроллеров.
3. Перечислите параметры для выбора контроллера.
4. Приведите 5 видов цифровых входных сигналов, используемых в Alpha Programming.
5. Раскройте назначение и отображение в программе элементов Boolean, Time Switch, Delay.

Порядок выполнения работы

Занятие 1

1. Перевести структуру управления, данную в вариантах к предыдущей работе, в программу управления, реализуемую

контроллером. В качестве ПЛК рекомендуется использовать α -контроллер, который прост в освоении, обладает достаточными для реализации структуры управления функциональными возможностями, относительно недорогой и достаточно надежный.

Рассмотрим пример перевода структуры в программу контроллера. Для примера кормораздачи в птичнике приведенная структура управления (рис. 30) была реализована на релейно-контактной базе. Чтобы перевести структуру управления в программу контроллера, необходимо знать языки программирования. α -контроллер программируется на языке функционально-блочных диаграмм (FBD), структура которого близка логике микросхем. Для выбора типа контроллера необходимо определиться с количеством входов и выходов, функциональными возможностями контроллера и его стоимостью.

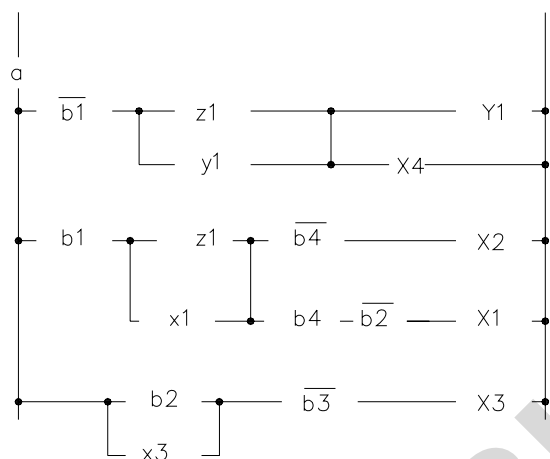


Рис. 30. Структура управления кормораздачей в птичнике в автоматическом режиме:

a – переключатель режимов; $z1$ – контакт реле времени; $Y1$ и $y1$ – катушка и контакт промежуточного реле; $X1$ и $x1$ – катушка и контакт магнитного пускателя управляющего приводам транспортера; $X2$, $X3$, $x3$ – катушки и контакт реверсивного магнитного пускателя, управляющего приводом ограничителя; $X4$ – сигнализация; $b1$ – датчик уровня корма в бункере; $b2$ – датчик уровня корма в последнем ограничителе; $b3$, $b4$ – датчики положения ограничителей (конечные выключатели)

В данном примере кормораздачи входными сигналами являются четыре сигнала с датчиков (уровня и положения), сигнал суточного реле времени для включения линии в автоматическом режиме и кнопки ручного управления в режиме ручного управления (5 кнопок). Выходными сигналами являются сигналы, подаваемые на магнитные пускатели, управляющие электроприводами оборудования, и аварийный сигнал отсутствия корма в бункере. Таким образом, должно быть задействовано: входов контроллера – 11, выходов – 4. Функционально контроллер должен обеспечивать управление, в том числе и по времени.

По соотношению функциональные возможности стоимость наиболее целесообразно для данного варианта управления выбрать контроллер типа AL2-14MR-A (производитель MITSUBISHI). Он имеет 14 цифровых входов, 6 релейных выходов, питание на 220 В. Аналоговые входы-выходы в данном случае не нужны (используются при наличии аналоговых датчиков). На принципиальной схеме в данном случае силовая часть останется прежней, а цепи управления организуют на базе контроллера, к которому необходимо подвести питание, входные сигналы и подключить исполнительные устройства к выходам. Полная принципиальная схема для данного варианта управления приведена в прил. 3.

Ввод программы для выбранного логического контроллера может осуществляться с помощью компьютера (программа Alpha Programming) через порт программирования посредством программы компилятора. Программирование осуществляется в виде некой структуры соединенных функциональных блоков, которые реализуют логические функции, функции сравнения, счетчика и т. д. (некоторые из них раскрыты в прил. 3).

Рассмотрим пример разработки программы для варианта кормораздачи. Для реализации алгоритма управления технологическим процессом примера в основном потребуются логические элементы И, ИЛИ и НЕ. Выразим структуру управления в виде формул управления. Согласно рис. 30 для автоматического режима работы, учитывая, что последовательное соединение выражается знаком « \bullet », параллельное « $+$ », имеем:

$$f(X1) = b1 \cdot b4 \cdot \overline{b2} \cdot (z1 + x1);$$

$$f(X2) = b1 \cdot \overline{b4} \cdot (z1 + x1);$$

$$f(X3) = \overline{b3} \cdot (b2 + x3);$$

$$f(X4) = \overline{b1} \cdot (z1 + x4);$$

Осталось перевести формулы на логические элементы, учитывая, какие сигналы подаются на входы и выходы (табл. 7), и имея в виду, что операция «•» реализуется элементом И, операция «+» – элементом ИЛИ. В табл. 8 раскрыты функции, реализуемые логическими элементами. Нужно заметить, что функции, реализуемые различными логическими элементами, могут быть осуществлены с помощью элемента Boolean (в программе). Этот элемент выполняет логические операции по уравнению, подобному записанным выше, но с учетом операций над входными сигналами. При этом подключаемые входные сигналы должны быть только двоичного типа. Реализовать вариант управления можно в виде структуры на логических элементах (рис. 31). Сама программа на элементах Boolean приведена на рис. 32. Также необходимо заметить, что функция суточного реле времени реализована в программе на элементе Time Switch.

Таблица 7

Сигналы, подаваемые на вход и снимаемые с выхода контроллера

Вход	Сигнал	Выход	Сигнал
I 01	SA1 (автоматический режим)	O 01	KV1 (управление транспортером)
I 02	SA1 (ручной режим)	O 02	KV2 (управление опусканием ограничителей)
I 03	SL1 (сигнал о наличии корма в бункере)	O 03	KV3 (управление подъемом ограничителей)
I 04	SL2 (сигнал о наличии корма в последней кормушке)	O 04	HL1 (сигнализация отсутствия корма в бункере)

Окончание табл. 7

Вход	Сигнал	Выход	Сигнал
I 05	SQ1 (крайнее верхнее положение ограничителя)		
I 06	SQ2 (крайнее нижнее положение ограничителя)		
I 07	SB1 («Пуск транспортера»)		
I 08	SB2 («Стоп транспортера»)		
I 09	SB3 («Пуск ограничителей вниз»)		
I 10	SB4 («Пуск ограничителей вверх»)		
I 11	SB5 («Стоп ограничителей»)		

В случае необходимости использовать в программе функцию обычного реле времени, используется элемент Delay. Например, если необходимо выключить пускатель $x1$ (управление норией) с задержкой $z1$ (рис. 33, а), то используем элемент Delay (рис. 33, б), настроив выдержку времени в диалоге, вызываемом двойным щелчком ЛК мыши по элементу. В данном примере запускает норию оператор кнопкой $a1$, а отключает норию контакт реле времени $z1$ после того, как сработает датчик уровня $b1$. Та же формула управления реализована в программе контроллера с помощью элемента Boolean (B02).

2. Изучить интерфейс Alpha Programming (рис. 33), повторить программирование контроллера в нем по варианту кормораздачи в птичнике, симитировать работу программы:

- загрузить оболочку Alpha Programming щелчком по иконке на рабочем столе, либо используя путь Пуск → Программы → Mitsubishi Alpha Controller → Alpha Programming;

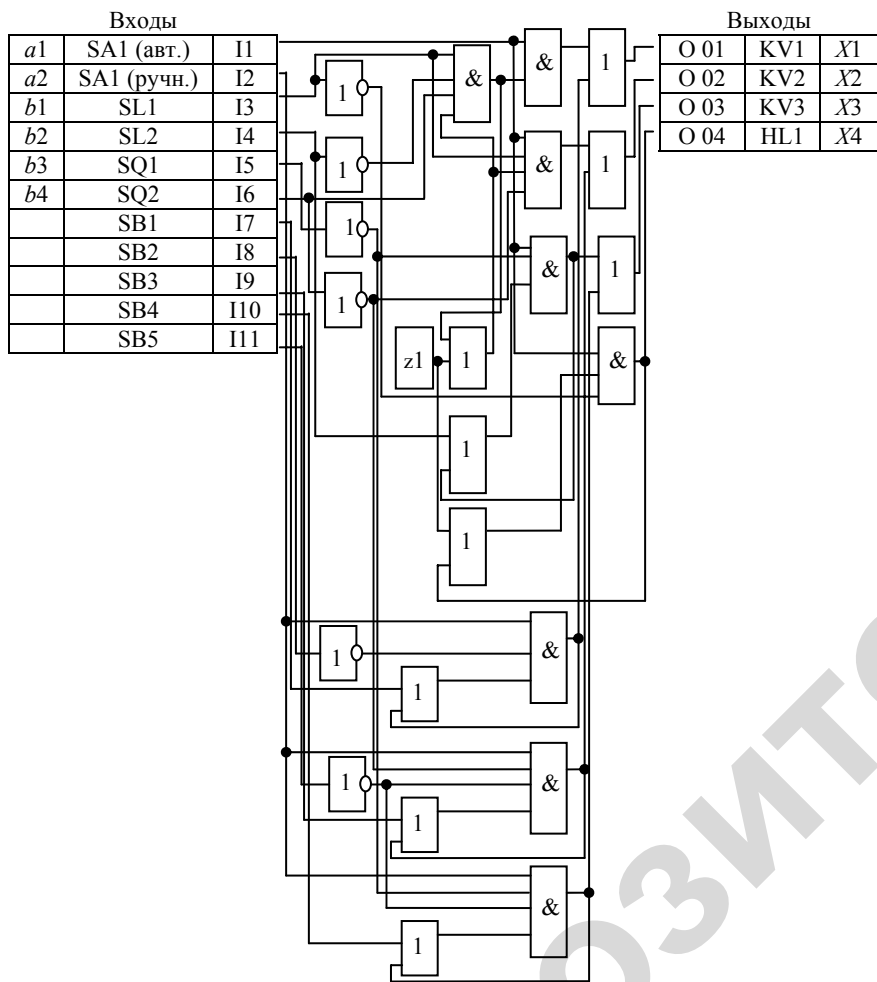


Рис. 31. Структура управления, выраженная через логические элементы

Основные функции двух переменных на логических элементах

Функция	Таблица истинности					Символическое обозначение	Содержание логической функции	Структурная формула	Контактная схема	Условное обозначение
	<i>a</i>	1	1	0	0					
	<i>b</i>	1	0	1	0					
Конъюнкция (функция И)	f_1	1	0	0	0	$a \bullet b$	Функция имеет значение 1 тогда, и только тогда, когда и переменная <i>a</i> , и переменная <i>b</i> имеет значение 1	$f_1(k) = a \bullet b$		
Дизъюнкция (функция ИЛИ)	f_2	1	1	1	0	$a + b$	Функция имеет значение 0 тогда, и только тогда, когда обе переменные имеют значение 1	$f_2(k) = a + b$		
Инверсия <i>a</i> (функция НЕ <i>a</i>)	f_3	0	0	1	1	\bar{a}	Функция имеет значение, обратное значению переменной <i>a</i> , и не зависит от значения переменной <i>b</i>	$f_3(k) = \bar{a}$		
Штрих Шеффера (функция И-НЕ)	f_4	0	1	1	1	a/b	Функция имеет значение 0 тогда, и только тогда, когда обе переменные имеют значение 1	$f_4(k) = \overline{a + b}$ $f_4(k) = \overline{a \bullet b}$		
Стрелка Пирса (функция ИЛИ-НЕ)	f_5	0	0	0	1	$a \downarrow b$	Функция имеет значение 1 тогда, и только тогда, когда обе переменные имеют значение 0	$f_5(k) = \overline{\bar{a} \bullet \bar{b}}$ $f_5(k) = a + b$		

69

РЕПОЗИТОРИЙ

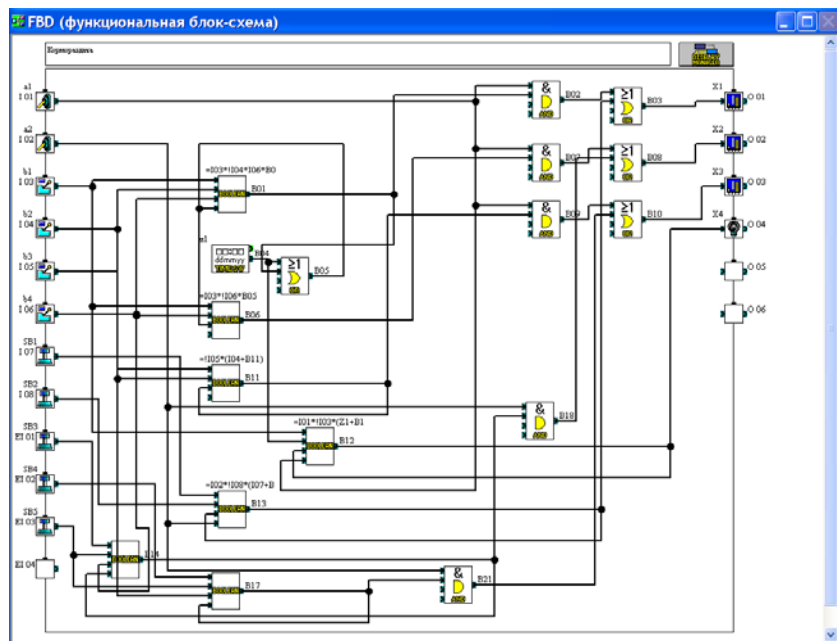


Рис. 32. Программа управления кормораздачей (для α -контроллера)

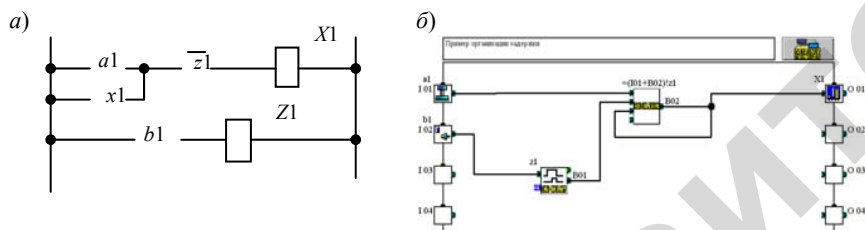





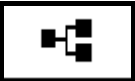



Рис. 33. Реализация задержки на включение в программе контроллера:
 а) – фрагмент структуры управления;
 б) – программа контроллера, соответствующая структуре

- выбрать пункт Новый (New) из меню Файл (File) для создания нового файла программы;
- в диалоге выбора типа выбрать ключ Серия A1 2, ключ контроллера 8 Входов и 6 Выходов, ключ платы расширения 4 Входа;

- сформировать изображения входов, используя группу символов закладки Input Signals (Входные сигналы). Установить на входы 1 и 2 сигналы  переключателя (Toggle Switch), на входы 3–6 –  сигналы датчиков (Limit Sensor), на входы 7–11 – сигналы кнопок  Переключатель нажимного действия. Это производится щелчком ЛК мыши на требуемом инструменте-символе и последующим щелчком ЛК мыши по изображению квадрата входа;
- используя группу символов Выходные Сигналы (Output Signals) (для переключения группы необходимо щелкнуть ЛК мыши по соответствующему переключателю слева), на выходы 1–3 установить выходные сигнал  Обмотка реле (Relay Coil), на выход 4 – световой индикатор ;
- используя группу Логические функции (Logic Functions), установить требуемые блоки И (B02, B07, B09, B18, B21), ИЛИ (B03, B05, B08, B10) в рабочую зону «Наборное поле»;
- используя группу Функции (Functions), установить блоки Boolean (B01, B06, B11 ... B14, B27), Time Switch (B04) в рабочую зону «Наборное поле»;

- используя кнопку  Провод (Wire), сформировать требуемые связи (рис. 34); щелкая ЛК мыши на выходе блока и не отпуская, подвести к входу блока, с которым требуется соединить. При необходимости линии связи можно двигать по полю для обеспечения удобочитаемости, но для этого необходимо отжать кнопку Провод (Wire), выделить требуемую линию щелчком по ней ЛК мыши и тянуть за высветившиеся «ручки»;
- проверить в режиме моделирования, правильно ли действует программа: меню Контроллер → Моделирование → Запуск либо инструмент  Запуск/Останов моделирования. При этом красным цветом показано прохождение сигнала, синим – бездействие линии. Проверить работу схемы в автоматическом режиме. Для этого следует включить переключатель a1 (двойной щелчок ЛК мыши по

входу I01). Включить датчик *b1* (имеется корм в бункере) и *b4* (ограничители находятся в верхнем положении), настроить временную программу блока В04 (двойной щелчок ЛК мыши на блоке вызывает соответствующий диалог).

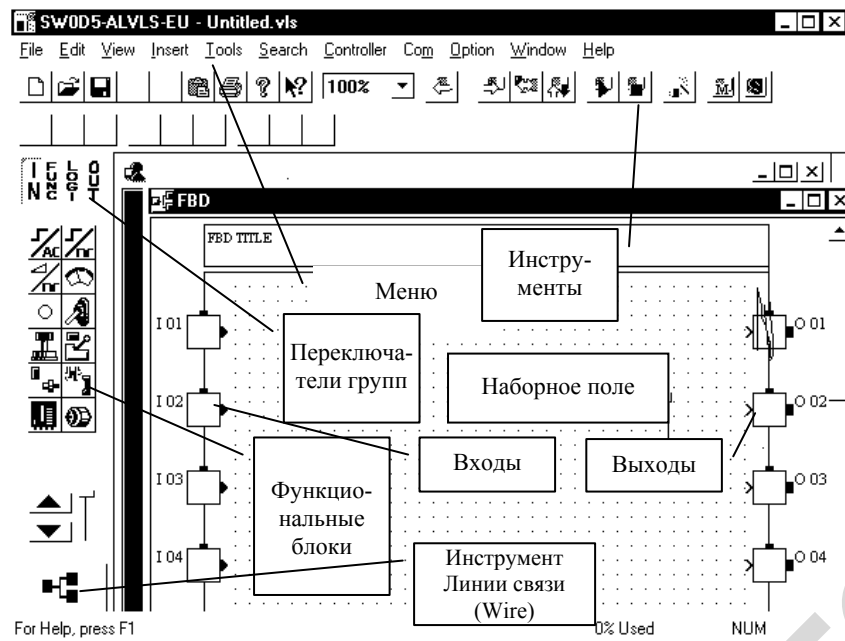



Рис. 34. Интерфейс Alpha Programming

Наблюдать срабатывание *X1*. Отключить датчик *b4* и включить *b3* (ограничители находятся в нижнем положении). Наблюдать срабатывание *X2*. Когда сработает *b2* (щелчок ЛК мыши по входу 4), с выхода *X2* будет снят сигнал, и запитается *X3*. Отключить датчик *b3* и включить *b4*. Наблюдать отключение *X3*. Таким образом, программа действует согласно заданному алгоритму. Отключение эммуляции действия программы можно по пути Контроллер → Моделирование → Стоп или инструментом  Запуск/Останов моделирования.

Занятие 2

1. Произвести перевод структуры управления, заданной в варианте (прил. 1), в программу для α -контроллера. Проверить ее правильность у преподавателя.
2. Набрать программу в Alpha Programming и симулировать ее работу. Результат продемонстрировать преподавателю.
3. Разработать принципиальную электрическую схему управления по варианту на базе α -контроллера (пример – прил. 3).
4. Подготовить ответы на вопросы для защиты работы.

Вопросы для контроля усвоения материала

- В. 1.
 - А. Раскройте функциональное назначение программируемых логических контроллеров.
 - Б. Перечислите основные языки программирования контроллеров. Раскройте принципы программирования на одном из них.
 - В. Какие пакеты могут использоваться при программировании контроллеров через порт компьютера? Опишите интерфейс одного из таких пакетов.

- В. 2.
 - А. Перечислите этапы перевода структуры управления в программу контроллера. Опишите последовательность действий на одном из них.
 - Б. Раскройте принципы организации задержки включения исполнительного механизма в программе α -контроллера.
 - В. Раскройте принципы управления оборудованием по сигналу суточного реле времени в программе α -контроллера.

- В. 3.
 - А. Перечислите основные функциональные блоки, используемые в программе α -контроллера по заданному варианту управления технологической линией. Раскройте их назначение и схемы подключения.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПЛК В СИСТЕМЕ САПР

Цель работы: получить представление о требованиях к оформлению принципиальной электрической схемы, закрепить умения разработки принципиальной схемы управления на базе программируемого логического контроллера (ПЛК), приобрести навыки формирования ее на компьютере, изучить средства автоматизации формирования схемы.

Содержание отчета:

1. Разработанная схема.
2. Ответы на вопросы карточки предварительной подготовки (использовать также [7]).
3. Распечатка результатов работы.
4. Выводы: какие вы видите положительные стороны CADElectro в части формирования принципиальных схем на микропроцессорном устройстве управления? Каковы недостатки данного пакета САПР? Что, с вашей точки, зрения можно улучшить?

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. Перечислите функциональные возможности α -контроллера.
2. Какова модификация α -контроллеров?
3. Какие модули расширения могут подключаться к α -контроллеру?
4. Приведите схему подключения к α -контроллеру датчика уровня.
5. Приведите схему подключения к выходам α -контроллера двух реле и двух ламп сигнализации.

Б. Назовите 5 видов блоков, относящихся к стандартным функциям в Alpha Programming. Раскройте их назначение и схемы подключения.

В. Назовите 5 видов блоков, относящихся к логическим функциям в Alpha Programming. Раскройте их назначение и схемы подключения.

В. 4.

А. Раскройте схему подключения α -контроллера с напряжением питания 220 В.

Б. Раскройте схему подключения α -контроллера с напряжением питания 24 В.

В. Раскройте схему подключения аналогового датчика к α -контроллеру.

Порядок выполнения работы

1. Произвести перевод структурной схемы управления в принципиальную схему на базе ПЛК, используя сведения лабораторной работы № 4 и [8]. При этом следует помнить, что принципиальная схема содержит как типовые участки (силовая часть, цепи ручного управления, разделение режимов работы), так и нетиповые, обусловленные структурой управления. Согласовать подключение контроллера с разработанной в работе № 4 программой управления.

2. Загрузить Редактор проекта CADElectro Energy: кнопка Пуск → Программы → CADElectro Energy.

3. Открыть предыдущий проект и сохранить его с другим именем (например, пэс_контроллер), используя команду **Проект\Сохранить как**.

4. Открыть лист принципиальной схемы через вложенность информационной панели Документы, выделить ненужные цепи управления (силовую часть схемы оставить) и удалить их (УГО переключателя режимов и датчиков можно оставить).

5. Сформировать полную принципиальную электрическую схему согласно варианту задания с микропроцессорным устройством управления.

Для работы с УГО ПЛК предназначено меню и панель инструментов Модуль PLC (рис. 35).

Сперва на схеме отображают прямоугольник ПЛК командой **Создать PLC**. Затем внутри прямоугольника размещают изображение входов и выходов (рис. 36). При размещении УГО входа или выхода его можно развернуть, если удерживать клавишу Ctrl нажатой. Общие выводы – L, N, O-1, O-2, O-3-4; цифровые входы – I-1–I-7, EI1–EI3; цифровые выходы – 1, 2, 3, 4. После того как установлены все выводы ПЛК и назначен тип (панель Компоненты), можно воспользоваться информационной панелью Свойства (рис. 37) для корректировки назначенных аппарату групп зажимов. Панель становится активной, если выделить прямоугольник ПЛК. Чтобы назначить группу зажимов, требуемое обозначение следует перетащить ЛК мыши из области ГЗ типа аппарата на соответствующий вывод области ГЗ символа.

В остальном формирование принципиальной схемы происходит аналогично принципам, рассмотренным в лабораторной работе № 3.

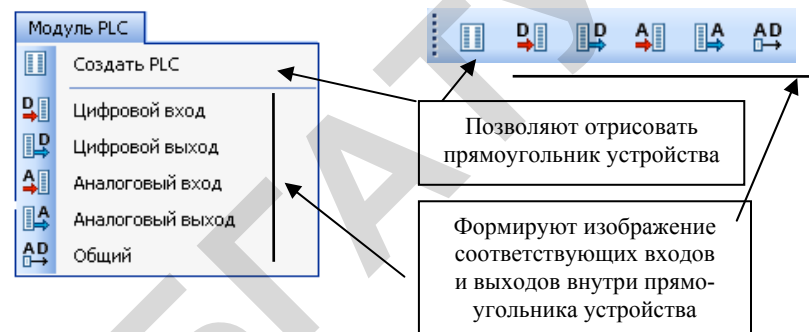


Рис. 35. Меню и панель инструментов Модуль PLC



Рис. 36. Формирование изображения устройства типа ПЛК

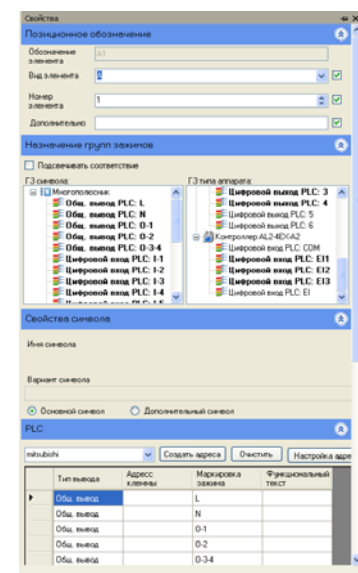


Рис. 37. Панель Свойства для ПЛК

6. Сформировать перечень элементов к созданной принципиальной схеме (последовательность действий – в лабораторной работе № 3).

7. Подготовить ответы на вопросы для защиты работы.

Вопросы для контроля усвоения материала

В. 1.

А. Каковы требования ГОСТ 2.702 к отображению устройств на принципиальной электрической схеме?

Б. Какие функции выполняет микропроцессорное устройство управления?

В. Перечислите известные марки программируемых логических контроллеров. Каковы их функциональные возможности?

В. 2.

А. Приведите условия выбора ПЛК.

Б. Раскройте схему подключения α -контроллера.

В. Раскройте схему подключения модуля расширения AL2-2DA.

В. 3.

А. Какое меню в CADElectro Enerdgy предназначено для работы над отображением ПЛК на принципиальной схеме? Раскройте назначение его команд.

Б. Как в CADElectro Enerdgy задать группу зажимов для ПЛК?

В. Как назначить тип ПЛК в CADElectro Enerdgy?

В. 4.

А. Какова последовательность действий по разработке принципиальной схемы управления на базе ПЛК в CADElectro Enerdgy?

Б. Проанализируйте работу схемы своего варианта (на базе ПЛК).

В. Каковы особенности разработки принципиальной схемы управления на базе ПЛК в САПР?

Лабораторная работа № 6

РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦ И СХЕМ СОЕДИНЕНИЙ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР

Цель работы: получить представление о требованиях к оформлению схем (таблиц) соединений, способах их формирования, изучить средства автоматизации разработки документов, приобрести навыки разработки таблиц соединений и схем электрических соединений с помощью редактора таблиц соединений.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Ответы на вопросы карточки самоподготовки.
3. Условия выбора проводов и кабелей, результат выбора.
4. Таблица внутренних соединений для одного конструктивного устройства.
5. Схема электрических соединений.
6. Вывод: положительные и отрицательные стороны данного приложения в разработке монтажной документации.

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. Перечислите формы представления монтажных документов.
2. Для чего предназначены таблицы соединений?
3. Проводники от аппаратуры, установленной на дверце шкафа, к таковой, установленной внутри, должны идти:
 - напрямую,
 - через наборы зажимов.
4. Каково максимальное количество подключений проводников к одному зажиму?
5. В графе «Проводник» таблицы соединений указывают:
 - марку и сечение проводника;
 - адрес присоединения;
 - маркировку проводки.

6. В каком порядке присваивают аппаратам позиции на схеме соединений?

7. Разнесение аппаратов по конструктивным устройствам в CAD-Electro Energy производится:

- автоматически;
- пользователем с помощью окна Конструктивы;
- пользователем с помощью окна Компоненты;
- пользователем в окне Параметры проекта.

8. Добавить зажим в соответствующее соединение в CADElectro Energy можно в окне:

- Схема соединений;
- Параметры проекта;
- Потенциальные узлы.

9. Каков порядок разработки монтажных документов в CAD-Electro Energy?

Порядок выполнения работы

Занятие 1

1. Согласно данным принципиальной электрической схемы рассчитать сечение и выбрать электропроводки.

Данные расчета записать в табл. 9.

Таблица 9

Данные расчета и выбора проводок

Приемник (характеристика)	$I_{дл}$, А	$I_{пр}$, А	Марка проводника	Данные проводки

Порядок расчета сечений проводок следующий:

1) определяются расчетные токи линий [9, с. 24–26] – длительные и кратковременные;

2) по значениям расчетных токов линий проводится выбор защитных аппаратов [9, стр. 26–29];

3) по значениям расчетных токов линий и по условию их соответствия выбранным аппаратам защиты производится выбор сечений проводов;

а) по условию нагревания длительным расчетным током:

$$I_{пр} \geq \frac{I_{дл}}{k_n};$$

б) по условию соответствия сечения провода выбранному току срабатывания защитного аппарата:

$$I_{пр} \geq \frac{k_3 \cdot I_3}{k_n};$$

где $I_{дл}$ – длительный расчетный ток линии, А;

I_3 – номинальный ток, или ток срабатывания защитного аппарата, А;

k_n – поправочный коэффициент на условия прокладки проводов и кабелей: 1,00 – при числе пучков или кабелей до 6; 0,7 – при 12–15 и 0,6 – при 21 и более;

k_3 – кратность допустимого длительного тока для провода или кабеля по отношению к номинальному току, или току срабатывания защитного аппарата (табл. 10).

Таблица 10

Кратность допустимых длительных токов

Ток защитного аппарата	Кратность допустимых длительных токов		
	В сетях, для которых защита от перегрузки обязательна (ПУЭ, п. 3.1.11)		В сетях, защищаемых только от коротких замыканий (ПУЭ, п. 3.1.9)
	Проводников с резиновой или аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией	во взрыво- и пожароопасных зонах, жилых, торговых помещениях и т.д.	
1	2	3	4
Номинальный ток плавкой вставки предохранителей	1,25	1,0	0,33

Окончание табл. 10

1	2	3	4
Ток срабатывания (уставки) автоматического выключателя, имеющего только электромагнитный расцепитель	1,25	1,0	0,22
Номинальный ток расцепителя (теплового или комбинированного) автоматического выключателя с нерегулируемой обратнозависимой от тока характеристикой	1,0	1,0	1,0
Ток срабатывания расцепителя автоматического выключателя без отсечки с регулируемой обратнозависимой от тока характеристикой	1,0	1,0	0,66

Для одно- и многопроволочных проводов с медной жилой без металлической оплетки с поливинилхлоридной или подобной изоляцией допустимые токовые нагрузки приведены в табл. 11. Для проводов с алюминиевыми жилами в значениях токовых нагрузок, приведенных в табл. 11, необходимо учитывать коэффициент снижения нагрузки 0,78 (алюминиевые жилы допускается применять только для неподвижных соединений);

Таблица 11

Токовая нагрузка медных проводников

Номинальное сечение провода, мм ²	Токовая нагрузка, А	
	на открытом воздухе	в каналах
0,5	6,5	6,0
0,75	10,0	9,0
1,0	13,5	12,0
1,2	15,5	13,5
1,5	17,5	15,5

Окончание табл. 11

Номинальное сечение провода, мм ²	Токовая нагрузка, А	
	на открытом воздухе	в каналах
2,0	21,0	18,0
2,5	24,0	21,0
3,0	27,0	24,0
4,0	32,0	28,0
5,0	36,0	32,0
6,0	41,0	36,0
8,0	46,0	43,0
10,0	57,0	50,0
16,0	76,0	68,0
25,0	101,0	89,0
35,0	111,0	111,0
50,0	151,0	134,0
70,0	192,0	171,0
95,0	232,0	207,0

4) проверяется надежность действия защитных аппаратов при коротком замыкании в наиболее удаленной точке сети;

5) проверяется соответствие сечений выбранных проводов и кабелей максимально допустимым сечениям проводов по механической прочности (минимально допустимое сечение для проводок с напряжением более 60 В – 1 мм² для медных и 2,5 мм² для алюминиевых), а в необходимых случаях (например, при длинных линиях) производится проверка сечений проводов по потере напряжения.



2. Подготовить пункты 1–3 отчета, используя литературу [3] и [9].

3. Загрузить Редактор проекта CADElectro Enerdgy: кнопка Пуск → Программы → CADElectro Enerdgy.

4. Открыть предыдущий проект.


5. Таблицы соединений могут быть созданы только после разработки схемы расположения (внутренний монтаж), после выполнения монтажа, а на информационной панели Соединения была добавлена вся информация о сечениях проводов, типах наконечников и т. д.

Поэтому необходимо создать схему расположения внутреннего монтажа. Для этого нужно выделить папку проекта на информаци-



онной панели Документы и воспользоваться кнопкой  Добавить схему расположения (внутренний монтаж); добавить лист схемы кнопкой  Добавить лист. Открывают лист схемы двойным щелчком ЛК мыши по соответствующей строке в списке документов информационной панели Документы. Действия с форматом и основной надписью аналогичны таковым при создании принципиальной схемы (работа № 3). Над схемой расположения по конструктивному устройству работают согласно следующей последовательности:

- задать масштаб листа, выбрав нужный (например, 1:10) из контекстного меню: щелкнуть ПК мыши по имени листа на панели Документы, из выпавшего меню выбрать команду **Масштаб**, далее из каскадного меню выбрать необходимое значение;

- создать вид конструктива или его плоскости (например, прямоугольник двери и панели шкафа или ящика), воспользовавшись командой меню Монтаж\Создать конструктивное устройство или

инструментом . При этом указать две точки прямоугольника плоскости. Создается конструктивное устройство с названием «Новое конструктивное устройство», при этом автоматически будет включен режим переименования. Для выхода из режима переименования или для его завершения нажмите на клавишу Enter. При необходимости можно откорректировать размеры прямоугольника конструктивного устройства, выделив прямоугольник и воспользовавшись информационной панелью Свойства;

- провести компоновку аппаратуры по плоскостям конструктива (дверь и панель – рис. 38). При этом для размещения изображения аппарата внутри прямоугольника конструктива достаточно перетянуть его из списка панели Компоненты на чертеж (доступно для перетягивания изображение аппарата, которое в списке отображено

иконкой ; если иконка иная, это значит, что неверно задан тип аппаратуры либо вообще не назначен тип, поэтому требуется подкорректировать тип аппарата). Размещенные на схеме аппараты помечают иконкой .

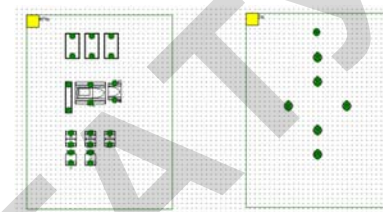




Рис. 38. Пример компоновки аппаратуры на чертеже в CADElectro

- задать трассы на чертеже для монтажа проводок. Для этого требуется предусмотреть короба, в которых будет проложена трасса. Короб может быть создан с типом или без него соответствующей командой меню Монтаж. При выполнении углового или Т-образного соединения система автоматически выравнивает место стыковки, то есть нет необходимости точно вручную стыковать трассы.

6. Провести монтаж, для чего необходимо определить в пакете соединения между панелью и дверью и внешние соединения, которые должны идти через набор зажимов. Для этого используют диалог Клеммники (рис. 39), вызываемый через меню Монтаж\Клеммники или инструментом .

Добавить набор зажимов позволяет инструмент  диалога Клеммники. При этом желательно разграничить внутренние соединения на один набор зажимов, внешние – на второй (создать ХТ1 и ХТ2).

Все внешние соединения будем вести через набор зажимов ХТ1. Выделяем его в списке диалога и с помощью инструмента фильтрации потенциальных узлов (левая нижняя область диалога) выберем подключения к внешним аппаратам. Выберем ключ Внешние ПУ для и в списке напротив ключа – Панель. При этом в списке узлов увидим внешние подключения. Нужно заметить, что к внешним будут отнесены и подключения между панелью и дверью. Поэтому выбираем в списке внешнее подключение. В зависимости от количества аппаратов в соединении назначаем количество создаваемых клемм (по умолчанию – одна клемма) и выбираем кнопку Создать проходные клеммы для выбранного ПУ. При этом пополняется список клемм набора зажимов.

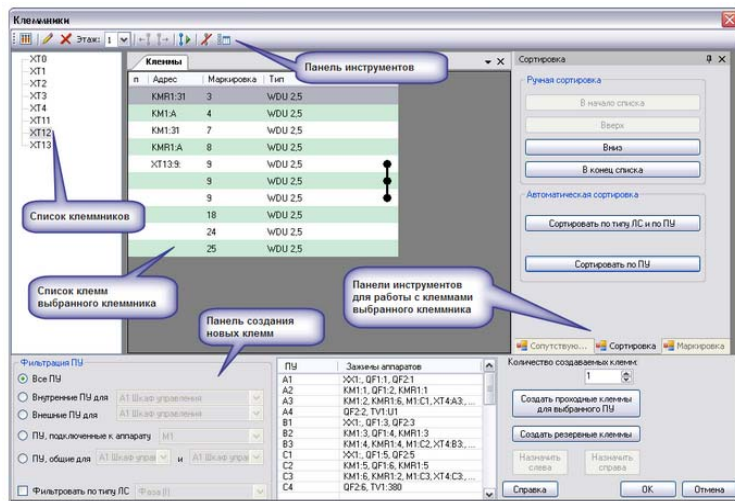


Рис. 39. Диалог Клеммники

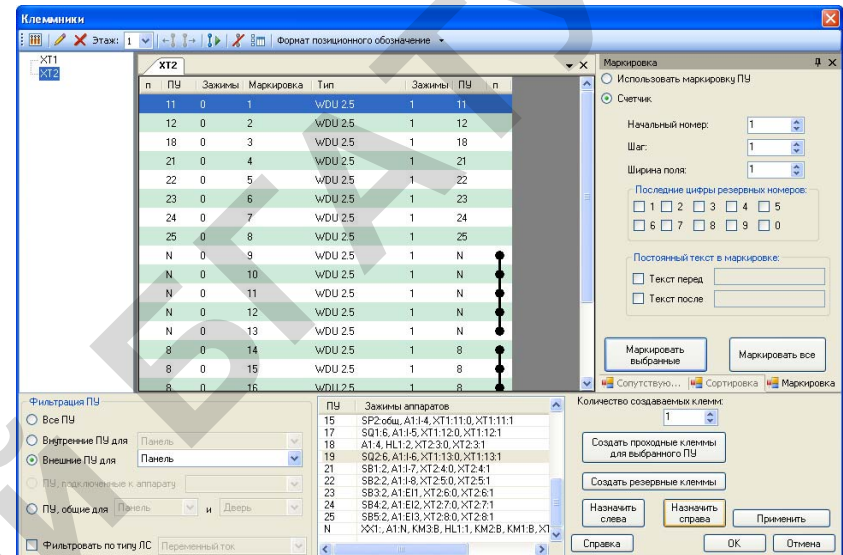



Рис. 40. Перемычки в диалоге Клеммники

Соединения между панелью и дверью будем вести через набор зажимов ХТ2. Выберем ключ ПУ, общие для и в списке выберем Панель и Дверь; повторяем вышеописанные действия.

Клеммы, соединяющие одни и те же потенциальные узлы, чтобы не вести монтаж проводом, должны быть соединены перемычкой.

Для этого необходимо воспользоваться инструментом  Автоматическая расстановка перемычек. При этом в списке клемм появится символ перемычки (рис. 40).

После выхода из диалога Клеммники (не забудьте использовать кнопку Применить) остается разместить наборы зажимов на чертеже: используя модальное окно Компоненты, вытягиваем на чертеж зажимы.

Прежде чем выполнять автоматический монтаж на чертеже, необходимо проверить настройки проекта через меню Сервис\Настройки\Настройки проекта\Прочие настройки проекта. Здесь необходимо установить приемлемую величину максимального расстояния от короба до точки подключения аппарата. Эта величина определяет радиус области, в которой должна находиться трасса, для корректного монтажа.

Автоматический монтаж проводят командой меню **Монтаж\Сделать монтаж**. Открывается диалог, где нужно выбрать конструктивное устройство, для которого нужно сделать автоматический монтаж. По завершению процедуры монтажа на чертеже будут созданы условные соединения.

В случае, если в процессе работы данной функции возникли какие-то трудности подключения определенных потенциальных узлов, по окончании будет отображен диалог с сообщением о том, какие ПУ и какие аппараты не удалось подключить. Причиной тому может быть отсутствие свободных зажимов – нужно добавить дополнительные клеммы. Либо зажимы аппаратов расположены далеко от короба (трассы).

Все созданные соединения будут отображены на панели Соединения (рис. 41). При выборе соединения на схеме оно автоматически выбирается на панели и наоборот. У выбранного соединения с помощью желтого маркера подсвечивается его начало и конец. С помощью указателя мыши можно перемещать эти маркеры, изменяя таким образом монтаж.

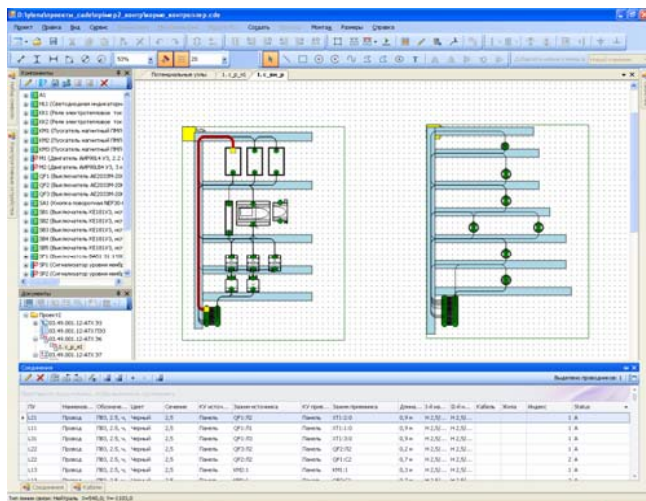


Рис. 41. Автоматический монтаж на чертеже

7. Создать схему расположения внешнего монтажа.

Последовательность проектирования схемы расположения условно можно разбить на несколько этапов:

- 1) выбор формата и основной надписи листа, создание документа;
- 2) размещение и работа с символами;
- 3) создание трассы и трассировка проводов;
- 4) нанесение на схему дополнительной информации в виде графики и текста.

Для создания чертежа расположения (внешний монтаж) используем кнопку Добавить схему расположения (внешний монтаж) окна Документы. Созданный документ, по умолчанию, называется «Схема расположения (внешний монтаж)». Как и в случае с другими документами, сразу же после создания включен режим переименования. Для выхода из режима переименования или для его завершения нажмите на клавишу Enter. В уже созданный документ можно добавлять листы. Лист в документ добавляется с помощью кнопки Добавить лист окна

Документы. Открываем лист чертежа двойным щелчком ЛК мыши по нему в списке документов.

На схеме расположения внешнего монтажа конструктивные устройства и аппараты изображаются условными символами: конструктивное устройство – прямоугольник; аппарат – эллипс. Размещаем символы на листе чертежа, используя модальное окно Конструктивные устройства и вытягивая из него конструктивы. Изображение аппаратов вытягиваем на схему через модальное окно Компоненты.

Далее следует создать внешнюю трассу через меню Монтаж\

Создать трассу внешнего монтажа или инструмент , навести курсор на первое устройство и щелкнуть ЛК мыши внутри области, ограниченной символом; затем вести ко второму устройству. У созданной трассы можно редактировать геометрию расположения так же, как и у линии связи при работе на принципиальной схеме. После создания трасса отображается красным цветом. Это связано с тем, что трасса соединяет два устройства, у которых есть одинаковые потенциальные узлы, но для них не добавлено соединение. По окончании добавления соединения в трассу система выполняет проверку, есть ли еще общие потенциальные узлы. Если все общие потенциальные узлы были соединены корректно, линия поменяет свой цвет на черный (рис. 42).

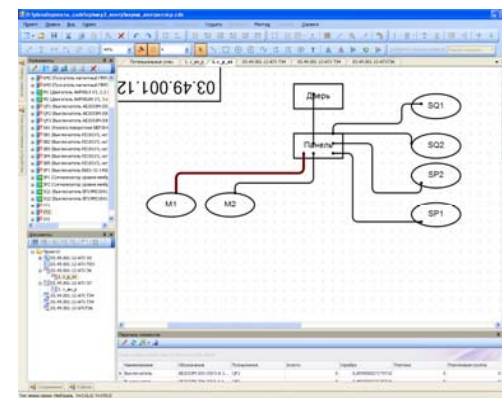


Рис. 42. Внешние соединения на листе чертежа расположения

Добавить соединение в трассу можно через диалог свойств соединения (рис. 43), открываемого двойным щелчком ЛК мыши по трассе внешнего монтажа. Здесь назначаем длину трассы и используем кнопку Автоматический монтаж для автоматического добавления соединения в трассу.

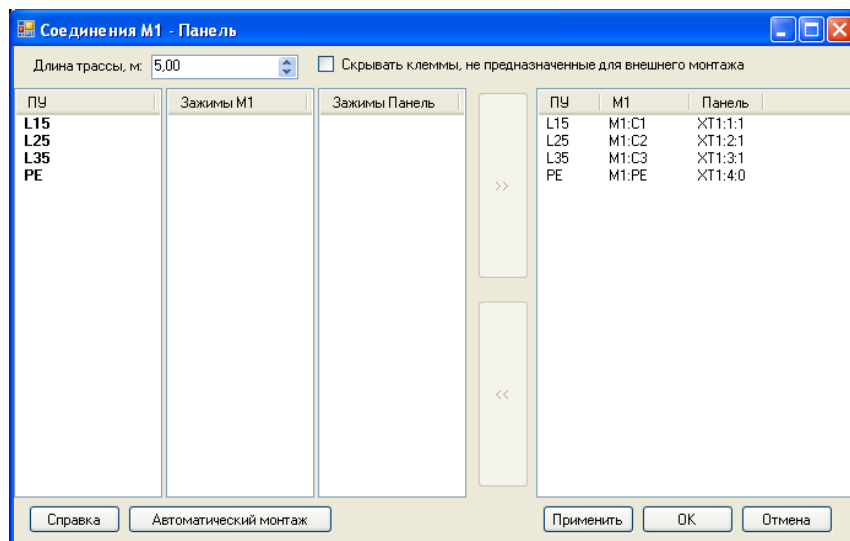




Рис. 43. Диалог свойств внешнего соединения

8. Создать таблицу соединений внутреннего монтажа. С помощью кнопки  Добавить текстовый документ открываем выпадающий список, и выбираем пункт Создать таблицу соединений (внутренний монтаж). По умолчанию, документ называется «Таблица соединений (внутренний монтаж)». Как и в случае с другими документами, сразу же после создания включен режим переименования. Для выхода из режима переименования или для его завершения нажмите на клавишу «Enter». Открывают документ двойным щелчком ЛК мыши по нему в списке документов (рис. 44). Вывести документ на печать можно с помощью инструмента .

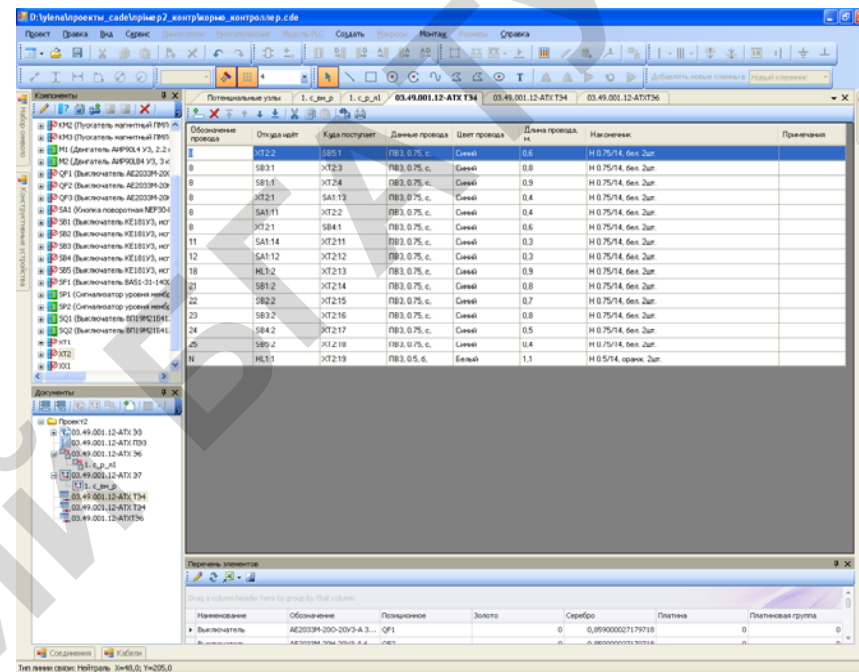


Рис. 44. Таблица внутреннего монтажа

9. Создать таблицу соединений внешнего монтажа. Обязательными условиями для создания документа являются: создание Схемы расположения (внешний монтаж) и полный монтаж внутри конструктивного устройства, для которых делается документ, а на информационной панели Соединения была добавлена вся информация о сечениях проводов, типах наконечников и т. д. Последовательность действий по созданию таблицы соединений внешнего монтажа (рис. 45) такая же, как в п. 7.

10. Подготовить ответы на вопросы для защиты работы.

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Диаметр провода	Цвет провода	Диаметр провода, мм	Назначение
M1	Панель					
L15	M1C1	XT1.1	ПВ3, 2,5, ч.	Черный	5,0	Н 2/5/14, сем. дат.
L25	M1C2	XT1.2	ПВ3, 2,5, ч.	Черный	5,0	Н 2/5/14, сем. дат.
L35	M1C3	XT1.3	ПВ3, 2,5, ч.	Черный	5,0	Н 2/5/14, сем. дат.
PE	M1PE	XT1.4	ПВ3, 1,5, э-ж.	Зелено-желтый	5,0	Н 1/5/14, кр. дат.
M2	Панель					
L19	M2C1	XT1.8	ПВ3, 2,5, ч.	Черный	25,0	Н 2/5/14, сем. дат.
L29	M2C2	XT1.9	ПВ3, 2,5, ч.	Черный	25,0	Н 2/5/14, сем. дат.
L39	M2C3	XT1.10	ПВ3, 2,5, ч.	Черный	25,0	Н 2/5/14, сем. дат.
PE	M2PE	XT1.4	ПВ3, 1,5, э-ж.	Зелено-желтый	25,0	Н 1/5/14, кр. дат.
Дверь	Панель					
8	XT2.2	XT1.11	ПВ2, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
11	XT2.11	XT1.29	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
12	XT2.12	XT1.31	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
21	XT2.14	XT1.35	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
22	XT2.15	XT1.37	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
23	XT2.16	XT1.39	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
24	XT2.17	XT1.41	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
25	XT2.18	XT1.43	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
N	XT2.19	XT1.45	ПВ3, 0,5, 6.	Белый	5,0	Н 0,5/14, сем. дат.
18	XT2.13	XT1.33	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
Панель	SP1					
8	XT1.13	SP1.юс	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.
14	XT1.21	SP1.юс	ПВ3, 0,75, с.	Синий	5,0	Н 0,75/14, сем. дат.

Рис. 45. Таблица соединений внешнего монтажа

Вопросы для контроля усвоения материала

- В. 1.
- Классифицируйте монтажную документацию электротехнического проекта.
 - Какова форма таблицы соединений внутреннего монтажа?
 - Какова форма таблицы соединений внешнего монтажа?
- В. 2.
- Приведите условия выбора проводов и кабелей.
 - Раскройте порядок расчета сечения проводника.
 - Какие элементы монтажа необходимо предусматривать для проводки между плоскостями конструктивного устройства (например, дверь и панель ящика)?

- В. 3.
- Каковы основные требования к схемам соединений?
 - Каковы способы заполнения таблиц соединений? Приведите примеры.
 - Раскройте содержание таблицы соединений внешнего монтажа?

- В. 4.
- Раскройте методику формирования схемы расположения внутреннего монтажа в CADElectro Energy.
 - Раскройте методику формирования схемы расположения внешнего монтажа в CADElectro Energy.
 - Раскройте методику формирования таблиц соединений в CADElectro Energy.

- В. 5.
- Какие модальные окна участвуют при формировании монтажных документов в CADElectro?
 - Раскройте состав и назначение команд, которыми вы пользовались при создании монтажных документов в CADElectro?
 - Каковы достоинства и недостатки использования CADElectro Energy для формирования монтажной документации?

- В. 6.
- Какие пакеты САПР можно использовать при разработке монтажной документации? Опишите их возможности.

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ НА НКУ В СРЕДЕ ПАКЕТА САПР CADELECTRO ENERGY

Цель работы: получить представление о требованиях к оформлению документации на НКУ, способах формирования данной документации, изучить средства автоматизации разработки документации, приобрести навыки разработки документации в среде приложения CADElectro Energy.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Ответы на вопросы карточки самоподготовки.
3. Таблицы исходных данных для компоновки НКУ.
4. Разработанная документация на НКУ: таблица данных аппаратов, чертеж общего вида, перечень надписей.
5. Выводы: положительные и отрицательные стороны применения пакета САПР для разработки документации на НКУ; что, на ваш взгляд, нужно улучшить?

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. Перечислите, какая документация должна быть разработана на НКУ.
2. Каковы способы крепления аппаратов на панели НКУ?
3. На основании какого документа размещают аппараты на двери НКУ?
4. На основании какого документа размещают аппараты на панели НКУ?
5. Имеются ли требования по размещению и обозначению наборов зажимов на панели НКУ?
6. Раскройте содержание общего вида панели.
7. Какие пакеты САПР можно применить для проектирования НКУ?

Порядок выполнения работы

1. Согласно данным принципиальной электрической схемы разделите аппаратуру, которую следует установить в НКУ и вне НКУ. Заполните таблицы исходных данных для компоновки НКУ (табл. 12 и 13). При заполнении табл. 12 используйте данные табл. П6.2 и П6.3. Вариант установки – согласно рис. П6.1. Если имеется несколько вариантов установки в соответствии с данными табл. П6.2 и П6.3, то необходимо выбирать наиболее простой. При заполнении табл. 13 следует руководствоваться табл. П6.1. При этом каждому аппарату на двери условно присваивается обозначение группы, в соответствии с которым проставляют размеры между аппаратами в правой части табл. 13.

2. Рассчитать площадь монтажной зоны, занимаемой аппаратами НКУ: $S_{\text{нкү}} = \sum NHB$ и согласно данным табл. П6.6 или П6.8 (в зависимости от вида НКУ) подобрать типоразмер НКУ. При этом учитывать зону, занимаемую зажимами (рис. П6.2 или П6.4).

Таблица 12

Исходные данные для компоновки внутри НКУ

Обозначение аппарата	Кол-во (N)	Зона аппарата				Вариант установки
		H	H1	H2	B	

Таблица 13

Аппаратура, устанавливаемая на двери

Обозначение аппарата	Количество	Группа аппарата	Расстояние между аппаратами			
			Обозначение аппарата	1	2	3
1			1			
2			2			
3			3			

3. Запустив CADElectro Energy и открыв проект (и в нем – схему расположения (внутренний монтаж)), передайте рисунок в AutoCAD, используя команду **Проект/Экспорт** текущего листа в dxf.

4. Загрузите AutoCAD, используя шаблон Щит_НКУ. Сохраните новый рисунок. Затем откройте переданный файл чертежа расположения (расширение dxf) в AutoCAD. Скопируйте вид панели и двери в сохраненный рисунок. Откорректируйте масштаб отображения (обычно 1:5 или 1:10) и компоновку аппаратов. При этом имейте в виду, что если аппараты вы изображаете по размерам монтажной зоны, то их изображение можно ставить рядом друг с другом (рис. 46).

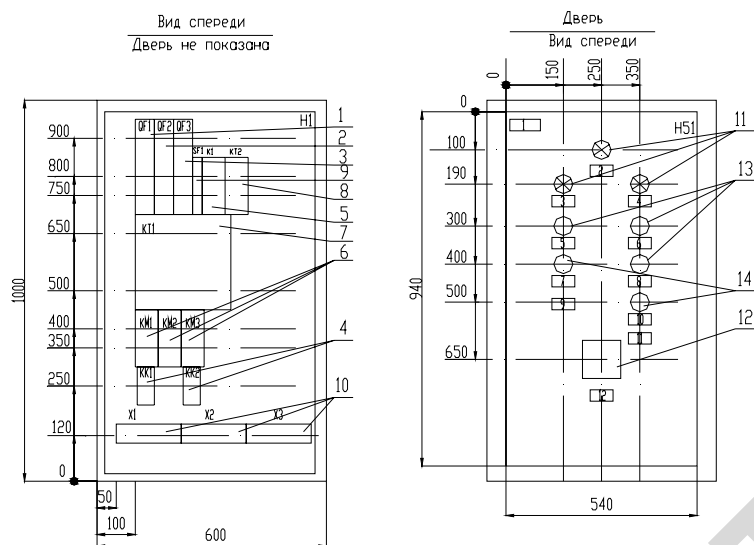


Рис. 46. Общий вид ящика

5. Нанесите на чертеж условные линии реек крепления, переключив тип линии на штрихпунктирный, используя инструмент переключения типов линий панели свойств (рис. 47). Если в списке нет нужного типа линии, следует воспользоваться строкой списка Other для вызова диалога Linetype Manager. В диалоге используем кнопку Load для загрузки необходимого типа линий. Далее загруженный тип линий выделяем в списке и используем кнопку Current для установки ее в качестве текущей. В дальнейшем достаточно выбрать нужный тип через панель свойств.

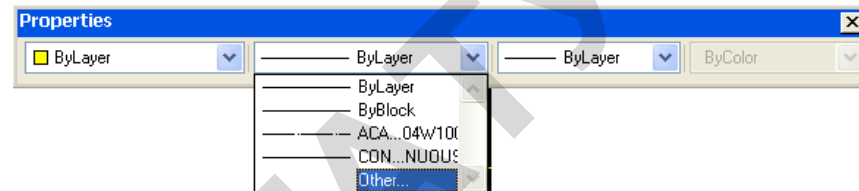



Рис. 47. Панель свойств примитивов

6. Нанесите необходимые координирующие и габаритные размеры. Габаритные размеры формируем с помощью команды **Dimlinear**, вызываемой через меню Dimension\Linear (Размеры\Линейный). При этом указываем две точки образмериваемого габарита и местоположение размерной линии. Далее, в соответствии с выбранным масштабом, следует настроить масштаб размерного текста. Для этого используется модальное окно свойств, вызываемое командой **Properties (Свойства)** либо инструментом  стандартной панели инструментов (либо сочетанием клавиш Ctrl + 1). В окне необходимо развернуть закладку Primary Units (Основные единицы) (рис. 48) и установить масштаб (5 или 10) в строке Dim scale linear (Масштаб линейных размеров) и тонность отображения размера в строке Precision (Точность) – выбрать из списка 0.

Координирующий размер по вертикали проставляется от базы (нижнего края полезной площади панели либо нижнего края ящика, либо верхнего левого края двери) командой **Dimbaseline**, вызываемой через меню Dimension\Baseline (Размеры\Базовый). Также требуется настройка стиля размера через модальное окно свойств. Настраивают масштаб и точность, как указано выше, а также на закладке Lines&Arrows (Линии и стрелки) снимают первую стрелку – строка Arrow 1 (Стрелка 1) установка None (Нет), выбранная из списка. Размерный текст перетаскивают в соответствующее положение (рис. 46).

7. Сформируйте линии полок с позициями (команда **Line (Отрезок)**). Имейте в виду, что линии полок не должны пересекать размерные.

8. Используя перечень элементов к принципиальной схеме, открытый в CADElectro Enerdgy, и копируя необходимые записи,

сформируйте на чертеже в AutoCAD таблицу данных аппаратов (пример показан на рис. 49 и 50).

9. Заполните таблицу надписей (пример показан на рис. 51)

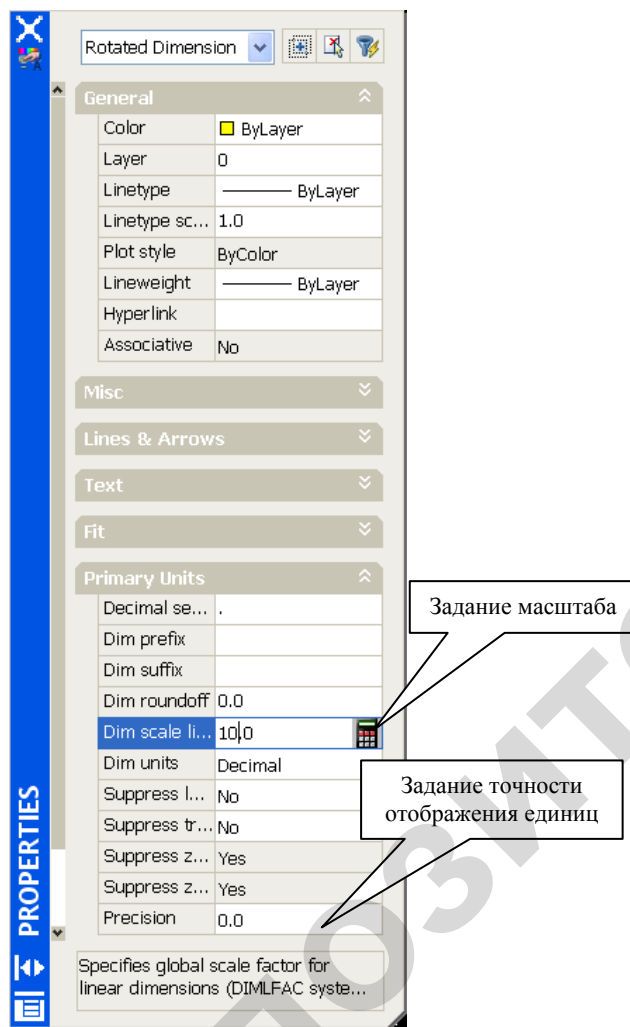


Рис. 48. Модальное окно свойств

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
A3			02.49.005.12-35	Чертеж общего вида	1	
A3			02.49.005.12-33	Схема принципиальная	1	
A4			02.49.005.12-35	Перечень надписей	1	
				Сборочный единицы		
1				Панель 1		
				Н1	1	
	1			Выключатель АЕ2033ММ-20Н- 20УЗ-А 380В, 50Гц, 16А		
				121н ТУ16-522.148-80	1	QF1
	2			Выключатель АЕ2033ММ-20Н- 20УЗ-А 380В, 50Гц, 5А		
				121н ТУ16-522.148-80	1	QF2
	3			Выключатель АЕ2033ММ-20Н- 20УЗ-А 380В, 50Гц, 8А		
				121н ТУ16-522.148-80	1	QF3
	4			Реле электротепловое токовое РТЛ-101004, I _н =3.8-6.0 А		
				ТУ 16-523.549-82	2	кМ1,кМ2,кМ3
02.49.005.12-35						
Изм.	Кол.	Лист	Мягк	Подпись	Дата	
Разраб.						Стация Лист Листов С 1 5
Руковод.						Щит управления - Щ1
Консульт.						Общий вид
Зав. каф.						БАТУ АСУП Группа 53
Формат А4						

Рис. 49. Документ: таблица данных аппаратов (лист 1)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		5		Реле промежуточное РПЦ, 220 В, 50 Гц ТУ16-664.001-83	1	к1
		6		Пускатель магнитный ПМП-110004А 50 Гц, 220 В ТУ16-664.001-83	3	кМ1,кМ2,кМ3
		7		Реле времени 2РВМ УХЛ4,220 В, 50 Гц, 24 ч.	1	кТ1
		8		Реле времени ВС-33-1 УХЛ4, 220 В, 50 Гц, 2-60 мин. ТУ16-647.026-86	1	кТ2
		9		Выключатель ЭПВ-102-1/03, 220/380 В, 50 Гц, 3 А,ГОСТ 50345-92	1	SF1
		10		Блок зажимов БЗ24-4П16-В/В УЗ Н51	1 3	X1...X3
		11		Арматура сигнальная АСИ-12 У2 ТУ16-535.681-71	3	HL1...HL3
		12		Кнопка поворотная NEF30-Рсс, I-0-II (stable/stable/stable), красный, XY, XY Poland	1	SA1
		13		Выключатель KE181У3, исп. 2, зеленый ТУ16-642.015-84	3	SB2,SB4,SB5
		14		Выключатель KE181У3, исп. 2, красный ТУ16-642.015-84	2	SB1,SB3
						Лист 2

Рис. 50. Документ: таблица данных аппаратов (лист 2)

Панель	Надпись	Поз. обозначение	Место надписи	Текст	Кол.	Вид шрифта	Заголовок
1	1		Табличка	Управление линией кормораздачи	1		
	2		Табличка	Авария: корм отсутствует	1		
	3		Табличка	Ограничитель вверх	1		
	4		Табличка	Ограничитель вниз	1		
	5		Табличка	Пуск	1		
	6		Табличка	Пуск вверх	1		
	7		Табличка	Стоп	1		
	8		Табличка	Транспортер	1		
	9		Табличка	Пуск вниз	1		
	10		Табличка	Стоп	1		
	11		Табличка	Ограничитель	1		
	12		Табличка	Режим работы: А О Р	1		
			На аппарате	QF1	1		
			На аппарате	QF2	1		
			На аппарате	QF3	1		
			На аппарате	SF1	1		
			На аппарате	K1	1		
			На аппарате	KT2	1		
			На аппарате	KT1	1		
			На аппарате	KM1	1		
			На аппарате	KM2	1		
			На аппарате	KM3	1		

Рис. 51. Документ: перечень надписей

Вопросы для контроля усвоения материала

- В. 1.
 А. Назначение и конструкция НКУ.
 Б. Состав документации на НКУ.
 В. Особенности размещения зажимов в НКУ.

В. 2.

А. Раскройте последовательность проектирования НКУ.

Б. Раскройте содержание и требования к оформлению чертежа общего вида НКУ.

В. Раскройте содержание и требования к оформлению таблицы данных аппаратов и перечня надписей НКУ.

В. 3.

А. Каковы особенности компоновки аппаратуры при разработке чертежа общего вида НКУ в САПР?

Б. Каковы особенности нанесения размеров на чертеже общего вида НКУ в САПР?

В. Раскройте последовательность действий при отрисовке реек крепления аппаратов на чертеже общего вида НКУ в САПР?

В. 4.

А. Приведите последовательность действий по формированию таблицы данных НКУ в САПР.

Б. Приведите последовательность действий по формированию перечня надписей НКУ в САПР.

В. Какие модальные окна участвуют при формировании чертежа общего вида НКУ в САПР?

В. 5.

Какие пакеты САПР можно использовать при разработке документации на НКУ? Опишите их возможности.

Лабораторная работа № 8

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АДАПТАЦИИ ПАКЕТА САПР

Цель работы: уяснить возможности средств адаптации графического редактора САПР; овладеть приемами редактирования меню, создания и отладки программы на AutoLisp; приобрести умения адаптации графического редактора САПР.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Ответы на вопросы карточки самоподготовки.
3. Алгоритм основной программы.
4. Программа по заданному варианту (табл. 14).
5. Вид и определение диалоговых окон, используемых в программе.
6. Вывод: какие преимущества обеспечивают средства программирования?

Краткие теоретические сведения

AutoCAD сам по себе является не системой автоматизированного проектирования, а средством разработки САПР. Это достигается возможностью написания пользовательских программ на языках программирования AutoLisp, VBA, управления диалогом DCL. В ходе выполнения работы предлагается изучить основные возможности и принципы программирования на AutoLisp и создания диалоговых окон с помощью языка управления диалогом DCL.

Язык программирования AutoLisp является функциональным языком и оперирует выражениями.

Выражением называется список, в котором первым элементом является функция.

Список – это упорядоченная последовательность элементов и/или списков. Список всегда начинается с открывающейся скобки

и заканчивается закрывающейся, а элементы списка разделяются пробелами. Примером списка может быть, например, отрезок. В представлении AutoCAD он является списком двух координат: ((10 20) (40 20)).

Выражение AutoLisp должно иметь вид:

(функция аргумент1 аргумент2 ... аргумент№)

Здесь функция – имя операции, которая должна быть выполнена. Записывать имя функции нужно сразу же после открывающей скобки без пробела. Аргументы представляют собой средство передачи значений функции. Ими могут быть переменные, константы, выражения. Выражение анализируется AutoLisp слева направо, пока не встретится закрывающая или открывающая скобка. Если встречается закрывающая скобка, то AutoLisp завершает анализ выражения, выполняет функцию и передает ее значение на более старший уровень вложенности или в AutoCAD. Если встречается открывающая скобка, AutoLisp переходит к анализу выражения более младшего уровня вложенности, и пока не завершит его анализ, не перейдет к дальнейшему анализу выражения предыдущего уровня. В качестве примера выражения рассмотрим представление вычисления $(5 + 5) : 2$. В командной строке AutoCAD нужно ввести следующее для вычисления значения этого заданного выражения:

(/ (+ 5 5) 2),

где / и + – имена функций AutoLisp;

5, 5, 2 – аргументы.

Основные свойства выражений:

- каждая открывающая круглая скобка должна иметь закрывающую;
- сразу после открывающей круглой скобки должен стоять идентификатор операции, выполняемой при вычислении выражения;
- каждое выражение вычисляется (выполняется), и результат возвращается. Результатом может быть нуль (nil) или результат вычисления последнего подвыражения;
- с логической точки зрения, любое возвращаемое выражение либо истинно, либо ложно. Если значение вычисляется, то выражение считается истинным, если значение выражения вычислено быть не может, то оно – ложно.

Рассмотрим основные классы функций AutoLisp, обращая внимание на функции, используемые в программе. Остальные функции можно взять из литературы.

Функции присвоения – функции данного класса присваивают переменным заданные значения. Например, (setq – переменная1 значение1 ... переменная№ значение№).

Математические функции – позволяют вычислять математические выражения (+, -, *, /, cos и т. д.).

Функции работы со строками и преобразования – производят операции над строковыми переменными. Например, (**atoi** строка) – возвращает преобразование строковой константы в целое число; (**substr** строка целое1 целое2) – возвращает подстроку аргумента строка, начинающегося с символа «целое1» и длиной «целое2»; (**strlen** строка) – возвращает длину в символах аргумента строка; (**strcat** строка 1 строка 2...) – осуществляет сцепление аргументов строка; (**rtos** число [режим [точность]]) – возвращает текстовую строку, которая представляет число в соответствии со значениями режима и точности.

Функции ввода данных – обеспечивают ввод данных с клавиатуры. Например, (**getreal** [текст запроса-подсказки]) – позволяет ввести действительное число; (**getint** [текст запроса-подсказки]) – позволяет ввести целое число; (**getstring** [флаг пробела][текст запроса-подсказки]) – запрашивает строковую константу.

Логические функции – функции, сравнивающие между собой аргументы по определенному ключу. Например, (**eq** выражение1 выражение2) – определяет, идентичны ли выражение1 и выражение2).

Функции ветвления – функции выполняют те или иные операции по какому-либо условию. Например, (**if** тест-выражение выражение-тогда выражение-иначе) – если тест-выражение не нуль, то выполняется выражение-тогда, иначе выполняется выражение-иначе. Иногда требуется по условию выполнить несколько выражений. В этом случае используют функцию **prong**, которая последовательно вычисляет каждое выражение.

Функции организации циклов – например, (**repeat** число выражение1...) – повторяет любое число операторов указанное число раз); (**while** тест-выражение выражение1 выражение2 ...) – повторяет вычисление выражений, пока не будет выполнено тест-выражение.

Функция ввода команд AutoCAD имеет вид (**command** аргумент1 аргумент2...).

Функции работы со списками – например, (**list** выражение1 выражение2) – составляет список из своих аргументов; (nth номер список) – извлекает элемент списка с нужным номером. Первый элемент в списке имеет номер 0.

Функция создания функции имеет вид (**defun** имя (аргументы/локальные параметры) тело функции).

Функция загрузки программы из файла – (**load** имя_файла).

Функции работы с диалоговыми окнами – (**load_dialog** имя_файла) – загружает указанный DCL_файл; (**new_dialog** имя_окна dcl_id) – начинает управление диалоговым окном, выводит его на экран и может определить действие по умолчанию; (**start_dialog**) – начинает диалог в диалоговом окне; (**done_dialog**) – завершает диалог в диалоговом окне и убирает его с экрана; (**action_tile** ключ выражение_действия) – присваивает действие, которое будет выполняться после выбора пользователем определенного поля диалогового окна. Аргумент ключ представляет имя поля, которое будет вызывать действие. Выражение может обращаться к текущему значению поля, определенному как \$VALUE, к его имени (\$KEY) и др.

Карточка предварительной подготовки к занятию

1. Можно ли редактировать меню графического редактора AutoCAD?

2. Выберите, на каких языках может идти программирование в AutoCAD:

- DCL,
- Pascal,
- Assembler,
- AutoLisp.

3. Выберите из перечисленных функции AutoLisp:

- setq,
- if,

- button,
- edit_box,
- load_dialog.

4. Выберите из перечисленных в п. 3 названия полей диалога.

5. Выберите из перечисленных форму записи выражения AutoLisp:

(функция аргумент1 аргумент2 ... аргумент№)

Name :item1 [:item2 ...] {Attribute = value;}

6. Выберите из перечисленных в п. 5 форму определения поля диалога.

Таблица 14

Задания к лабораторной работе

№ варианта	Задание
1	Разработать программу отрисовки номеров проводки на схеме соединений внешних проводок. Запрос начального обозначения осуществлять через диалог. Последующие обозначения формировать программно
2	Разработать программу занесения записи аппарата в перечень элементов принципиальной электрической схемы после выбора его типа в диалоге
3	Разработать программу занесения записи строки в перечень элементов щита автоматики для раздела «Документация»
4	Разработать программу занесения записи строки в перечень элементов щита автоматики для раздела «Стандартные изделия»
5	Разработать программу занесения записи строки в перечень элементов щита автоматики для раздела «Прочие»
6	Разработать программу занесения записи строки в перечень элементов щита автоматики для раздела «Материалы»
7	Разработать программу отрисовки и заполнения таблицы расшифровки дополнительных обозначений сред на схеме автоматизации

№ варианта	Задание
8	Разработать программу занесения записи строки в таблицу надписей на табло и в рамках щита автоматики
9	Разработать программу занесения записи строки в таблицу соединений
10	Разработать программу занесения записи строки в таблицу подключений
11	Разработать программу отрисовки и заполнения таблицы с пояснениями к принципиальной электрической схеме
12	Разработать программу заполнения основной надписи чертежа

Пример выполнения задания

Задание

Создать AutoLisp-программу, которая бы позволяла проставлять обозначение маркировки цепей управления на принципиальной электрической схеме. Пользователь должен задавать начальное значение маркировки, после чего последующие значения должны формироваться программно увеличением на единицу предыдущего значения. Точки вставки маркировки указывает пользователь. Запрос первоначального значения маркировки и точки вставки должен производиться через диалоговые окна. Выход из программы осуществляется, если пользователь задал пустой «ввод» на запрос очередной точки вставки. Вызов программы должен осуществляться инструментом панели инструментов.

Порядок выполнения задания

1. Для реализации ввода данных примем два диалога, в одном из которых будет запрашиваться значение маркировки, а в другом – точка вставки этого значения. Примерный вид диалогов приведен на

рис. 52 и 53. Зададим директивы диалоговых окон, которые будут использоваться в программе.

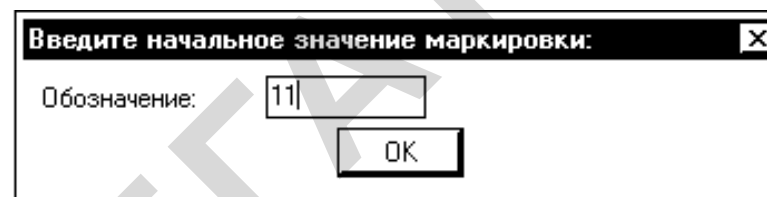


Рис. 52. Диалог № 1

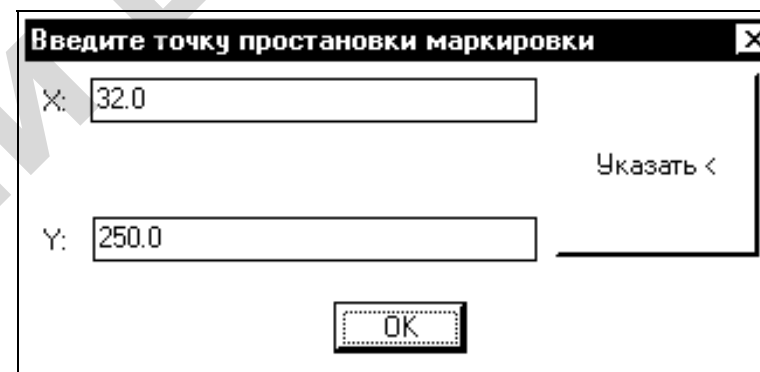


Рис. 53. Диалог № 2

Описание диалогов зададим в среде Visual Lisp, вызвав через пункт Редактор Visual Lisp (Visual Lisp Editor) подменю AutoLisp падающего меню Сервис (Tools). При этом необходимо выбрать пункт New меню File для загрузки окна, в котором можно набирать текст задания диалога (рис. 54). При сохранении в файл, используя пункт SAVE того же меню, необходимо указать кроме имени еще и расширение файла (*.dcl). После сохранения текст в окне будет отражен разными цветами по коду полей задания директив диалога. Поэтому операцию сохранения можно рекомендовать проделывать с самого начала.

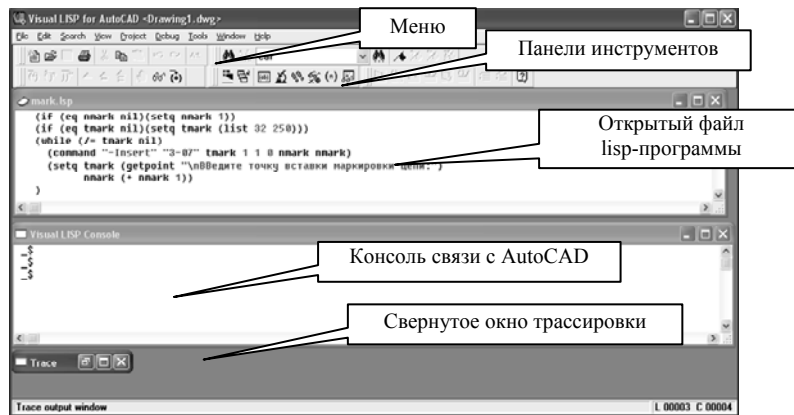


Рис. 54. Окно Visual Lisp

Листинг диалога 1 (расширение файла dcl)

```
nm : dialog {
label="Введите начальное значение маркировки:";
:edit_box {
label="Обозначение:";
edit_width=10;
fixed_width=true;
key="nm1";
allow_accept=true;
}
ok_only;
}
```

Листинг диалога 2 (расширение файла dcl)

```
tm : dialog {
label="Введите точку простановки маркировки";
:row {
:column {
:edit_box {
label="X:";
value="0";
key="xp";
}
}
```

```
:edit_box {
label="Y:";
value="0";
key="yp";
}
}
:button {
label="Указать <";
key="mous";
height=6;
fixed_width=true;
action="(done_dialog 3)";
}
}
spacer_1;
ok_button;
}
```

1. В той же среде наберем текст программы управления диалогами и непосредственной отрисовки обозначений маркировки. Подробное описание функций, используемых в программе, можно найти в [10, 11].

Листинг программы (расширение файла lsp)

```
;первый диалог
(defun dl1 (/ dcl_id1) ;объявление функции dl1
(setq dcl_id1 (load_dialog "nm"))
;загрузка dcl-файла и присвоение его дескриптора переменной
(if (not (new_dialog "nm" dcl_id1))
(exit)
)
;если функция начала управления диалогом возвратила nil, то
выйти из программы
(set_tile "nm1" "1")
; установить первоначальное значение поля с ключом nm1
равное 1
(action_tile "nm1" "(setq nmr $value)")
; если пользователь выбрал поле с ключом nm1, присвоить
переменной nmr
```

```

;значение данного поля
(action_tile "accept" "(done_dialog)")
; если нажата кнопка ок (ключ – accept), закончить диалог
(start_dialog)
; вывести на экран диалоговое окно
(unload_dialog dcl_id1)
; выгрузить диалоговое окно
) ;конец функции dl1
;второй диалог
(defun dl2 (/ dcl_id step pt)
(setq dcl_id (load_dialog "tm"))
(setq step 2)
(if (null pt) (setq pt (list 32.0 250.0)))
; если не задано значение переменной pt, назначить значение
(32.0 250.0)
(while (>= step 2)
; пока step > или = 2, выполнять цикл
(if (null (new_dialog "tm" dcl_id))
(exit)
)
(set_tile "xp" (rtos (car pt) 2 1))
(set_tile "yp" (rtos (cadr pt) 2 1))
(action_tile "accept"
(streat
"(setq x (atof (get_tile \"xp\")))"
"(setq y (atof (get_tile \"yp\")))"
"(setq pt (list x y))"
"(done_dialog 1)"
) ; если пользователь нажал кнопку с ключом accept, присвоить
значения
;переменным равным текущим значениям полей
с соответствующими ключами, создать
;список координат точки и присвоить его переменной pt,
завершить диалог со
;значением 1
) ; конец функции сцепления строк
(setq step (start_dialog))

```

```

(cond
; в случае если
(= step 3) (setq pt (getpoint "\nУкажите точку:")))
(= step 1) (princ "\nТочка: ("
(princ (rtos x 2 1)) (princ " ")
(princ (rtos y 2 1)) (princ " ")
)
)
) ; конец цикла
(unload_dialog dcl_id)
(princ)
) ; конец функции
;программа
(dl1)
(dl2)
(if (eq nmr nil)(setq nmark 1)(setq nmark (atoi nmr)))
(setq tmark (list x y))
(while (/= tmark nil)
(command "_Insert" "3-07" tmark 1 1 0 nmark nmark)
(setq tmark (getpoint "\nВведите точку вставки маркировки
цепи:"))
nmark (+ nmark 1))
)



```

2. Проверить синтаксис программы и протестировать ее работу, загрузив в графический редактор, используя функцию load (по маске (load "имя_программы)). При этом тестировать программу можно по мере ее набора (сперва – программу управления первым диалогом, затем – вторым, и после – в целом). При этом можно воспользоваться окном Visual Lisp Console среды Visual Lisp. Данное окно работает аналогично командной строке графического редактора, но отражает ошибки в программах, загружаемых в редактор, и позволяет увидеть местонахождение ошибки.

3. Создать пользовательскую панель инструментов, дав ей имя, например, Маркировка, и создать инструмент, обеспечивающий вызов программы, используя последовательность действий, изложенных в методике выполнения заданий лабораторной работы № 2.

4. Изменить свойства созданного инструмента:
- имя инструмента;
 - описание, которое будет высвечиваться при указании курсором на инструмент;
 - определить команду и ее опции, которые будут выполняться при нажатии на кнопку. Так как команда должна вызывать AutoLisp-программу, то она должна содержать функцию (load “dl1”), где dl1 – имя файла программы;
 - также необходимо задать какое-либо изображение для инструмента во встроенном редакторе, воспользовавшись клавишей Edit (Изменить);

Не забудьте сохранить изображение кнопки!

- выйдя из редактора изображения инструмента, необходимо нажать на клавишу Apply (Применить), а затем на клавишу . При этом получите примерно следующую панель с инструментом: .

5. Опробовать созданный инструмент и показать результат преподавателю.

6. Выполнение задания по варианту осуществляется аналогично изложенным выше принципам.

Вопросы для контроля усвоения материала

- В. 1.
- А. Перечислите основные средства адаптации графического редактора САПР к узкоспециальной области проектирования.
- Б. Какие языки программирования можно использовать для целей адаптации?
- В. Что обеспечивает возможность модификации меню редактора?
- В. 2.
- А. Дайте определение списка, функции, выражения как элементов языка программирования AutoLisp.
- Б. Дайте определение директивы, ключевого слова, поля как элементов языка определения диалоговых окон.
- В. Приведите условную запись выражения AutoLisp.

- В. 3.
- А. Каков алгоритм выполнения выражения AutoLisp?
- Б. Перечислите классы функций AutoLisp.
- В. Приведите примеры функций AutoLisp. Дайте им краткую характеристику.

- В. 4.
- А. Приведите условную запись определения поля диалогового окна.
- Б. Приведите пример описания диалогового окна.
- В. Каковы преимущества использования диалоговых окон?

- В. 5.
- Раскройте принципы объектно-ориентированного программирования.

ГЛОССАРИЙ

Dialog Control Language (DCL) – специальный язык для создания диалоговых окон графического редактора AutoCAD.

AutoLisp – встроенный язык программирования графического редактора AutoCAD, который позволяет оперировать переменными различных типов и передавать их значения командам редактора при вводе данных.

Атрибут – текстовая переменная – «ячейка», в которую при вставке блока можно записать некоторую строку.

База данных – большой информационный массив.

База данных аппаратов Imbase – модуль САПР, который позволяет назначать типы аппаратам проекта и поэтому связывает все четыре модуля системы, содержит более 5000 записей электроаппаратуры и материалов, внесенных из промышленного каталога «Информэлектро» и каталогов иностранных фирм, может служить в качестве справочника и пополняться пользователем.

Блок – составной поименованный примитив графического редактора, представляющий элемент графической базы данных и сохраненный в формате dwg на диске в определенной в системе папке.

Вес линии – это ширина, с которой линия будет выводиться на внешнее устройство.

Графическая зона – часть воображаемой экранной плоскости чертежа, предназначенная для выполнения построений.

Графический редактор – это программа, отображающая на экране графическую информацию и исполняющая команды создания, изменения, просмотра чертежа и вывода его на плоттер или на принтер.

Интерфейс – это средства взаимодействия пользователя с пакетом.

Командная строка – элемент интерфейса графического редактора, расположенный над строкой состояния, обеспечивающий диалог пользователя с редактором с помощью команд посредством выдачи запросов и сообщений.

Курсорное меню – это меню, содержащее наиболее употребляемые пользователем команды, которое вызывается щелчком ПК мыши по элементу рабочего стола графического редактора.

Ключевое слово – это параметр команды, который изменяет способ ее действия.

Лимиты – это границы чертежа, внутри которых производятся все построения.

Линия связи – отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями изделия.

Орто – это режим рисования, позволяющий производить построение либо перенос, копирование и т. д. примитивов параллельно осям координат.

Параметр – величина, выражающая свойство или системы, или ее части, или влияющей на систему среды.

Панель инструментов – элемент интерфейса графического редактора, содержащий инструменты (кнопки), обеспечивающие вызов команд редактора на исполнение.

Потенциальный узел – линии связи, которые соединены между собой точками связи и символами разрывов.

Пустой ввод – это нажатие ввода без набора запрашиваемого в командной строке значения параметра.

Рамка – режим выбора, состоящий в указании левой нижней и затем правой верхней точек рамки выбора, при котором в режим выбора попадают объекты, полностью охваченные рамкой выбора.

Режимы рисования – установки графического редактора, обеспечивающие наиболее удобную работу с ним.

САПР – это человеко-машинная система управления процессом проектирования, представляющая собой автоматизированную систему управления технологическим процессом создания технической документации, необходимой для изготовления проектируемого объекта.

Секрамка – режим выбора, состоящий в указании правой верхней и затем левой нижней точек рамки выбора, при котором в режим выбора попадают объекты, которые хотя бы пересеклись рамкой выбора.

Сетка – это режим рисования, отображающий в зоне лимитов сетку из точек с настраиваемым шагом.

Слайд – мгновенная фотография экрана графического редактора AutoCAD.

Слой – подобен прозрачным калькам, из которых может состоять чертеж.

Строка падающих меню – верхняя строка графического редактора, содержащая меню с вложенными строками, вызывающими на исполнение команды.

Строка состояния – строка, расположенная под командной строкой (самая нижняя) и содержащая координаты курсора и кнопки включения/выключения режимов черчения. В строке состояния также выводятся сообщения.

СУБД – система управления информационными массивами.

Схема соединений внешних проводок – это комбинированная схема, на которой показаны электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании, вне щитов и на щитах, а также подключения проводок к приборам и щитам (если это не затруднит чтение схемы).

Схема принципиальна – это схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия. Она служит основанием для разработки монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и других документов.

Таблица соединений – это монтажный документ, выполненный в табличной форме, отражающий соединения между аппаратами, приборами и элементами внутри конструктивного устройства и определяющий провода и другие изделия, которыми осуществляют эти соединения.

Тип линии – шаблон (последовательность чередующихся линейных сегментов, пробелов, точек), по которому отрисовываются линии графического редактора.

Устройство – совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок, плата, шкаф и т. п.).

Файлы меню – обычные текстовые файлы, содержащие командные строки и макроопределения, описывающие интерфейс графического редактора.

Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Шаблон – это прототип рисунка, содержащий начальные построения и установки режимов рисования, обеспечивающие быстрый старт в формировании определенного чертежа.

Шаг – это режим привязки к точкам сетки с определенным настраиваемым шагом или угловой привязкой.

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, трансформатор, насос и т. п.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. САПР систем автоматизации. Особенности выполнения проектно-конструкторской документации в среде пакетов AutoCAD 14R и AutoCAD 2000 : методические указания к лабораторно-практическим работам по дисциплине «Разработка проектно-конструкторской документации систем автоматизации» / БГАТУ, кафедра автоматизированных систем управления производством ; сост. Е. С. Якубовская. – Минск, 2001. – 56 с.
2. Полещук, Н. Н. AutoCAD 2007 / Н. Н. Полещук. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 1120 с.
3. Якубовская, Е. С. Методология проектирования и основы САПР: Курс лекций / Е. С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2004. – 214 с.
4. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : БГАТУ, 2007. – 592 с.
5. Стандарт предприятия. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : нормативное производственно-практическое издание / сост. : В. В. Гурин, Е. С. Якубовская, А. Г. Цубанов, Б. М. Киселев. – Минск : БГАТУ, 2007. – 143 с.
6. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства : методические рекомендации к первому циклу лабораторных работ для студентов специальности 1 – 74 06 05 и 1 – 53 01 01 – 09 / сост. Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : БГАТУ, 2008. — 75 с.
7. α -универсальный контроллер: руководство пользователя. – MITSUBISHI, 2000. – 33 с.
8. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства : учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2011. – 280 с.
9. Проектирование и САПР систем автоматизации : практикум / сост. Е. С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2008. – 204 с.

10. Гладков, С. А. Программирование на языке Автолисп в системе САПР АВТОКАД : учебно-справочное пособие / С. А. Гладков. – М. : Диалог-МИФИ, 1991. – 96 с.

11. Полещук, Н. Н. Visual Lisp и секреты адаптации AutoCAD. – СПб. : БХВ-Петербург, 2001. – 576 с.

Варианты заданий к лабораторным работам № 1–3

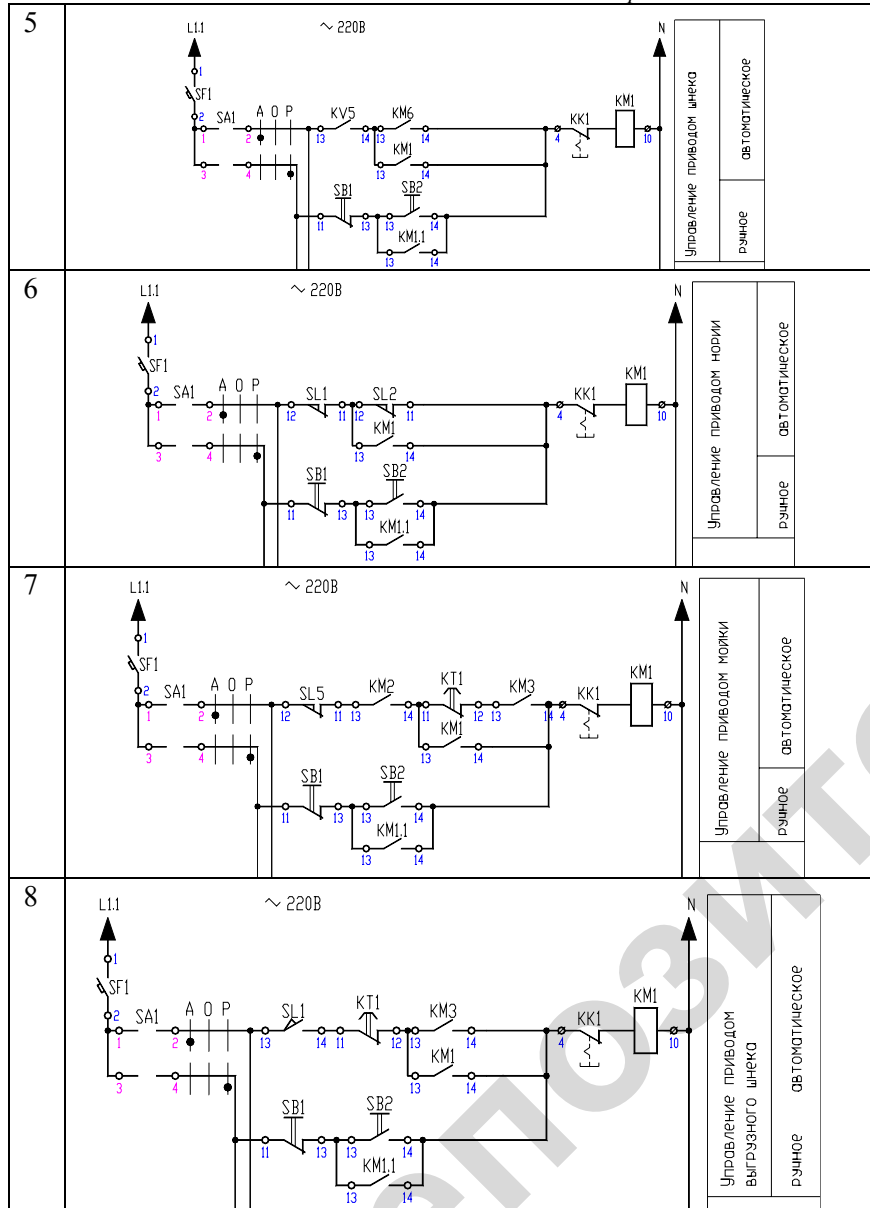
Таблица П1.1

Варианты заданий к лабораторной работе № 1

№ варианта	Задание
1	<p>Управление приводом трансформатора ручное автоматическое</p>
2	<p>Реле размыкания контактов</p>
3	<p>Задержка на выгрузку</p>
4	<p>Сигнализация аварийного режима работы</p>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Продолжение табл. П1.1



Окончание табл. П1.1

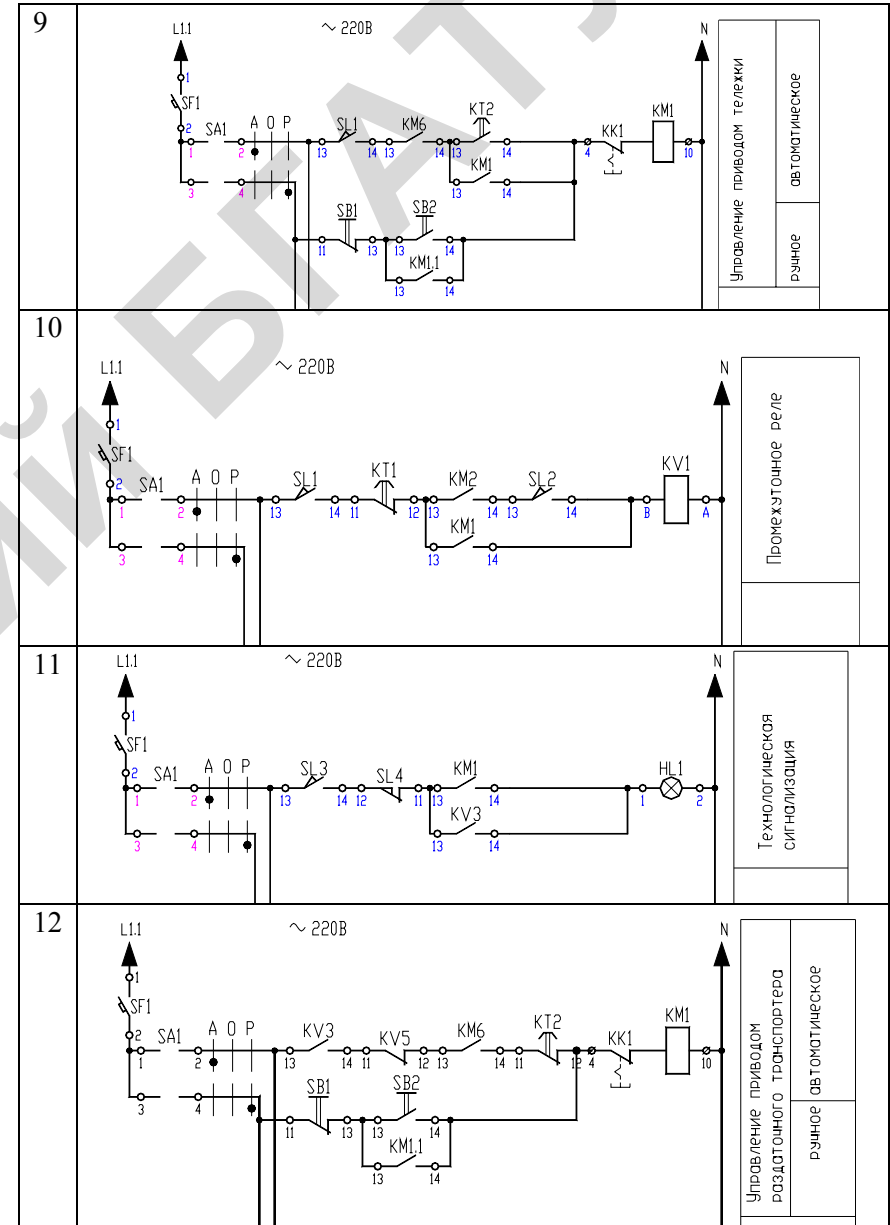


Таблица П1.2

Варианты заданий к лабораторной работе № 2

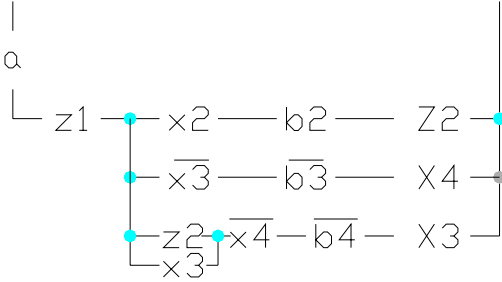
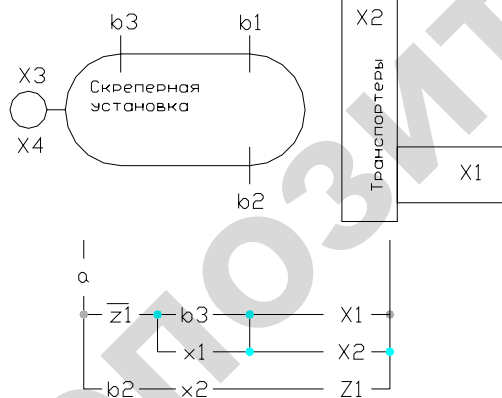
№ варианта	Изображение элементов блока	Размеры изображения
1		
2		
3		Размеры, как в варианте 2
4		
5		Размеры, как в варианте 4
6		Размеры, как в варианте 4

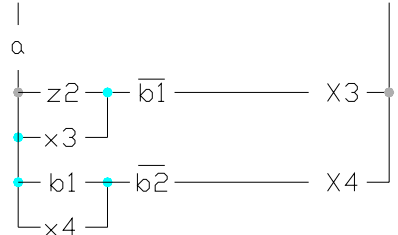
Окончание табл. П1.2

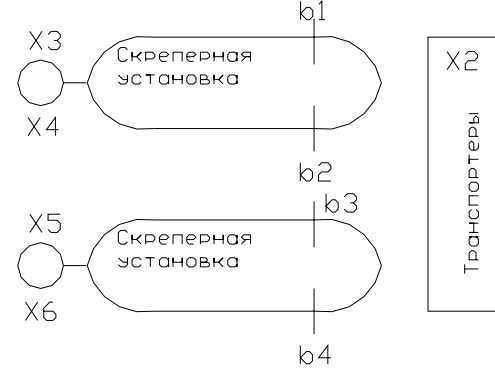
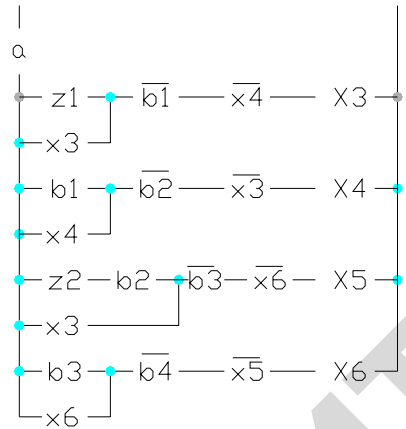
7		Размеры, как в варианте 4
8		Размеры, как в варианте 4
9		
10		Размеры, как в варианте 9
11		
12		Размеры, как в варианте 11

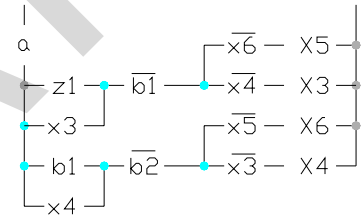
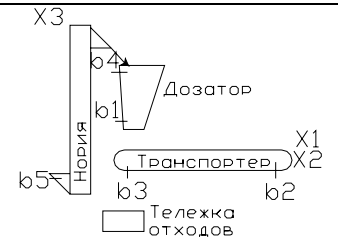
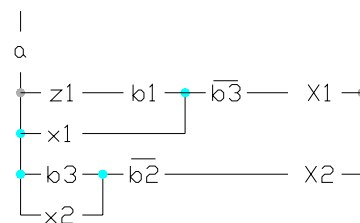
Вариант задания	Поясняющая схема
1	2
<p>1. Разработать вариант управления разгрузкой шахты согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление механизмами в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателей и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b1–b3</i> – датчики минимального, максимального и нижнего уровня зерна; <i>X1, x1, X2, x2</i> – катушки магнитных пускателей, управляющих электродвигателем разгрузочного устройства шахты ($P_n = 7,5$ кВт) и нории ($P_n = 5,5$ кВт), и их контакты; <i>Z1, z1</i> – реле времени и его контакт; <i>y</i> – контакт промежуточного реле</p>
<p>2. Разработать вариант управления исполнительным механизмом перекидного клапана, установленного на трубопроводе выгрузки зерна согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления).</p>	

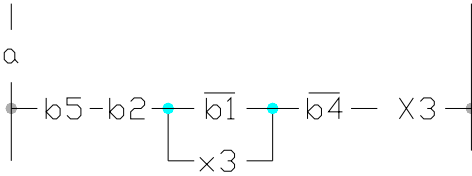
1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателей и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b1</i> – датчик температуры зерна; <i>b3, b4</i> – конечные выключатели; <i>X1, x1, X2, x2</i> – катушки магнитного пускателя, управляющего перекидным клапаном ($P_n = 11$ кВт), и их контакты</p>
<p>3. Разработать вариант управления загрузкой кормушек в птичнике согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателей и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b1</i> – датчик нижнего уровня корма в дозаторе; <i>b2</i> – датчик заполнения кормушек; <i>X1, x1, X2, x2</i> – катушки магнитных пускателей, управляющих исполнительным механизмом дозатора ($P_n = 5,5$ кВт) и электродвигателем транспортера ($P_n = 15$ кВт), и их контакты; <i>z1</i> – контакт суточного реле времени; <i>Z2</i> – реле времени</p>

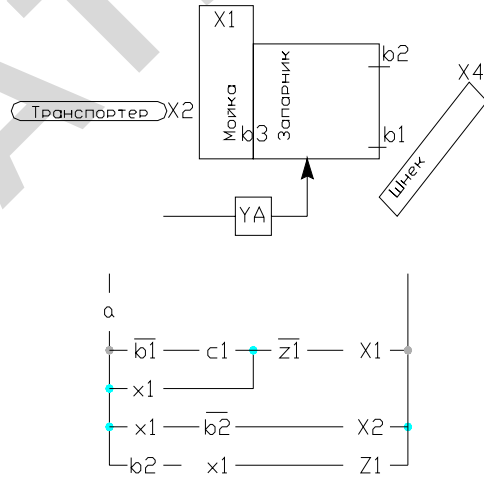
1	2
<p>4. Разработать вариант управления подъемным механизмом кормушек в птичнике согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 3. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателей и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b1</i> – датчик нижнего уровня корма в дозаторе; <i>b2</i> – датчик заполнения кормушек; <i>b3</i>, <i>b4</i> – конечные выключатели; <i>x2</i> – контакт магнитного пускателя транспортера; <i>X3</i>, <i>x3</i>, <i>X4</i>, <i>x4</i> – катушки реверсивного магнитного пускателя, управляющего электродвигателем подъемного механизма ($P_n = 7,5$ кВт) и их контакты; <i>z1</i> – контакт суточного реле времени; <i>Z2</i> – реле времени</p>
<p>5. Разработать вариант управления электродвигателями транспортеров удаления помета из птичника согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления).</p>	

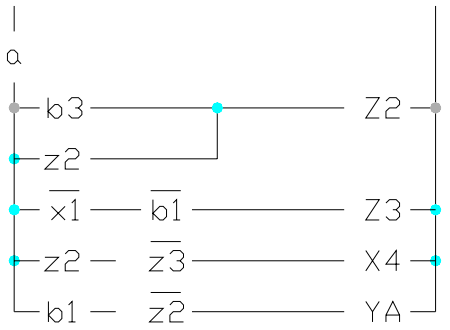
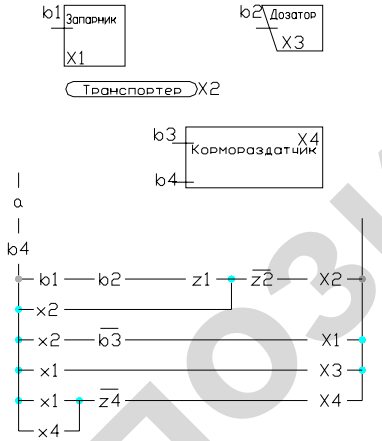
1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателей и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b2</i>, <i>b3</i> – конечные выключатели; <i>X1</i>, <i>x1</i>, <i>X2</i>, <i>x2</i> – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателями транспортеров ($P_n = 7,5$ кВт); <i>z1</i>, <i>Z1</i> – контакт и катушка реле времени</p>
<p>6. Разработать вариант управления электродвигателем скреперной установки согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию. Технологическая схема процесса приведена в варианте 5</p>	 <p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b1</i>, <i>b2</i> – конечные выключатели; <i>X3</i>, <i>x3</i>, <i>X4</i>, <i>x4</i> – катушки и контакты реверсивного магнитного пускателя, управляющего электродвигателем скреперной установки ($P_n = 22$ кВт); <i>z2</i> – контакт реле времени</p>

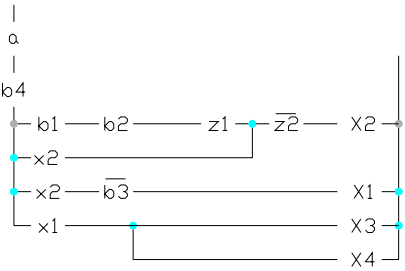
1	2
<p>7. Разработать вариант управления скреперной установкой, состоящей из двух скреперов, согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	  <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1, b2, b3, b4$ – конечные выключатели; $X3, X4, X5, X6$ – катушки и контакты реверсивных магнитных пускателей, управляющих электродвигателями скреперной установки ($P_n = 22$ кВт); $z1, z2$ – контакты реле времени</p>

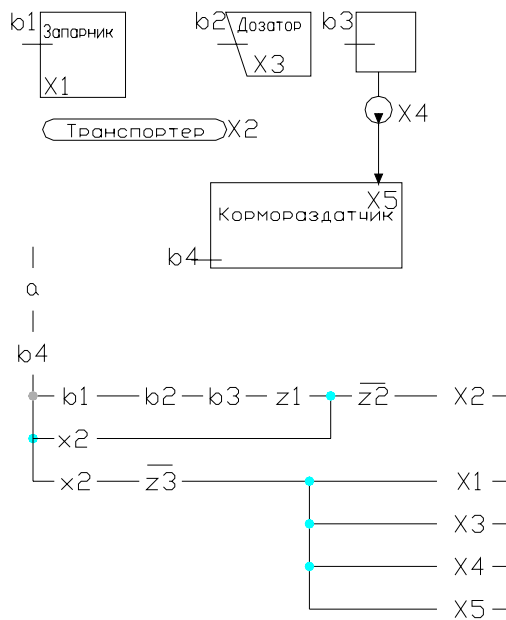
1	2
<p>8. Разработать вариант управления скреперной установкой, состоящей из двух скреперов, согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 7. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1, b2$ – конечные выключатели; $X3, X4, X5, X6$ – катушки и контакты реверсивных магнитных пускателей, управляющих электродвигателями скреперной установки ($P_n = 22$ кВт); $z1$ – контакт реле времени</p>
<p>9. Разработать вариант управления транспортером кормораздачи согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию.</p>	 

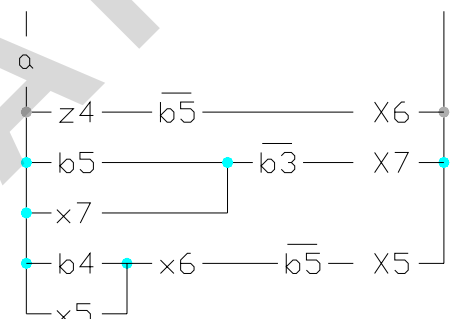
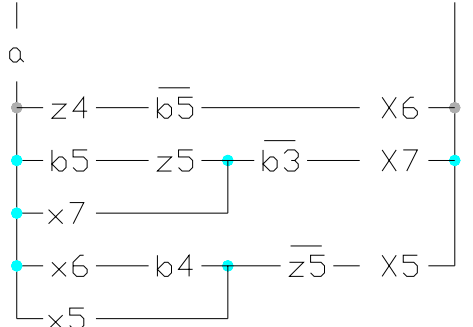
1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию.</p>	<p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1$ – датчик уровня корма; $b2, b3$ – конечные выключатели; $X1, x1, X2, x2$ – катушки и контакты реверсивного магнитного пускателя, управляющих электродвигателем транспортера ($P_n = 11$ кВт); $z1$ – контакт реле времени</p>
<p>10. Разработать вариант управления норией загрузки дозатора кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию. Технологическая схема процесса приведена в варианте 9</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b2$ – конечные выключатели; $b1, b5, b4$ – датчики уровня; $X3, x3$ – катушка и контакт магнитного пускателя, управляющего электродвигателем нории ($P_n = 2,2$ кВт)</p>

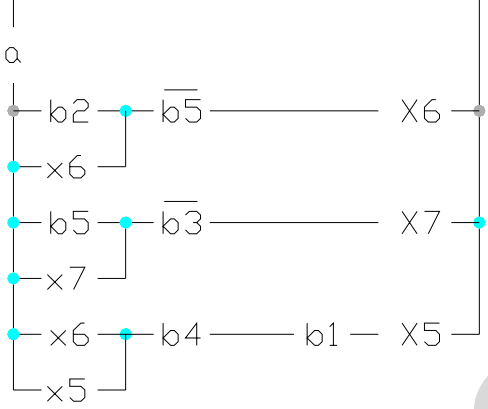
1	2
<p>11. Разработать вариант управления загрузкой запарника согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1, b2$ – датчики уровня; $c1$ – кнопочный выключатель; $X1, x1, X2, x2$ – катушки и контакты реверсивного магнитного пускателя, управляющих электродвигателями мойки ($P_n = 7,5$ кВт) и транспортера ($P_n = 11$ кВт); $z1, Z1$ – контакт и катушка реле времени</p>

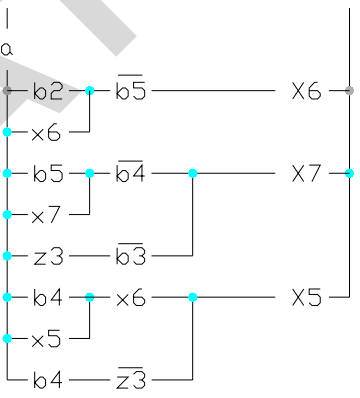
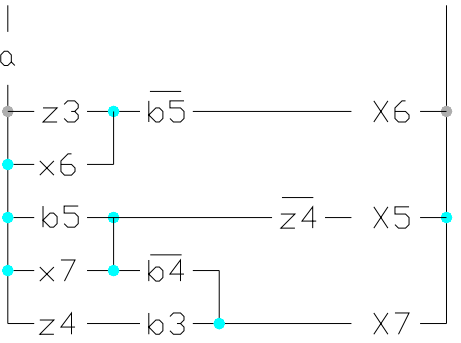
1	2
<p>12. Разработать вариант управления запариванием корма согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b3</i> – датчик температуры; <i>b1</i> – датчик уровня; <i>X4</i> – катушка магнитного пускателя, управляющего электродвигателем шнека ($P_n = 5,5$ кВт); <i>YA</i> – электромагнит подачи пара; <i>z2, z3</i> – реле времени</p>
<p>13. Разработать вариант управления загрузкой кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b4</i> – конечный выключатель; <i>b1–b3</i> – датчики уровня; <i>X1, x1, X2, x2, X3, x3, X4, x4</i> – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателями разгрузчика запарника ($P_n = 5,5$ кВт), транспортера ($P_n = 7,5$ кВт), дозатора комбикорма ($P_n = 2,2$ кВт), мешалки кормораздатчика ($P_n = 3$ кВт); <i>z1, z2</i> – контакты реле времени</p>

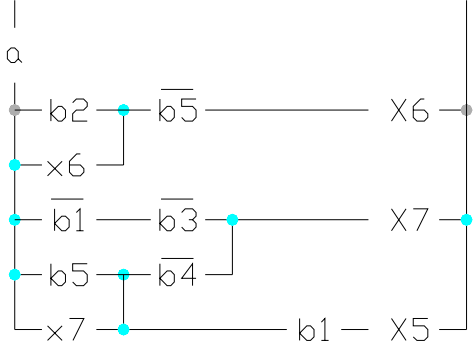
1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b1, b2</i> – датчики уровня; <i>b3</i> – конечный выключатель; <i>X1, x1, X2, x2, X3, x3, X4, x4</i> – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателями разгрузчика кормораздатчика ($P_n = 5,5$ кВт), транспортера ($P_n = 7,5$ кВт), дозатора комбикорма ($P_n = 2,2$ кВт), мешалки кормораздатчика ($P_n = 3$ кВт); <i>z1–z4</i> – контакты реле времени</p>
<p>14. Разработать вариант управления загрузкой кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 13. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: <i>a</i> – контакт переключателя режимов; <i>b4</i> – конечный выключатель; <i>b1–b3</i> – датчики уровня; <i>X1, x1, X2, x2, X3, x3, X4, x4</i> – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателями разгрузчика запарника ($P_n = 5,5$ кВт), транспортера ($P_n = 7,5$ кВт), дозатора комбикорма ($P_n = 2,2$ кВт), мешалки кормораздатчика ($P_n = 3$ кВт); <i>z1, z2</i> – контакты реле времени</p>

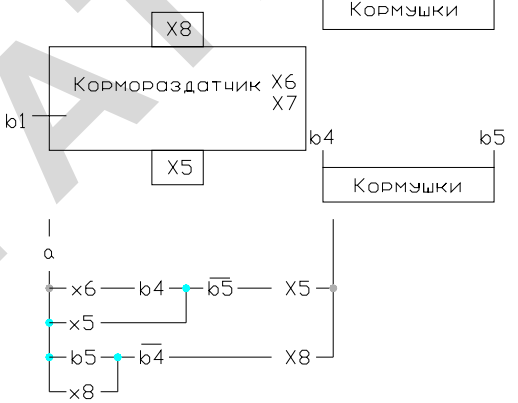
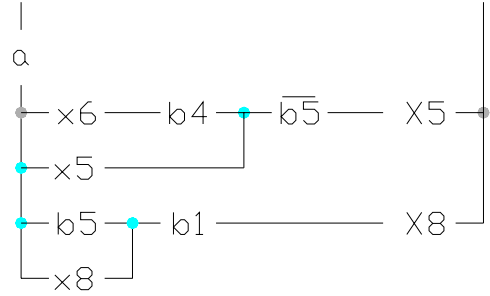
1	2
<p>15. Разработать вариант управления загрузкой кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления) Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b4$ – конечный выключатель; $b1$–$b3$ – датчики уровня; $X1, x1, X2, x2, X3, x3, X4, x4, X5$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателями разгрузчика запарника ($P_n = 5,5$ кВт), транспортера ($P_n = 7,5$ кВт), дозатора комбикорма ($P_n = 2,2$ кВт), мешалки кормораздатчика ($P_n = 3$ кВт) и насоса подачи обраты ($P_n = 3$ кВт); $z1$–$z3$ – контакты реле времени</p>

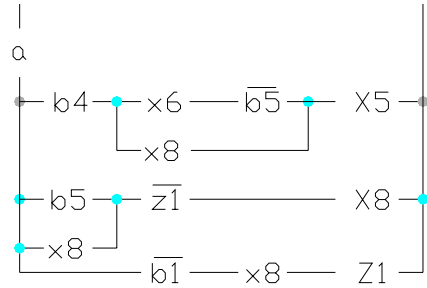
1	2
<p>16. Разработать вариант управления кормораздачей согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию. Технологическая схема процесса приведена в варианте 15.</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b3$–$b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X6, x6, X7, x7$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика ($P_n = 30$ кВт); $z4$ – контакт реле времени</p>
<p>17. Разработать вариант управления кормораздачей согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 15.</p>	

1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b3$–$b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X6, x6, X7, x7$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика ($P_n = 30$ кВт); $z4, z5$ – контакты реле времени</p>
<p>18. Разработать вариант управления кормораздачей согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 15. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1, b2$ – датчики уровня; $b3$–$b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X6, x6, X7, x7$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика ($P_n = 30$ кВт)</p>

1	2
<p>19. Разработать вариант управления кормораздачей согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 15. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b2$ – датчик уровня; $b3$–$b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X6, x6, X7, x7$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика ($P_n = 30$ кВт); $z3$ – контакт реле времени</p>
<p>20. Разработать вариант управления кормораздачей согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 15.</p>	

1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b3$–$b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X6, x6, X7, x7$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика ($P_n = 30$ кВт); $z3, z4$ – контакты реле времени</p>
<p>21. Разработать вариант управления кормораздачей согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 15. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1, b2$ – датчики уровня; $b3$–$b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X6, x6, X7, x7$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика ($P_n = 30$ кВт)</p>

1	2
<p>22. Разработать вариант управления выгрузным устройством кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b4, b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X8, x8, X6, x6$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика вперед ($P_n = 30$ кВт)</p>
<p>23. Разработать вариант управления выгрузным устройством кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 22.</p>	

1	2
<p>Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	<p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1$ – датчик нижнего уровня; $b4, b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X8, x8, X6, x6$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика вперед ($P_n = 30$ кВт)</p>
<p>24. Разработать вариант управления выгрузным устройством кормораздатчика согласно представленной структурной схеме управления (приведен только автоматический режим управления). Технологическая схема процесса приведена в варианте 22. Предусмотреть управление в автоматическом и ручном режимах, защиту электродвигателя и необходимую сигнализацию</p>	 <p>Структурная схема: a – контакт переключателя режимов; $b1$ – датчик нижнего уровня; $b4, b5$ – конечные выключатели; $X5, x5, X8, x8, X6, x6$ – катушки и контакты магнитных пускателей, управляющих электродвигателем выгрузного устройства ($P_n = 3$ кВт), и движением кормораздатчика вперед ($P_n = 30$ кВт); $z1$ – контакт реле времени</p>

Примечание. Прописная буква (X, Z) означает, что это катушка (пускателя, реле времени); строчная (b, x, z) – контакт (датчика, пускателя, реле времени); верхняя черта ($\bar{b}, \bar{x}, \bar{z}$) означает, что контакт нормально замкнутый; без черты (b, x, z) – нормально разомкнутый.

Пример перевода структуры управления в принципиальную электрическую схему

Задание

Перевести структуру управления (рис. П2.1) кормораздачей в птичнике в принципиальную электрическую схему управления: a – переключатель режимов; $z1$ – контакт реле времени; $Y1$ и $y1$ – катушка и контакт промежуточного реле; $X1$ и $x1$ – катушка и контакт магнитного пускателя управляющего приводом транспортера; $X2, X3, x3$ – катушки и контакт реверсивного магнитного пускателя, управляющего приводом ограничителя; $X4$ – сигнализация; $b1$ – датчик уровня корма в бункере; $b2$ – датчик уровня корма в последнем ограничителе; $b3, b4$ – датчики положения ограничителей (конечные выключатели). Поясняющая технологическая схема приведена на рис. П2.2.

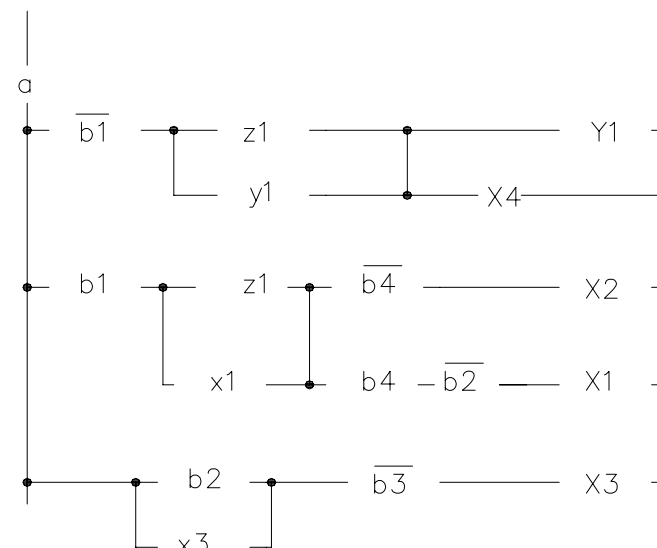


Рис. П2.1. Структура управления кормораздачей в автоматическом режиме

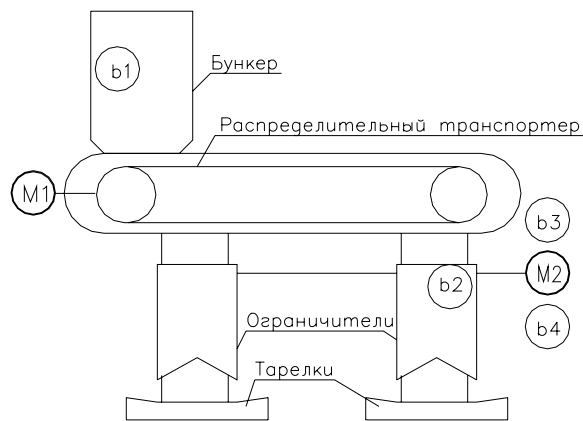


Рис. П2.2. Оборудование кормораздачи в птичнике

Рассмотрим порядок преобразования. Прежде всего, расшифруем обозначения элементов, используемых на структурной схеме. Элемент, обозначенный малой прописной буквой, является контактом аппарата. Элемент, обозначенный заглавной прописной буквой, является катушкой аппарата. Черта над элементом обозначает, что контакт нормально замкнутый, без черты – нормально разомкнутый.

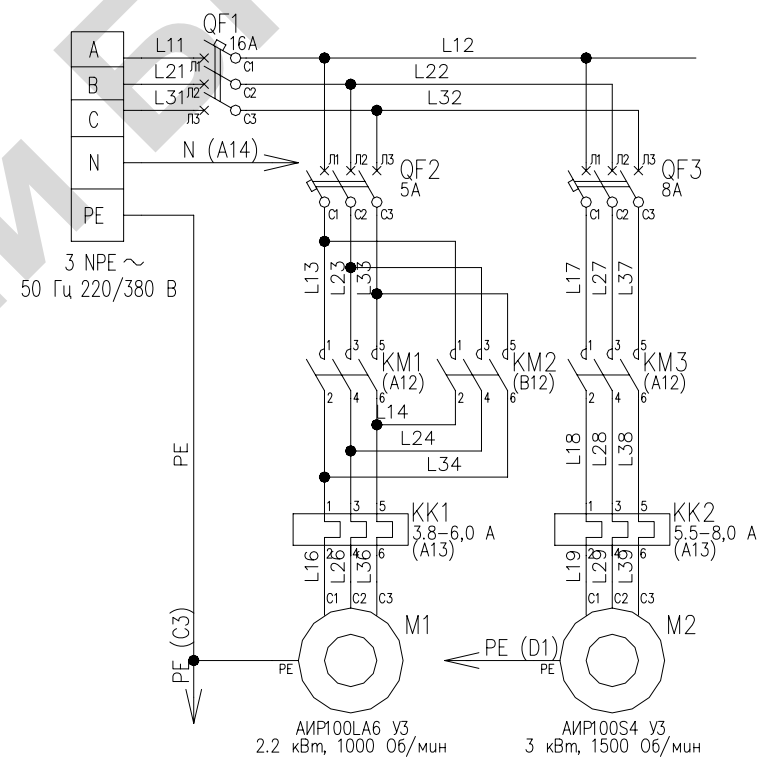
После анализа обозначений можно приступить к разработке силовой части схемы. На основании обозначений можно сделать вывод, что ведется управление двумя двигателями (обычно в вариантах дана мощность каждого двигателя), один из которых является реверсивным (управление катушками X2 и X3). Поэтому, учитывая, что для двигателя должна быть предусмотрена аппаратура управления и защиты, можно сформировать фрагмент схемы, приведенный на рис. П2.3. В левом верхнем углу рисунка приведен символ ввода в шкаф управления.

Для всех аппаратов номинальное напряжение должно быть больше или равно напряжению линии.

Автоматический выключатель выбирают по номинальному току, который должен быть больше или равен длительному току линии ($I_{дл}$), и току уставки электромагнитного расцепителя, который должен быть больше или равен $1,25 I_{кр}$ (кратковременный ток линии).

Для предохранителя ток плавкой вставки должен быть больше или равен длительному току линии, или должен быть больше или равен соотношения $\frac{I_{кр}}{\alpha}$, где α – коэффициент, значение которого зависит от продолжительности и частоты пусков (при обычных условиях – 2,5).

Для остальных аппаратов номинальный ток должен быть больше или равен длительному току линии.



Сеть	Привод	
	ограничителя	распределительного транспортера

Рис. П2.3. Силовая часть принципиальной схемы

Длительный ток линии для ответвления к отдельному токоприемнику равен номинальному току токоприемника:

для электродвигателя:

$$I_{\text{дл}} = I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cos \varphi_{\text{н}} \eta_{\text{н}}} \approx 2 \cdot P_{\text{н}},$$

где значения величин приняты следующие:

напряжение сети – $U_{\text{н}} = 380 \text{ В}$;

среднее значение номинального коэффициента мощности двигателя – $\cos \varphi = 0,85$,

среднее значение номинального коэффициента полезного действия – $\eta_{\text{н}} = 0,9$;

для калорифера:

$I_{\text{дл}} = I_{\text{н}} \approx 1,5 \cdot P_{\text{н}}$, при трехфазной симметричной нагрузке от нагревателей и ламп накаливания, с учетом того, что $\cos \varphi = \eta_{\text{н}} = 1$.

Для группы токоприемников:

$$I_{\text{дл}} = \frac{S_{\text{рас}}}{\sqrt{3} \cdot U},$$

где $S_{\text{рас}}$ – расчетная полная мощность группы, кВт;

U – напряжение цепи, кВ.

Кратковременный ток для ответвления к электродвигателю равен пусковому току ($I_{\text{н}} = (5-7) I_{\text{н}}$). Для группы электродвигателей:

$$I_{\text{кр}} = \sqrt{I_{\text{наиб}}^2 + (\sum I_{\text{н}})^2},$$

где $I_{\text{наиб}}$ – пусковой ток электродвигателя или группы одновременно включаемых электродвигателей, при пуске которого (которых) кратковременный ток линии достигает наибольшего значения;

$\sum I_{\text{н}}$ – сумма номинальных токов электродвигателей, определяемая без учета тока пускаемого электродвигателя.

После разработки силовой части схемы приступают к переводу структуры управления. Учитывая, что управление ведется в двух ре-

жимах, заменяют условное обозначение переключателя на условное графическое изображение, используемое на принципиальных схемах (рис. П2.4). Далее аналогично по обозначениям, данным в структуре, приводят УГО других элементов, соединяя их линиями связи. При этом необходимо учитывать, что тепловую защиту для электродвигателя (контакт теплового реле) необходимо добавлять самому. После этого остается дополнить схему цепями ручного управления и сигнализацией [3, с. 262–267]. Результат преобразования структуры в принципиальную электрическую схему управления и сигнализации приведен на рис. П2.5. Цепи ручного управления включают или кнопки «Пуск», «Стоп» и блокировочный контакт для управления пускателем нереверсивного электродвигателя (например, кнопки SB1, SB2 и контакт КМ3), или кнопку «Пуск» (например, SB4), которая подает питание через блокировочный контакт конечного выключателя на катушку пускателя при управлении реверсивным электродвигателем. Сигнализация может быть аварийная (HL1) и технологическая (HL2, HL3), сигнализирующая о работе привода либо установке механизмов в конечные положения.

Полная принципиальная электрическая схема управления, контроля и сигнализации приведена на рис. П2.6. Сведения об элементах принципиальной схемы размещают в перечне элементов, пример которого приведен на рис. П2.7.

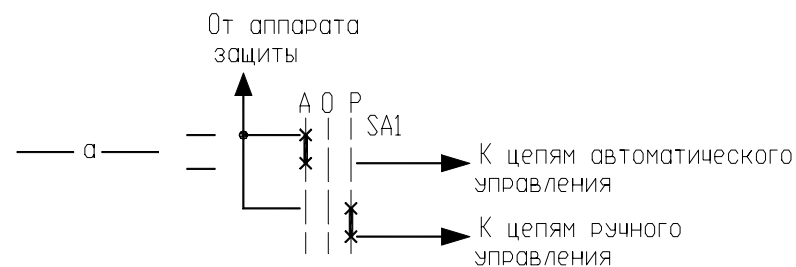


Рис. П2.4. Пример изображения переключателя на принципиальной схеме

Возможное УГО элементов, приведенных в структурах дано в табл. П2.1.

Таблица П2.1

Примеры перевода изображений элементов на структурной схеме к УГО на принципиальной электрической схеме

Изображение на структуре	УГО
1	2
<p>Здесь $b1$ и $b2$ являются датчиками уровня</p>	<p>или</p> <p>в зависимости от типа датчика (мембранный или поплавковый)</p>
<p>Здесь $b1$ и $b2$ являются датчиками температуры</p>	
<p>Здесь $b1$ и $b2$ являются конечными выключателями</p>	
<p>Здесь $x1$ и $y2$ являются контактами магнитного пускателя и промежуточного реле</p>	

Окончание табл. П2.1

1	2
<p>Здесь $c1$ и $z2$ являются контактами кнопки и реле времени</p>	
<p>Здесь $X1$, $Z1$ и $YA2$ являются катушками магнитного пускателя, реле времени и электромагнита</p>	

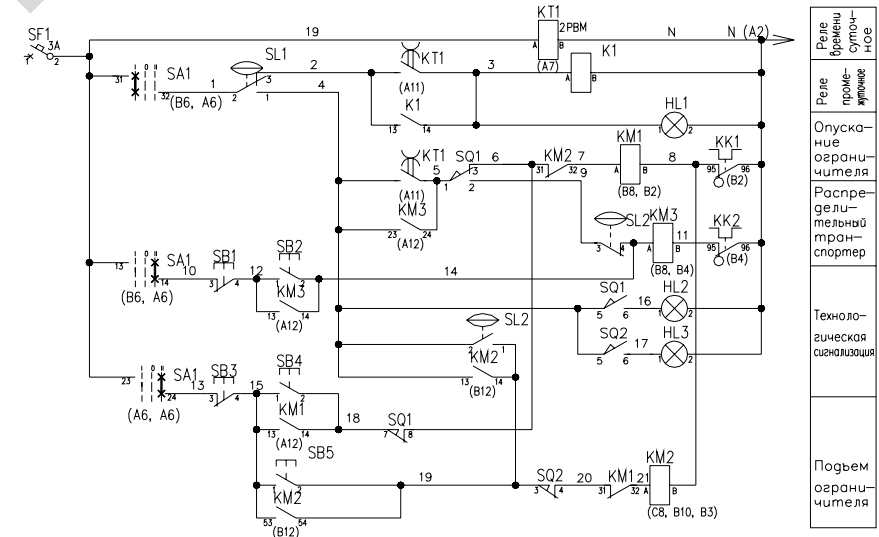


Рис. П2.5. Принципиальная электрическая схема управления по варианту задания

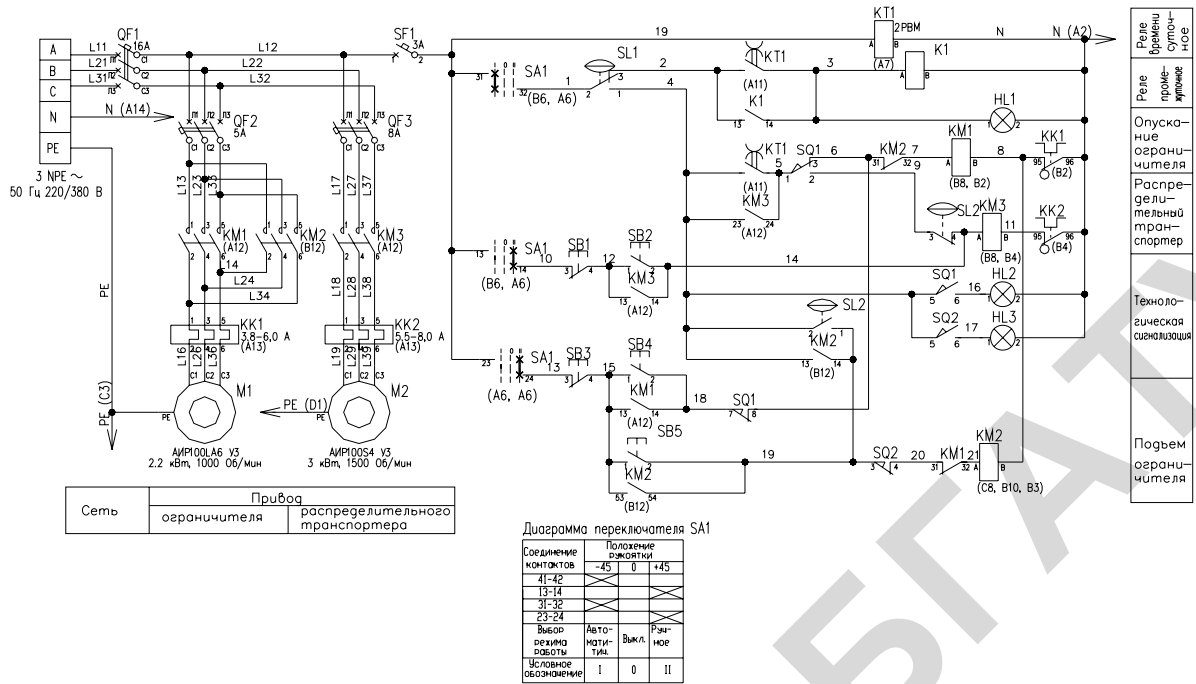


Рис. П2.6. Принципиальная электрическая схема управления, контроля и сигнализации (задание 2)

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
HL1...HL3	Светодиодная индикаторная лампа СКП	3	
K1	Реле промежуточное РПП	1	
KK1	Реле электромагнитное токбное РП-101004, I _н =3,6-6,0 А TV 16-523,549-82	1	
KK2	Реле электромагнитное токбное РП-101204, I _н =5,5-8,0 А TV 16-523,549-82	1	
М1, М2	Двигатель ПМ-110004А 50 Гц 220 В	3	
М1	Двигатель АИР100LА6 У3, 2,2 кВт, 380 В, 50 Гц	1	
М2	Двигатель АИР100S4 У3, 3 кВт, 380 В, 50 Гц	1	
OF1	Выключатель АЕ2033ММ-20Н-20У3-А 380 В, 50 Гц	1	
OF2	Выключатель АЕ2033ММ-20Н-20У3-А 380 В, 50 Гц	1	
OF3	Выключатель АЕ2033ММ-20Н-20У3-А 380 В, 50 Гц	1	
SA1	Кнопка поворотная NEF30-Рсс, I-0-II (stable/stable/stable), красная XY, XY Poland, Sosnowiec, SN Promet, Elementy sterownicze i sygnalizacyjne, 1999	1	
SB1, SB3	Выключатель KEI81У3, исп. 2, красная TV16-642.015-84	2	

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
SB2, SB4, SB5	Выключатель KEI81У3, исп. 2, зеленая TV16-642.015-84	3	
SF1	Выключатель ЭВФ-102-1/03, 220/380 В, 50 Гц, 3 А ГОСТ 50345-92	1	
SL1	Блок сигнализации уровня мембранной БСУ-1 У2 TV 1696 ИЖТЛ656111.116 TV	1	
SL2	Сигнализатор уровня СУ-1Ф У2 TV 1696 ИЖТЛ656111.117 TV	1	
SO1, SO2	Микровыключатель МП1101ЛМД3.12А, толкатель базовый способ крепления TV16-526.322-78	2	

03.49.007.11-АТХ			
Разработчик	Составитель	Лист	Листов
Павлов	С	1	2
Перечень элементов			БГАТУ АЭФ 19а
Копировал			Формат А4

03.49.007.11-АТХ			
Разработчик	Составитель	Лист	Листов
Павлов	С	1	2
Перечень элементов			БГАТУ АЭФ 19а
Копировал			Формат А4

Рис. П2.7. Перечень элементов

Пример выполнения принципиальной схемы управления на базе α -контроллера

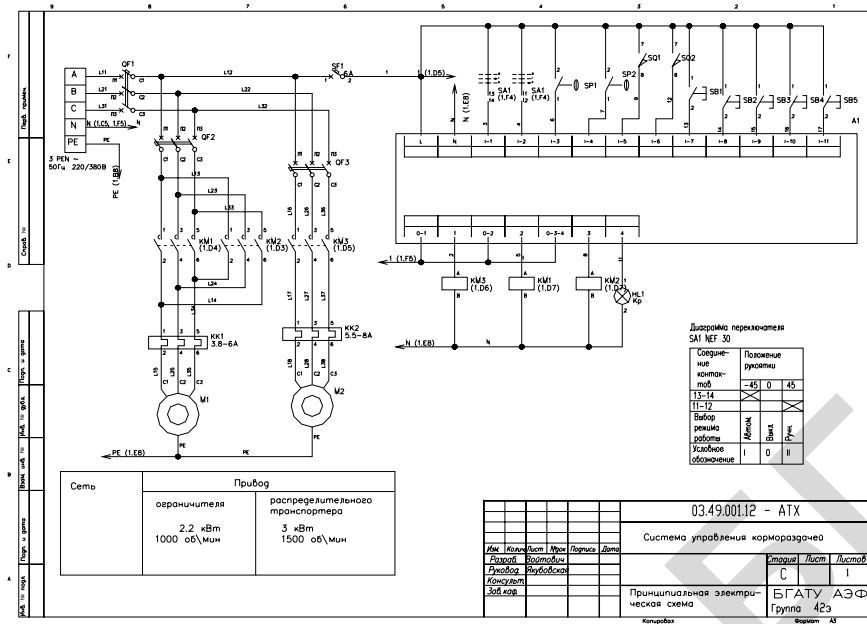


Рис. ПЗ.1. Схема электрическая принципиальная управления кормораздачей с помощью α -контроллера

Позиц. обозначения	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Контроллер AL2-14MR-A 215072	1	
	Модель расширения AL2-4EX-A2 142522	1	
HL1	Светодиодная индикаторная лампа СКЛ 14. В-К-2-220, красный ЕНСК.433137.014 ТУ	1	
	Реле электротепловое токовое		
KK1	РТЛ-1010 04, In=3.8-6.0 А ТУ-16-523.549-82	1	
KK2	РТЛ-1012 04, In=5.5-8.0 А ТУ-16-523.549-82	1	
KM1, KM2	Пускатель магнитный ПМА-1160М Б, 220 В, 50 Гц ТУ-У-311-05814256-097-97	3	
	Двигатель ТУ РБ-05755950-420-93		
M1	АИР90L4 03, 22 кВт, 380 В, 50 Гц, И0380, 1500 Об/мин	1	
M2	АИР90L4 03, 3 кВт, 380 В, 50 Гц, И0380, 1500 Об/мин	1	
	Выключатель ТУ16-522.148-80		
OF1	AE2033M-20H-20Y3-A 380В, 50Гц, 16А, 12In	1	
OF2	AE2033M-20H-20Y3-A 660В, 50Гц, 5А, 12In	1	
OF3	AE2033M-20H-20Y3-A 660В, 50Гц, 6А, 12In	1	
01.49.001.12 - АТХ ПЗЗ			
Система управления нормораздачей			
Мем. Разраб.	Ковал. Вятский	С	1
Авт. Вязовская	Консульт.	1	2
Перечень элементов		БГАТУ АСУП Группа 1а	
Формат А4			

Позиц. обозначения	Наименование	Кол.	Примечание
SA1	Кнопка поворотная NEF30-Рсс, I-0-II (stable/stable/stable), красный, ХУ, ХУ	1	
S01, S05	Выключатель KE181B3, исп. 4, серии ТУ16-642.015-84	5	
SF1	Выключатель ВК51-31-1400000000X3 220В, 50Гц, 6.3 А, исполнение для крепления на панели ТУ16-641.002-83	1	
SP1, SP2	Сигнализатор уровня мембранный СУМ-1 У2	2	
S01, S02	Выключатель ВП19М216412-004216, толкатель фронтальный способ крепления ТУ16-526.516-83	2	
01.49.001.12 - АТХ ПЗЗ			
Система управления нормораздачей			
Мем. Разраб.	Ковал. Вятский	С	1
Авт. Вязовская	Консульт.	1	2
Перечень элементов		БГАТУ АСУП Группа 1а	
Формат А4			

Рис. ПЗ.2. Перечень элементов к принципиальной схеме рис. ПЗ.1

Функциональные возможности α -контроллера

Контроллеры α -серии или α -контроллеры (табл. П4.1 и П4.2) являются простыми многофункциональными контроллерами, хорошо приспособленными для решения задач управления технологическими процессами. Контроллер α -серии, разработанный как компактное универсальное изделие (рис. П4.1) для решения несложных задач, может вести управление в режиме реального времени. Однако следует исключить использования контроллеров данной серии, когда требуется обеспечить повышенную надежность управления (атомные станции и процессы, несущие повышенную опасность для обслуживающего персонала).

Характерные особенности α -контроллеров:

- возможность отображения информации о состоянии параметров на ЖКИ-экране;
- легкость программирования;
- множество перезаписи программ;
- возможность поддержания аналогового входа и аналогового выхода;
- возможность пересылки данных по GSM модему;
- высокоскоростной счетчик.

Таблица П4.1

Модификация контроллеров

Модель	Источник питания	Входная цепь		Выходная цепь		Размеры, мм
		Тип	Кол-во	Тип	Кол-во	
AL2-14MR-A	-100–240 В	-100–240 В	8	Реле	6	124,6×90×52
AL2-14MR-D	= 24 В	= 24 В Сток/Источник	8	Реле	6	
AL2-24MR-A	-100–240 В	-100–240 В	15	Реле	9	
AL2-24MR-D	= 24 В	= 24 В Сток/Источник	15	Реле	9	124,6×90×52

Схемы подключения входов и выходов контроллера даны на рис. П1.2–П1.4, модулей расширения – на рис. П1.5–П1.10.

Таблица П4.2

Модификация модулей расширения

Модель	Входная цепь		Выходная цепь	
	Тип	Кол-во	Тип	Кол-во
AL2-4EX-A2	-220–240 В	4	–	
AL2-4EX	= 24 В Сток/Источник	4	–	
AL2-4EYR	–		–	4
AL2-4EYT	–		–	4
AL2-ASI-BD	Вход AS-интерфейс	4	Выход AS-интерфейс	4
AL2-2DA	–		Аналоговый сигнал (от 0 до 10 В или от 4 до 20 мА)	2
AL2-2PT-ADP	Датчик температуры PT-100	2	Аналоговый сигнал (от 0 до 10 В)	2
AL2-2TC	Датчик температуры терморезистивный (тип «К»)	2	Аналоговый сигнал (от 0 до 10 В)	2

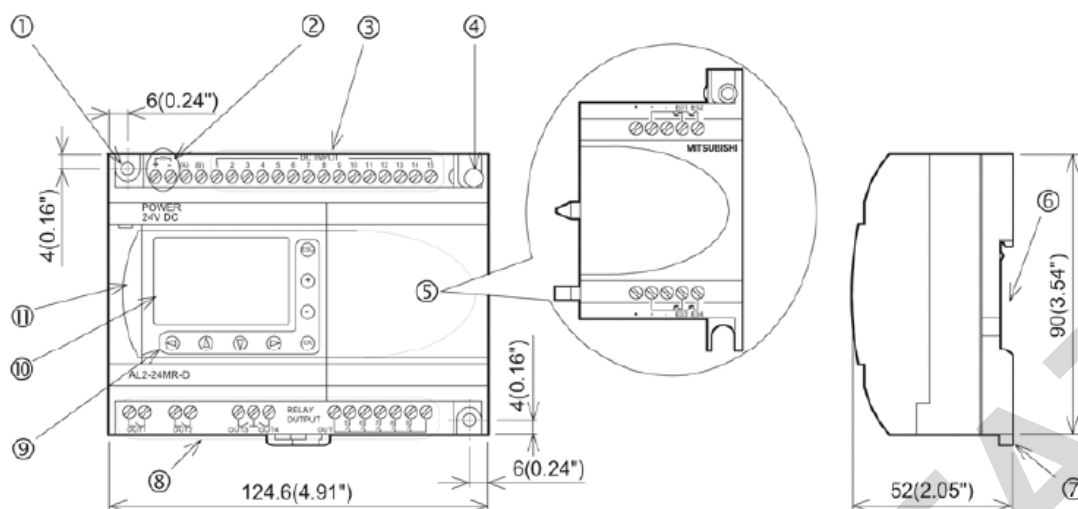


Рис. П4.1. Составные части контроллера:

1 – монтажное отверстие; 2 – контактные клеммы подключения питания; 3 – контактные клеммы подключения входных цепей; 4 – монтажный винт для присоединения корпуса расширителя или расширительного модуля; 5 – корпус расширителя или расширительный модуль; 6 – канавка для установки рельса в стандарте DIN; 7 – монтажные зажимы для установки рельса в стандарте DIN; 8 – выходные контактные клеммы; 9 – операционные клавиши; 10 – жидкокристаллический дисплей; 11 – крышка порта связи для программирования



Рис. П4.2. Схема электрических соединений с источником питания переменного тока и входными цепями:

1 – источник питания переменного тока (= 24 В); 2 – устройство отсоединения цепи; 3 – устройство защиты схемы (ограничение до 1 А); 4 – контактные клеммы подключения источника питания переменного тока; 5 – неиспользуемые контактные клеммы; 6 – входные контактные клеммы; 7 – цифровые входные выключатели

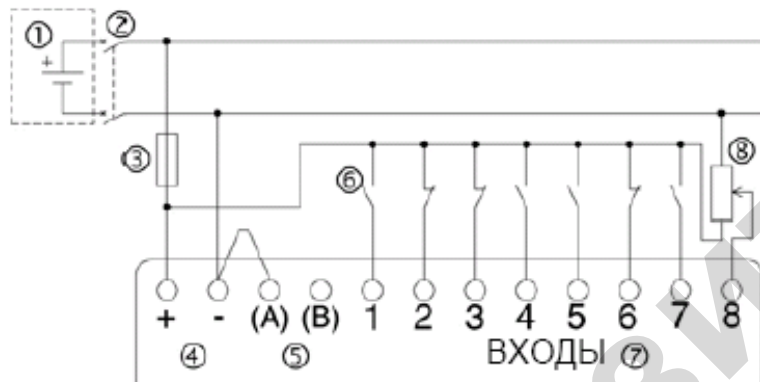


Рис. П4.3. Схема электрических соединений с источником постоянного тока и с входными цепями (при подключении источника с общим «+»):

1 – источник питания постоянного тока (= 24 В); 2 – устройство отсоединения цепи; 3 – устройство защиты схемы (ограничение до 1 А); 4 – контактные клеммы подключения источника питания постоянного тока; 5 – входные контактные клеммы для соединения со стоком/источником; 6 – входные датчики-выключатели; 7 – входные контактные клеммы; 8 – аналоговый вход

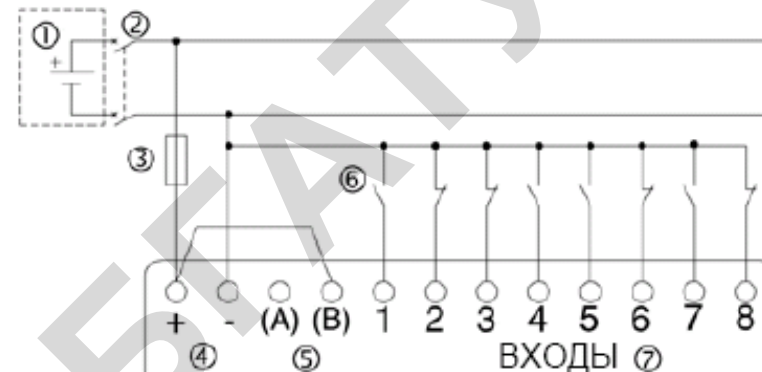


Рис. П4.4. Схема электрических соединений с источником постоянного тока и с входными цепями со стоком (при подключении источника с общим «-»):

1 – источник питания постоянного тока (= 24 В); 2 – устройство отсоединения цепи; 3 – устройство защиты схемы (ограничение до 1 А); 4 – контактные клеммы подключения источника питания постоянного тока; 5 – входные контактные клеммы для соединения со стоком/источником; 6 – входные датчики-выключатели; 7 – входные контактные клеммы

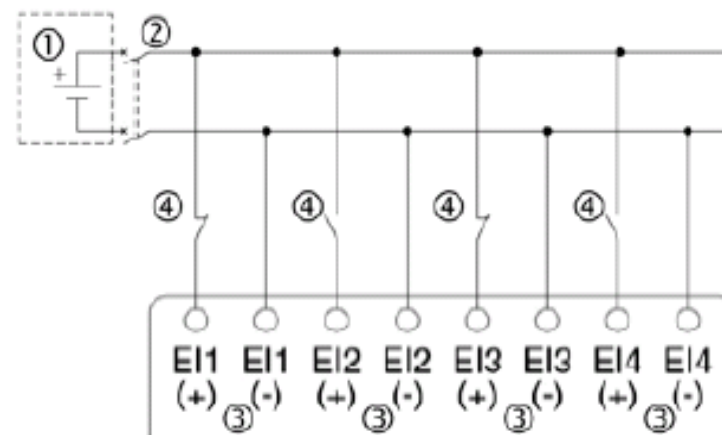


Рис. П4.5. Схема электрических соединений с входными цепями, для AL2-4EX (при подключении источника с общим «+»):

1 – источник питания постоянного тока (= 24 В); 2 – устройство отсоединения цепи; 3 – входные контактные клеммы; 4 – входные датчики-выключатели

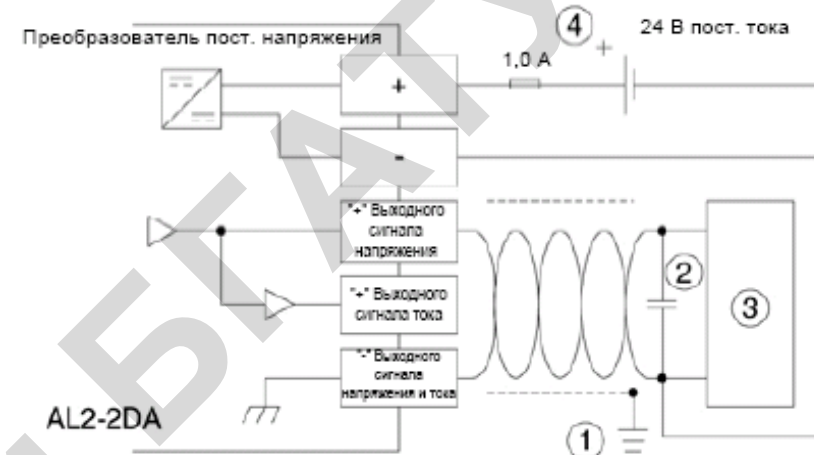
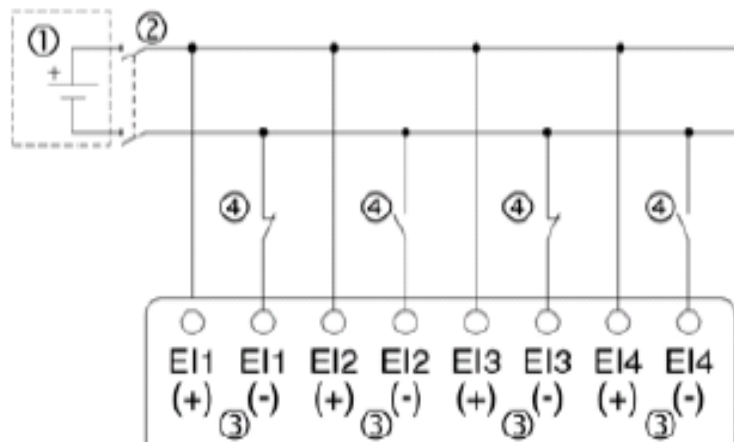
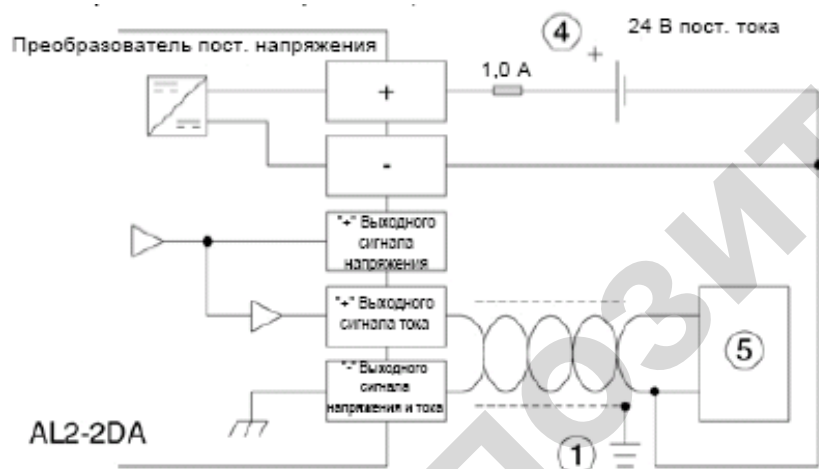


Рис. П4.6. Схема электрических соединений с входными цепями, для AL2-4EX, со стоком (при подключении источника с общим «←»):

1 – источник питания постоянного тока (= 24 В); 2 – устройство отсоединения цепи; 3 – входные контактные клеммы; 4 – входные датчики-выключатели

Рис. П4.7. Схема электрических соединений для AL2-2DA:

а) в режиме выходного сигнала напряжения; б) в режиме выходного сигнала тока; I – заземляющее сопротивление 100 Ом или менее; 2 – конденсатор, подключаемый в случае шума; 3 – внешнее оборудование, такое как инвертор; 4 – внешний источник питания постоянного тока (= 24 В); 5 – внешнее оборудование, такое как записывающий измерительный прибор



а)

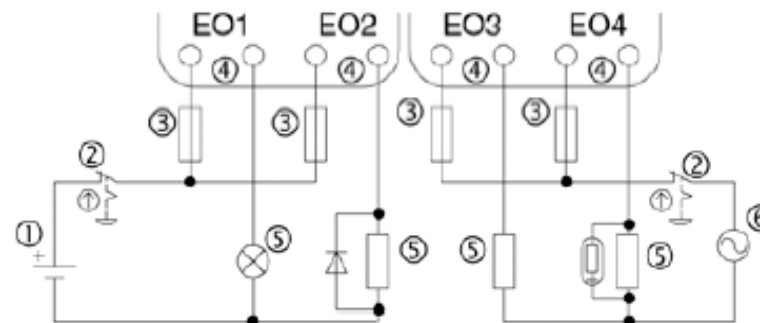


Рис. П4.8. Схема электрических соединений выходных цепей AL2-4EYR (переменный ток и/или постоянный ток):

1 – источник питания постоянного тока (= 24 В); 2 – аварийный выключатель; 3 – устройство защиты схемы (предохранитель ≤ 3 А); 4 – взаимно-исключающие выходы; 5 – выходные устройства; 6 – источник питания переменного тока

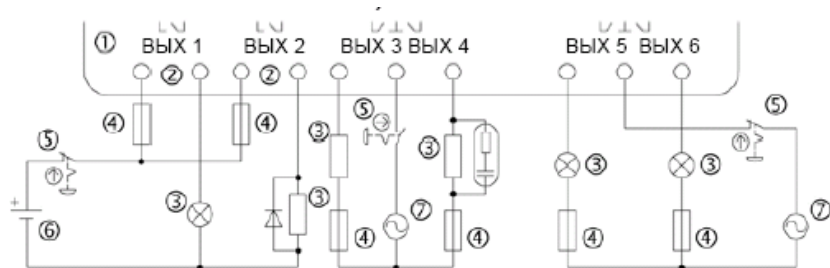


Рис. П4.9. Схема электрических соединений выходных реле главного блока (переменный ток и/или постоянный ток):

1 – главный блок контроллера; 2 – взаимоисключающие выходы; 3 – выходные устройства; 4 – устройства защиты схемы; 5 – аварийный выключатель; 6 – источник питания постоянного тока; 7 – источник питания переменного тока

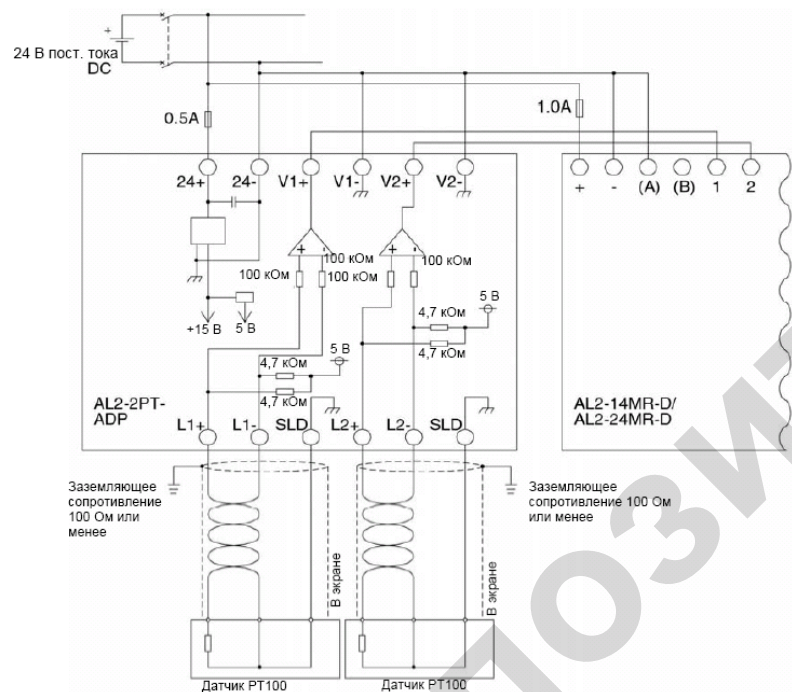












Рис. 4.10. Схема электрических соединений для AL2-2PT-ADP

Наименование и изображение инструмента	Функциональное назначение блока
1	2
Группа <i>Входные сигналы/ Input Signals</i> (Панель IN – входные сигналы). Входной сигнал может иметь тип ЦИФРОВОЙ или АНАЛОГОВЫЙ. При размещении входного сигнала (цифрового или аналогового) во входном прямоугольнике (блоке IO) в окне Fbd, код устройства сигнала будет иметь символ «I». Аналоговые входные сигналы не могут размещаться в области соединительных проводов окна Fbd. Если входной цифровой сигнал размещен в окне Fbd в области соединительных проводов или в окне схематического представления, то код устройства сигнала будет иметь символ «B».	
	Двоичный вход AC/BINARY INPUT AC
	Двоичный вход DC/BINARY INPUT DC
	Аналоговый вход DC/ANALOG INPUT DC
	Аналоговый вход/ANALOG INPUT
	Аналоговый вход PT100/ANALOG INPUT PT100
	Аналоговый вход TC/ANALOG INPUT TC
	Вход S/INPUT S
	Рычажный переключатель с перекидной головкой/ TOGGLE SWITCH
	Переключатель нажимного действия/ PUSH SWITCH
	Ограничительный датчик/LIMIT SENSOR
	Датчик «Горячей» линии/HOTLINE SENSOR
	Датчик контроля человека/HUMAN SENSOR
	Контакт реле/RELAY POINT

1	2
Группа <i>Стандартные функции/Standard Functions</i> (Панель Functions – функции)	
Альтернативная/ Alternate 	Альтернативная функция осуществляет переключение выходного сигнала всякий раз, когда происходит изменение состояния входного сигнала с OFF на ON. Если сигнал сброса имеет состояние ON, то выход изменяется на OFF независимо от состояния входного сигнала
Булево/ Boolean 	Эта функция выполняет логические операции в уравнениях булевой алгебры с максимальным числом входов, равным 4. Подключаемые входные сигналы должны быть только двоичного типа. В состав функции включены приведенные ниже логические операторы и круглые скобки: · И/AND · ИЛИ/OR · Исключающее ИЛИ/XOR · НЕТ/NOT · (– левая скобка ·) – правая скобка
Сравнить/ Compare 	Функция Compare выполняет сравнение двух подключенных к ней входов. Входами могут служить: · значения установки параметров и текущие значения других функций; · аналоговое значение аналогового входного сигнала и выходное значение функции Gain; · постоянные значения при отсутствии подключенных к выводам функции сигналов или других функций. Функция имеет один вывод для двоичного входа, два вывода для входов типа Слово /Word и один двоичный выход. Если подключен вывод двоичного входа, то процесс сравнения выполняется только при состоянии двоичного входа – ON. Если состояние двоичного входа – OFF, то процесс сравнения не выполняется

1	2
Задержка/ Delay 	По отношению к заданному входу эта функция обеспечивает задержку выходного сигнала в течение заданного времени. Время Задержки по включению/ON delay и Задержки по выключению/OFF delay можно установить в Диалоге задержки/Delay dialog. Эта функция имеет вывод двоичного входа, вывод входа сигнала сброса, вывод двоичного выхода и один вывод выхода типа слово (для записи текущего значения). Вывод входа сигнала сброса используется для установки выхода в состояние OFF, даже если состояние входа ON
Триггер Шмидт/ Schmitt Trigger 	Функция триггер Шмидта имеет также название функция Гистерезиса/Hysteresis (запаздывание). Она имеет задаваемые нижний и верхний пороговые значения и изменяемое входное значение. Функция триггер Шмидта имеет один двоичный вход, три входных вывода типа слово и один двоичный выход
Сравнение зон/ Zone Compare 	Функция сравнения зон проверяет, находится ли входная величина в пределах зоны, ограниченной верхними и нижними границами, а именно, Малой/Small и Большой/Large, которые могут быть установлены в Диалоге сравнения зон/Zone compare dialog. Если изменяемая величина оказывается в пределах зоны сравнения, то выход изменится на ON или OFF, в зависимости от установленной пользователем опции (ON in the zone или OFF in the zone). По умолчанию установлена опция ON in the zone
Реле времени / Time Switch 	Реле времени/Time Switch представляет собой таймер для аппаратных средств контроллера. Он используется для переключения выхода в назначенное время в состояние ON или OFF

1	2
<p>Отображение/Display</p> 	<p>Функция отображения/Display function управляет отображаемой информацией на LCD дисплее контроллера. Используя эту функцию, пользователь может ввести текст (длиной до 63 символов) или определить параметры отображаемой функции</p>
<p>ПИД-регулятор/ PID</p> 	<p>Эта функция используется в PID (пропорционально – интегрально-дифференциальном) управлении. С помощью PID управления можно контролировать процессы, например, поддержания заданного значения температуры. Результатом выполнения операции FB является Величина управляющего воздействия/Manipulation value (MV), рассчитываемая на основе Установленного значения/Set value (SV), Значения процесса/Process value (PV) и параметров FB</p>
<p>Аналоговый выход/ Analog Output</p> 	<p>Эта функция используется для преобразования цифрового значения, представленного в виде константы в формате слово, аналогового входа или выхода типа слово другого FB в аналоговое значение для вывода по одному из двух каналов AL2-2DA платы расширения.</p> <p>Для каждого из каналов 2DA платы может быть выбран или режим источника напряжения или режим источника тока. В режиме источника напряжения цифровое значение от 0 до 4000 преобразуется в величину напряжения в диапазоне от 0 до 10 В в режиме источника тока, цифровое значение от 0 до 2000 преобразуется в величину тока в диапазоне от 4 до 20 мА. Функциональный блок имеет только 3 входных вывода. Выходные выводы отсутствуют</p>
<p>Группа <i>Логические функции / Logic Functions</i> (Панель Logic – логические функции)</p>	

1	2
<p>И/AND</p> 	<p>Данная функция предназначена для выполнения с входными сигналами логической операции AND (И): если состояние всех входов ON, то состояние выхода будет ON, иначе состояние выхода OFF. Подключаемые к входам сигналы должны быть только двоичными. У функции имеется 4 вывода двоичного входа и 1 вывод двоичного выхода</p>
<p>ИЛИ/OR</p> 	<p>Данная функция предназначена для выполнения с входными сигналами логической операции OR (ИЛИ): если все входы имеют состояние OFF, то состояние выхода OFF, иначе состояние выхода ON. Подключаемые к входам сигналы должны быть только двоичными. У функции имеется 4 вывода двоичного входа и 1 вывод двоичного выхода</p>
<p>НЕ/NOT</p> 	<p>Данная функция предназначена для выполнения с входными сигналами логической операции NOT (НЕ): выход является отрицанием входа. Подключаемые ко входам сигналы должны быть только двоичными. У функции имеется 1 вывод двоичного входа и 1 вывод двоичного выхода</p>
<p>Исключающее ИЛИ/XOR</p> 	<p>Данная функция предназначена для выполнения с входными сигналами логической операции XOR (исключающее ИЛИ): если оба входа одновременно имеют состояние OFF или ON, то выход – OFF, иначе выход – ON. Подключаемые к входам сигналы должны быть только двоичными. У функции имеется 2 вывода двоичного входа и 1 вывод двоичного выхода</p>
<p>И-НЕ/NAND</p> 	<p>Данная функция предназначена для выполнения с входными сигналами логической операции NAND (И-НЕ): если состояния всех входов ON, то состояние выхода OFF, иначе выход имеет состояние ON. Подключаемые к входам сигналы должны быть только двоичными. У функции имеется 4 вывода двоичного входа и 1 вывод двоичного выхода</p>

1	2
ИЛИ-НЕ/ NOR 	Данная функция предназначена для выполнения с входными сигналами логической операции NOR (НЕ-ИЛИ): если состояние всех входов OFF, то состояние выхода ON, иначе состояние выхода OFF. Подключаемые к входам сигналы должны быть только двоичными. У функции имеется 4 вывода двоичного входа и 1 вывод двоичного выхода
<p>Группа <i>Выходные сигналы/Output Signals</i> (Панель OUT – Выходные сигналы). Выходные сигналы могут быть только цифровыми. Код устройства выходного сигнала – «O». Если выходной сигнал помещен в окно Fbd или окно схематического представления, то код устройства сигналов станет «B». Выходной сигнал имеет один входной вывод и один вывод для выхода.</p>	
	Двоичный выход/BINARY OUTPUT
	Выход S/OUTPUT S
	Световой индикатор/LIGHT
	Светодиод/LED
	Обмотка реле/RELAY COIL
	Электромагнитный контактор/ MAGNETIC CONTACTOR
	Электромагнитная катушка/ ELECTRO MAGNETIC BULB
	Цилиндр/CYLINDER
	Двигатель/MOTOR
	Устройство звуковой сигнализации/BUZZER
	Вентилятор/VENTILATION FAN
	Нагреватель/HEATER
	Электромагнитная муфта/ ELECTRO MAGNETIC CLUTCH

Пример выполнения таблиц соединений

ТС	Провод-ник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Приме-чание
	Таблица соединений выполнена на основании				
	03.49.001.12 - АТХ 33				
	L11	Ввод	QF1:Л1	ПВЗ 4 черный	Н 1/4
	L21	Ввод	QF1:Л2	ПВЗ 4 черный	Н 1/4
	L31	Ввод	QF1:Л3	ПВЗ 4 черный	Н 1/4
	L12	QF1:C1	QF2:Л1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L22	QF1:C2	QF2:Л2	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L32	QF1:C3	QF2:Л3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L12	QF1:C1	QF3:Л1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L22	QF1:C2	QF3:Л2	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L32	QF1:C3	QF3:Л3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L12	QF1:C1	SF1:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L13	QF2:C1	KM1:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L23	QF2:C2	KM1:3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L33	QF2:C3	KM1:5	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L13	QF2:C1	KM2:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L23	QF2:C2	KM2:3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L33	QF2:C3	KM2:5	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L14	KM1:2	KK1:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L24	KM1:4	KK1:3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	L34	KM1:6	KK1:5	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
	03.49.001.АТХ7-1				
Изм.	Колич/Лист	Ввод	Подпись	Дата	
Разраб.	Войтович				Стация
					Лист
					Листов
					С 1 3
Руковод	Грэм				Таблица соединений внутренних проводов
Консульт	Грэм				
					БАТУ АСУП Группа 53 а

Формат А4

Провод-ник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Приме-чание
L14	КМ2:4	КК1:1	ПВЗ 4 черный	Н 1/2,5
L24	КМ2:2	КК1:3	ПВЗ 4 черный	Н 1/2,5
L34	КМ2:6	КК1:5	ПВЗ 4 черный	Н 1/2,5
L15	КК1:2	ХТ1:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L25	КК1:4	ХТ1:2	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L35	КК1:6	ХТ1:3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L16	QF3:C1	КМ3:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L26	QF3:C2	КМ3:3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L36	QF3:C3	КМ3:5	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L17	КМ3:2	КК2:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L27	КМ3:4	КК2:3	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L37	КМ3:6	КК2:5	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L18	КК2:2	ХТ1:6	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L28	КК2:4	ХТ1:7	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
L38	КК2:6	ХТ1:8	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
PE	Ввод	ХТ1:4	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
PE	ХТ1:4	ХТ1:5	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
PE	ХТ1:5	ХТ2:1	ПВЗ 2,5 черный	Н 1/2,5
N	Ввод	ХТ1:9	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
N	ХТ1:9	ХТ2:2	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
N	ХТ2:2	A1:N	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
N	A1:N	КМ3:B	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
N	КМ3:B	КМ1:B	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
N	КМ1:B	КМ2:B	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
N	КМ1:B	HL1:1	ПВЗ 1 желто-зеленый	Н 1/2,5
8	SF1:2	A1:L	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	A1:L	A1:П-1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	A1:П-1	A1:П-2	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	A1:П-2	A1:П-3-4	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
03.49.001.АТХ7-1				Лист 2

Формат А4

Провод-ник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Приме-чание
8	SF1:2	SA1:13	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SA1:13	SA1:11	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SA1:11	SB1:1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SB1:1	SB2:1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SB2:1	SB3:1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SB3:1	SB4:1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SB4:1	SB5:1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	SF1:2	ХТ1:11	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	ХТ1:11	ХТ1:12	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	ХТ1:12	ХТ1:13	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
8	ХТ1:13	ХТ1:14	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
9	A1:1	КМ3:A	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
11	SA1:14	A1:1-1	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
12	SA1:12	A1:1-2	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
13	A1:2	КМ1:A	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
14	ХТ1:15	A1:1-3	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
15	ХТ1:16	A1:1-4	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
16	A1:3	КМ2:A	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
17	ХТ1:17	A1:1-5	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
18	A1:4	HL1:2	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
19	ХТ1:18	A1:1-6	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
21	SB1:2	A1:1-7	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
22	SB2:2	A1:1-8	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
23	SB3:2	A1:П11	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
24	SB4:2	A1:П12	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
26	SB5:2	A1:П13	ПВЗ 1 красный	Н 1/2,5
03.49.001.АТХ7-1				Лист 3

Формат А4

Исходные данные для компоновки аппаратуры в НКУ

В табл. Пб.1 даются размеры между аппаратами, устанавливаемыми на двери ящиков и шкафов НКУ. В табл. Пб.2 даются зоны аппаратов, устанавливаемые в НКУ на рейках.

Возможны 3 способа (варианта) крепления аппарата на реечной панели (рис. Пб.1):

- а) на одной рейке – вариант 1;
- б) на двух рейках непосредственно – вариант 2;
- в) на двух рейках посредством переходной пластины – вариант 3.

По варианту 1 крепятся аппараты, имеющие два установочных отверстия, расположенных по горизонтальной оси, например: тепловое реле РТТ при горизонтальном расположении, предохранители ПРС и ППШ при расположении их по диагонали.

По варианту 2 крепятся аппараты, у которых установочный размер по вертикали кратен перфорации стоек панелей. Как правило, это новые аппараты (ПМЛ, ПМА и т. п.)

Предпочтительными являются варианты 1 и 2. Для наиболее часто применяемых аппаратов предусмотрено два размера зон по высоте. Предпочтение следует отдавать меньшему размеру, но если в одном ряду устанавливаются аппараты с разной высотой зоны, то можно выбирать любой размер зоны, обеспечивая оптимальный вариант для конкретного ряда и панели в целом.

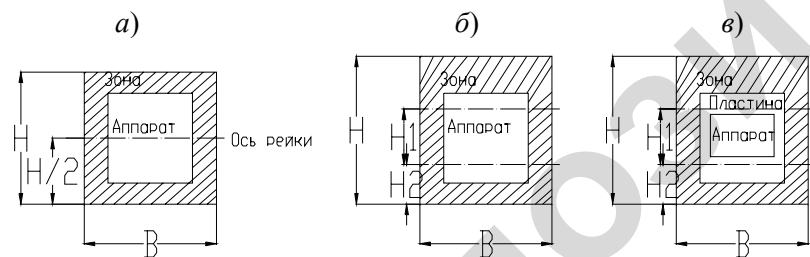


Рис. Пб.1. Способы крепления аппаратов на реечной панели:
а) – вариант 1; б) – вариант 2; в) – вариант 3

Минимальные расстояния между аппаратами и приборами на крышках пультов и дверях ящиков и шкафов

Наименование и тип аппарата	Кнопки и выключатели						Светотехника				Приборы			Реле	Табл.
	КЕ 011 ПЕ 011	УП 5300 ПКУЗ-12	ПВХ-16	ПМО	ПТ26-1	ПТ26-2	АС12011 АСЛ2015	Табло ТСМ	Табло ТСБ	Табло ТСКЛ	М381 3355	М 42100	М 42101	РЭУ-11	16×74
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
КЕ 011 ПЕО011	80 80-80 60	110 100-100 55	60 90-90 75	80 90-90 80	50 80-80 50	70 80-80 70	60 80-80 60	65 80-80 65	65 95-95 65	60 80-80 60	105 100-100 105	65 80-80 65	75 80-80 75	80 80-80 80	30 -- -
УП 5300 ПКУЗ-12	95 100-100 110	130 130-130 130	110 120-120 125	100 120-120 100	85 105-105 85	105 85-85 105	90 90-90 90	100 95-95 100	100 125-125 100	95 100-100 95	140 130-130 155	130 110-110 135	110 100-100 125	115 105-105 125	55 -- -
ПВХ-16	75 90-90 80	125 120-120 110	90 110-110 100	100 110-110 100	85 95-95 85	85 80-80 85	70 80-80 70	80 85-85 80	80 115-115 90	75 90-90 75	120 120-120 120	100 100-100 100	80 90-90 85	95 95-95 95	70 -- -
ПМО	85 95-95 85	120 120-120 120	100 110-110 100	110 110-110 110	75 95-95 75	95 80-80 95	95 80-80 95	90 95-95 90	90 115-115 90	85 90-90 85	130 125-125 130	110 100-100 110	100 95-95 100	105 95-95 95	55 -- -

Продолжение табл. Пб.1

Наименование и тип аппарата	Кнопки и выключатели						Светотехника				Приборы			Реле	Табл.
	КЕ 011 ПЕ 011	УП 5300 ПКУЗ-12	ПВХ-16	ПМО	ПТ26-1	ПТ26-2	АС12011 АСЛ2015	Табло ТСМ	Табло ТСБ	Табло ТСКЛ	М381 3355	М 42100	М 42101	РЭУ-11	16×74
ПТ26-1	60 80-80 70	100 100-100 85	65 90-90 65	75 95-95 75	40 80-80 40	-	45 80-80 45	55 80-80 55	55 95-95 55	50 80-80 50	95 100-100 95	75 80-80 75	65 80-80 85	70 80-80 70	20 -- -
ПТ26-2	70 80-80 70	115 85-85 100	80 80-80 80	85 80-80 95	-	70 80-80 70	60 80-80 90	70 80-80 70	70 80-80 90	70 80-80 70	110 85-85 110	80 80-80 80	80 80-80 80	80 80-80 80	35 -- -
АС12011 АСЛ2015	80 80-80 80	130 80-90 80	100 80-80 70	95 80-80 95	50 80-80 60	80 80-80 80	80 80-80 80	80 80-80 80	90 85-85 90	70 60-60 70	130 100-100 100	100 80-80 80	70 80-80 70	70 80-80 90	25 -- -
Табло ТСМ	65 80-80 65	115 95-95 100	80 85-85 80	90 90-90 90	55 80-80 55	75 80-80 75	60 80-80 90	70 80-80 70	70 90-90 70	65 80-80 65	110 95-95 110	90 80-80 90	80 80-80 80	85 80-80 85	35 -- -

Наименование и тип аппарата	Кнопки и выключатели						Светотехника				Приборы			Реле	Табл.
	КЕ 011 ПЕ 011	УП5300 ПКУ3-12	ПВХ-16	ПМО	ПТ26-1	ПТ26-2	АС12011 АСЛ2015	Табло ТСМ	Табло ТСБ	Табло ТСКЛ	М381 3355	М 42100	М 42101	РЭУ-11	16×74
Табло ТСБ	65 85-85 65	115 125-125 120	80 115-115 80	90 115-115 90	55 100-100 55	75 80-80 75	60 85-85 90	70 80-80 70	70 120-120 70	65 95-95 65	110 125-125 110	80 105-105 80	90 95-95 80	85 100-100 85	35 -- -
Табло ТСКЛ	60 80-80 80	95 100-100 95	75 80-80 75	85 90-90 85	50 80-80 50	70 80-80 70	70 80-80 70	65 80-80 65	65 95-95 65	60 80-80 60	105 105-105 105	85 80-80 85	75 80-80 75	80 85-85 80	25 -- -
М381 3355	105 100-100 105	155 130-130 140	120 120-120 120	130 125-125 130	95 110-110 95	115 90-90 115	100 100-100 130	110 85-85 110	105 105-105 105	150 140-140 150	120 120-120 120	120 120-120 120	120 110-110 120	120 110-110 125	75 -- -
М 42100	85 80-80 85	135 110-110 120	100 100-100 100	110 100-100 110	75 85-85 85	95 80-80 95	80 80-80 100	90 80-80 80	90 105-105 90	85 80-80 85	130 120-120 130	110 80-80 110	100 80-80 100	80 80-80 80	55 -- -

Наименование и тип аппарата	Кнопки и выключатели						Светотехника				Приборы			Реле	Табл.
	КЕ 011 ПЕ 011	УП5300 ПКУ3-12	ПВХ-16	ПМО	ПТ26-1	ПТ26-2	АС12011 АСЛ2015	Табло ТСМ	Табло ТСБ	Табло ТСКЛ	М381 3355	М 42100	М 42101	РЭУ-11	16×74
М 42101	75 80-80 75	125 100-100 125	90 90-90 90	100 95-95 100	65 80-80 65	85 80-80 85	70 80-80 70	80 80-80 80	80 85-85 80	75 80-80 75	130 110-110 130	100 80-80 100	90 80-80 90	95 80-80 95	45 -- -
РЭУ 11	80 80-80 80	115 105-105 115	95 95-95 95	105 95-95 105	70 80-80 70	90 80-80 90	70 80-80 70	85 80-80 85	85 100-100 85	80 80-80 80	125 110-110 125	105 85-85 105	85 80-80 85	100 80-80 100	25 -- -
16x74	80 -- -	80 -- -	40 -- -	35 -- -	20 -- -	35 -- -	25 -- -	35 -- -	35 -- -	25 -- -	75 -- -	55 -- -	45 -- -	25 -- -	

Таблица Пб.2

Зоны аппаратов в НКУ на рейках

Тип аппарата	Размеры зоны, мм				Вариант	
	Н	Н1	Н2	В		
1	2	3	4	5	6	
<i>Контакты</i>						
МК1, МК2, МК3	250	150	50	200	2	
МК4, МК5-01	250	150	50	250	2	
МК5-10	350	150	100	150	3	
МК6	600	150	150	150	3	
КМТ 13 кол-во в 1-й зоне	1 4 8 16	100	50	25	50	3
		100	50		200	3
		100	50		400	3
		200	150	25	400	3
КМТ-17,17Д 1	150	—	75	120	1	
ПМЛ1000, ПМЛ110Х	150	50	50	80	2	
ПМЛ110Х+ПКЛ	200	150	25	75	3	
То же, но 2 шт.	250	150	50	100	3	
ПМЛ110Х+РТЛ	150	175	50	75	2	
-//-+РТЛ+ОПН	150	250	150	50	3	
	200	175	50	75	2	
-//-150Х	250	150	50	75	3	
	150	50	50	110	2	
-//-150Х+ПКЛ	200	50	50	110	3	
-//-150Х+ОПН	150	50	50	150	2	
-//-150Х+ПКЛ+ОПН	200	150	25	150	3	
-//-150Х+РТЛ	175	50	75	110	2	
-//-150Х+РТЛ+ОПК	250	150	50	110	3	
	175	50	75	150	2	
	250	150	50	150	3	
ПМЛ2000, ПМЛ210Х	150	50	50	60	2	
-//-210Х+ПКЛ	200	150	25	80	3	
-//-210Х+ОПН	150	50	50	80	2	

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
-//-210Х+ПКЛ+ОПН	200	150	25	80	3
-//-210Х+РТЛ	175	50	75	60	2
	250	150	50	80	3
-//-210Х+РТЛ+ОПН	175	50	75	80	2
	250	150	50	80	3
-//-250Х	150	50	50	130	2
-//-250Х+ПКЛ	200	150	25	130	3
-//-250Х+ОПН	150	50	50	170	2
-//-250Х+ПКЛ+ОПН	200	150	25	170	3
-//-250Х+РТЛ	200	50	100	130	2
	250	150	50	130	3
-//-250Х+РТЛ+ОПН	200	50	100	170	2
	250	150	50	170	3
ОМЛ110Х+ОПН	150	50	50	75	2
-//-110Х+ПКЛ+ОПН	200	150	25	75	3
ПМА3000, ПМА3102	250	150	50	100	3
3102+ОПН	250	150	50	140	3
3202П	300	150	100	100	3
3202П+ОПН	300	150	100	140	3
3502	200	100	50	210	2
3502+ОПН	200	100	50	210	2
3602П	300	100	150	210	2
3602П+ОПН	300	100	150	210	2
ПМА4000, ПМА4102	250	100	75	120	2
	250	150	50	165	3
4102+ОПН	250	100	75	165	2
	250	150	50	165	3
4202П	300	100	125	120	2
	300	150	100	165	3
4202П+ОПН	300	100	125	165	2
	300	150	100	165	3
4502	250	100	75	290	2
	250	150	50	325	3

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
4502+ОПН	250	100	75	300	2
	250	150	50	325	3
4602П	300	100	125	280	2
	300	150	100	325	3
4602П+ОПН	300	100	125	300	2
	300	150	100	325	3
ПМА5000, ПМА5102	300	100	100	130	2
	300	150	75	160	3
5102+ОПН	300	100	100	170	2
	300	150	75	170	3
5202П	350	100	150	160	2
	350	150	100	160	3
5202П+ОПН	350	100	150	170	2
	350	150	100	170	3
5502	300	100	100	280	2
	300	150	75	320	3
5502+ОПН	300	100	100	300	2
	300	150	75	320	3
5602П	350	100	150	280	2
	350	150	100	320	3
5602П+ОПН	350	100	150	300	2
	350	150	100	320	3
ПМА6000, ПМА6102	400	100	150	150	2
	400	150	125	180	3
6102+ОПН	400	100	150	185	2
	400	150	125	185	3
6202П	500	100	250	150	2
	500	150	200	180	3
6202П+ОПН	500	100	250	185	2
	500	150	200	185	3
6302	400	100	150	350	2
	400	150	125	385	3
6302+ОПН	400	100	150	360	2

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6	
6502П	400	150	125	385	3	
	500	100	250	350	2	
6502П+ОПН	500	150	200	385	3	
	500	100	250	360	2	
	500	150	200	385	3	
<i>Выключатели автоматические</i>						
ВА1625	1 шт.	250	150	50	30	3
	2 шт.	250	150	50	75	3
ВА51-25; ВА51Г-25		200	150	25	60	3
ВА51-31; ВА51Г-31		250	150	50	80	3
ВА51-33; ВА51Г-33		300	200	50	120	3
ВА51-35		350	200	75	120	3
ВА52-35		450	300	100	120	3
ВА51-37; ВА52-37		400	200	100	160	3
ВА53-17; 55-37; 58-37		450	250	100	160	3
ВА51-39; ВА52-39		450	300	75	230	3
ВА56-39; 55-39; 58-39		500	250	125	230	2
АЕ2000	2020	200	180	25	75	3
	2040М	250	150	50	80	3
	2050М	300	200	50	80	2
	2050	350	200	75	120	2
АП50Б 3 пол. Inp	≤25А	200	150	25	105/140	3
	≥25А	250	150	50	105/140	3
2 пол.	≤25А	200	150	25	85/140	3
	>25А	250	150	50	85/140	3
АК63 3 пол.	≤25А	200	150	25	90	3
	>25А	250	150	50	90	3
2 пол.	≤25А	200	150	25	65	3
	>25А	250	150	50	65	3
А3700 А3710 (верт. уст.)	160А	450	350	25	120	3
	250А	500	400	50	160	3
	250, 400А	600	500	50	240	3

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
630А	700	500	100	240	3
А3790 250, 400А	250	150	50	550	3
(гор. уст.) 630А	250	150	50	700	3
<i>Реле промежуточные</i>					
РПЛ; РПЛ+ПКЛ	150	50	50	60	2
-//-	200	150	25	75	3
-//- по 2 шт.	250	150	50	100	3
РПУ2-М9 гориз. уст.	150	—	75	90	1
верт. уст.	200	100	50	110	3
	200	150	25	110	3
ПЭ-37 г.у.	100	—	50	100	1
В.У.	175	100	50	110	3
	200	150	25	110	3
РП21-003	150	50	50	65	1
(с розеткой типа 3)	200	150	25	75	3
РП20М-217	200	—	100	60	1
	250	150	50	75	3
РПУ-3М	250	150	50	160	3
РПУ-4	250	150	50	75	3
РПГ4-3101; РПГ4-3120	100	50	25	40	3
РПГ10-3520	200	150	25	75	3
РПГ4-3102; РПГ4-3140	100	50	25	50	2
РПГ10-350	200	150	25	75	3
РПГ4-3160; РПГ10-3560	100	50	25	50	2
	200	150	25	75	3
РПГ14-002	100	50	25	55	2
	200	150	25	75	3
РПГ14 202; РПГ14-004	100	50	25	55	2
	200	150	25	75	3
РПГ14-402; РПГ14-204	100	50	25	65	2
РПГ14-006; РПГ14-303	200	150	25	75	3

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
<i>Реле управления</i>					
РЭ12-1	150	50	50	60	2
РЭ12-2	150	50	50	80	2
РЭ12-3	200	150	25	75	3
РЭ12-4 0,6-25А	150	50	50	80	2
РЭ12-5	200	150	25	75	3
РЭ12-1 40,63А	175	50	75	80	2
	200	150	25	75	3
12-2 100А	150	50	50	185	2
	200	150	25	185	3
12-3 160А	150	50	50	225	2
	200	150	25	225	3
12-4 250А	200	50	75	245	2
	200	150	25	245	3
12-5 320А	200	50	75	270	2
	200	150	25	270	3
400А	200	50	75	260	2
	200	150	25	260	3
600А	250	50	100	300	2
	250	150	50	300	3
РЭ-14	150	50	50	80	2
	200	150	25	75	3
РЭ16-22-1 16-40-1	150	50	50	80	2
	200	150	25	75	3
16-12-2 16-12-3	150	50	50	90	2
16-30-2 16-30-3	200	150	25	90	3
16-22-4 16-40-4	150	50	50	110	2
	200	150	25	110	3
РЭВ811 . . . 814,821,822	200	150	25	130	3
827, 851, 853, 861					
815 . . . 818, 825,826,	225	160	25	180	3
828, 852, 854, 852					
311, 312 (63А)	250	—	150	130	1

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
	250	150	50	130	3
312 (100A)	250	–	150	160	1
	250	150	50	190	3
(150A)	250	–	150	220	1
	250	150	50	250	3
(150, 300A)	250	–	150	220	1
	250	150	50	250	3
(400, 630A)	250	–	150	220	1
	250	150	50	250	3
200 40A	250	–	125	175	1
	250	150	50	180	3
63 ... 100A	250	–	125	175	1
	250	150	50	180	3
110 ... 320A	300	–	125	200	1
	300	150	50	220	3
530A	350	–	125	200	1
	350	150	50	220	3
830 0,6 ... 63A	250	–	100	140	1
	250	150	50	180	3
80 ... 100A	250	–	100	140	1
	250	150	50	180	3
120 ... 160A	250	–	100	190	1
	250	150	50	200	3
200 ... 630A	250	–	100	190	1
	250	150	50	200	3
570 0,6 ... 63A	250	–	150	130	1
	250	150	50	200	3
571T 80 ... 400A	250	–	150	130	1
	250	150	50	200	3
300 ... 630A	250	–	150	130	1
	250	150	50	250	3
РКВ11 2-контактн.	200	150	25	100	3
4-контактн.	250	150	50	100	3
ВЛ-55, ВЛ-59	150	50	50	60	2

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
	200	150	25	75	3
ВЛ-56, ВЛ-58	200	150	25	125	3
ВЛ-63, ВЛ-69	150	50	50	60	2
	200	150	25	75	3
ВС-33-1	200	150	25	75	3
	200	150	25	100	3
33-2	200	150	25	100	3
43-3	200	100	50	90	2
	200	150	25	95	3
48-8	200	100	50	125	2
	200	150	25	130	3
44-1, 44-2	200	100	50	200	2
	200	150	25	200	3
КЭП-12у	400	150	150	400	3
ЕЛ-11, 12, 13	200	150	25	75	3
УКС-1, УКС-2	250	235	25	180	2
БКС-3	250	150	50	100	3
<i>Реле защиты</i>					
РТ 140	250	150	50	140	3
РИ-153, РИ-154	200	150	25	140	3
РП-250	200	150	25	140	3
РП13-Х3; 17УХ3; 18-Х3	200	150	25	140	3
РП11, РП12	200	150	25	160	3
РП 111, РП 112	200	150	25	210	3
РВ100, РВ200	200	150	25	150	3
РВ-01	250	150	50	120	3
РВ-03	200	150	25	130	3
<i>Реле тепловые</i>					
РТЛ 1000	100	50	25	45	2
	200	150	25	70	3
РТТ-11	125	–	100	70	1
РТТ-21	125	–	100	100	1
РТТ-31 63, 80А	125	–	100	150	1
600, 185, 160	200	–	150	150	1

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6	
<i>Реле сигнальные</i>						
РЗУ-11	1 шт.	125	–	100	90	1
	2 шт.	200	150	25	45	3
РТД-11, -12		200	150	25	115	3
		250	150	50	120	3
<i>Предохранители</i>						
ПП 24-25		100	–	50	70	1
		200	150	25	75	3
ПП 24-25	(2 шт.)	200	150	25	98	3
ППТ-10		100	–	50	25	1
ПРС-6-П		100	–	50	90	1
		200	150	25	75	3
ПРС-6-П	(2 шт.)	200	150	25	110	3
ПРС-25-П		100	–	50	150	1
		200	150	25	75	3
ПРС-25-П	(2 шт.)	200	150	25	140	3
ПРС-63-П		20	150	25	80	3
	(2 шт.)	200	150	25	180	3
ПРС-100-П		150	100	25	230	3
		250	150	50	100	3
<i>Выключатели и переключатели</i>						
ПКУЗ-12	ПКУЗ-16	150	–	75	100	1
	(флажковая рукоятка)	200	150	25	120	3
ПКУЗ-12	ПКУЗ-16	200	–	100	140	1
	(револьверная рукоятка)	200	150	25	160	3
УП 5300		200	150	25	160	3
ПВХ-16, ПВХ-16	(исп. 3)	100	–	50	100	1
		200	150	25	100	3
ПВХ-25, ПВХ-25	(исп. 3)	150	–	75	150	1
		200	150	25	150	3
ПВХ-60, ПВХ-60	(исп. 3)	250	–	125	200	1
		250	150	50	200	3
ПВХ-100, ПВХ-100	(исп. 3)	300	3	150	200	1

Продолжение табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6	
ПЕ 031, ПЕ 032		300	150	75	200	3
		200	150	25	100	3
<i>Кнопки</i>						
КЕ	1 шт.	125	–	100	60	1
	2 шт.	200	150	25	100	1
<i>Приборы</i>						
Амперметр 80×80		150	–	125	95	1
Вольтметр 120×120		200	–	175	160	1
<i>Рубильники</i>						
ВР 32-31	A 11×20	250	50	100	170	2
	A 51×20	250	150	50	170	3
	A 21×20	250	50	100	210	2
	A 61×20	250	190	50	210	3
	A 31×20	250	50	100	240	2
	A 71×20	250	150	50	240	3
ВР 32-35	A 11×20	300	50	125	200	2
	A 51×20	300	150	75	200	3
	A 21×20	300	50	125	240	2
	A 61×20	300	150	75	240	3
	A 31×20	300	50	125	280	2
	A 71×20	300	150	75	280	3
37	A 11×20	350	50	150	220	2
	A 51×20	350	150	100	220	3
	A 21×20	350	50	150	270	2
	A 51×20	350	150	100	270	3
	A 31×20	350	50	150	320	2
	A 71×20	350	150	100	320	3
ВР 32-39	A 11×20	400	100	150	220	2
	51×20	400	150	125	220	3
	21×20	400	100	150	280	2
	61×20	400	150	125	280	3
	31×20	400	100	150	350	2
	71×20	400	150	125	350	3
Р 24		400	150	125	240	

Окончание табл. Пб.2

1	2	3	4	5	6
Р 34	400	150	125	300	Плита
Р 26	400	150	150	240	изоля-
Р 36	400	150	150	300	ционная
<i>Трансформаторы</i>					
ОСМ 1-0,063; 1-0,1;	200	150	25	120	3
1-0,16; 1-0,25;	200	150	25	140	3
1-0,4;	200	150	25	170	3
1-0,63; 1-1,0	250	150	50	200	3
ТСУ- 0,063;	200	150	25	170	3
-0,1; -0,16;	200	150	25	180	3
-0,25;	200	150	25	230	3
-0,4;	200	150	25	260	3
-0,63;	200	150	25	290	3
Т-0,66 200А	250	150	50	120	3
300, 400А	250	150	50	120	3
600А	300	150	75	120	3

Таблица Пб.3

Зоны малогабаритной аппаратуры

Тип	Кол-во	Н	Н ₁	Н ₂	В	Вариант
МЛТ-1	1-10					
МЛТ-2	1-5	60	-	20	110	1
Д814, КД105	1-10					
Д242-Д248	1				190	
Д815-Д817	2				145	
	3				200	
	4	100	-	50	255	1
	5				310	
	6				365	
Д 112	1	150	100	25	45	1
		200	150	25	45	
Арматура АМ	1	100	-	75	60	1

Таблица Пб.4

Максимальное количество блоков зажимов Б324 в ящиках

Тип ящика	Габариты, мм		Количество зажимов в 1-м ряду	Количество блоков зажимов в одном горизонтальном ряду	
	А	В		на 10 зажимов	на 5 зажимов
ЯУЭ-043Х	400	300	15	1	1
ЯУЭ-0643	600	400	25	1	1
ЯУЭ-0863	800	600	40	4	-
ЯУЭ-1063	1000	600	40	4	-
ЯУЭ-126Х	1200	600	40	4	-

Таблица Пб.5

Технические данные зажимов

	Количество зажимов	I _н , А	Сечение провода, мм ²	
Б324-4П16-В/ВУ3-5	5	16	0,35/медь	
Б324-4П16-В/ВУ3-10	10	16	2,5/алюм.	4,0
Б324-4П25-В-ВУ3-5	5	25	0,35/медь	
Б324-4П25-В-ВУ3-10	10	25	2,5/алюм.	4,0
ЗНШ-16П63-В-ВУ3		63	2,5	16,0
БЗК-19		200	2,5	16,0

Таблица Пб.6

Полезная площадь ящиков

Тип ЯУЭ	Н	L	В	Н1	L1	Н2
0431	400	300	180	340	240	-
0432	400	300	150	340	240	-
0543	600	400	350	540	340	-
0553	800	600	350	740	540	178
1063	1000	600	350	940	540	235
1263	1200	600	350	1140	540	235
1265	1200	600	500	1140	540	235

Таблица Пб.7

Максимальное количество блоков-зажимов Б324 в одном вертикальном ряду

Конструктив		При кол-ве горизонтальных рядов		При кол-ве горизонтальных рядов			
				одного		двух	
Вид	Высота, мм	Блок	Кол-во зажимов	Блок	Кол-во зажимов	Блок	Кол-во зажимов
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>При нижнем вводе</i>							
1) щит открыт.	2200	X1–X13 X1–X33	130	X1–X13 X21–X33	130	X1–X13 X21–X33	125
2) шкаф, щит защищ.	2200	X1–X13	130	X1–X13	130	X1–X13	125
	2000	X21–	110	X21–X33	110	X21–X33	105
	1800	X33	90	X3–X13	90	X3–X13	85
		X33 X5–X13 X25– – X33			X23–X33 X5–X13 X25–X33		X23–X33 X5–X13 X25–X33

Окончание табл. Пб.7

<i>При верхнем вводе</i>							
1) щит открыт.	2200	X1–X13 X21–X33	130	X1–X13 X21–33	120	X1–X13 X21–X33	110
2) шкаф, щит защищ.	2200	X1–X13 X21–X33	130	X1–X13 X21–X33	120	X1–X13 X21–X33	110
	2000	X21–X33	110	X3–X13 X23–X33	110	X21–X33 X33	90
	1800	X3–X13 X23–X33 X5–X13 X25–X33	90	X5–X13 X25–X33	90	X3–X13 X23–X33 X6–X13 X26–X33	80

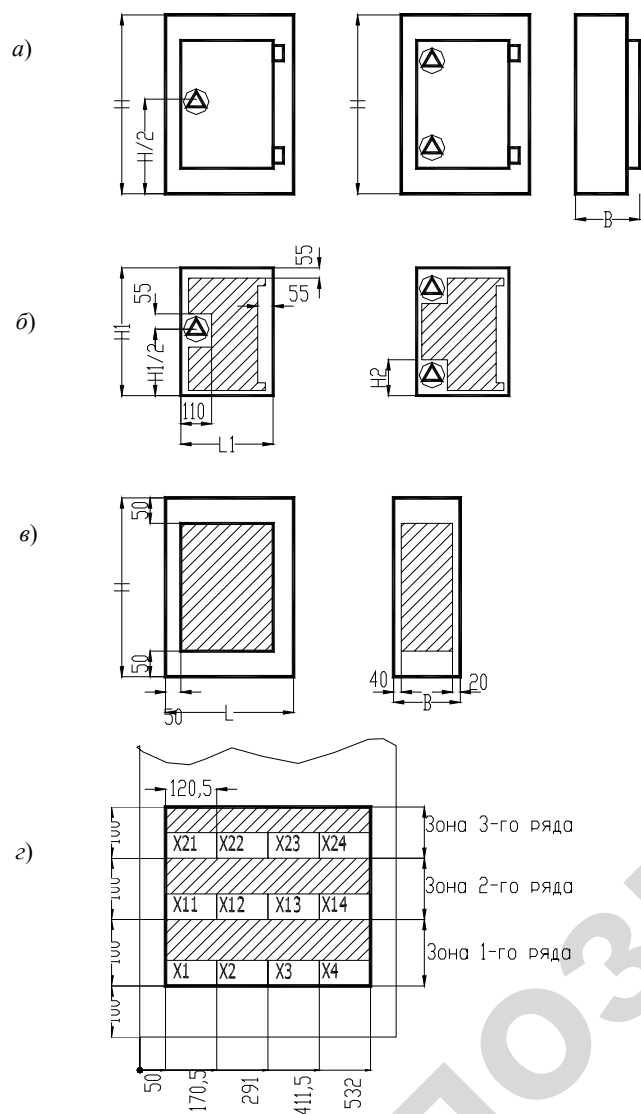


Рис. П6.2. Конструкция (а), полезная площадь ящика (б и в) и расположение наборов зажимов (г)

Размеры шкафов НКУ

Габариты шкафа			Полезная площадь двери		Ширина встраиваемой панели
Н	L	В	Н	L1	
1800 (2000)	600	400	1600 (1800)	435	500
	700			535	600
	800			635	700
	1000			435	900, 400 + 500
	1200			635	1100, 400 + 700, 500 + 600
	1400			635	600 + 700, 500 + 800
	600	600		435	500
	700			535	600
	800			635	700
	1000			435	900, 400 + 500
	1200			635	1100, 400 + 700, 500 + 600
	1400			635	600 + 700, 500 + 800
	600	800		435	500
	700			535	600
800	635		700		
1000	435		900, 400 + 500		
1200	635		1100, 400 + 700, 500 + 600		
1400	635		600 + 700, 500 + 800		
2200	600	400	2000	435	500
	700			535	600
	800			635	700
	1000			435	900, 400 + 500
	1200			635	1100, 400 + 700, 500 + 600
	1400			635	600 + 700, 500 + 800
	600	600		435	500
	700			535	600

Окончание табл. П6.8

Габариты шкафа			Полезная площадь двери		Ширина встраиваемой панели
Н	L	В	Н	L1	
2200	800	600	2000	635	700
	1000			435	900, 400 + 500
	1200			635	1100, 400 + 700, 500 + 600
	1400			635	600+700, 500+800
	600	800		435	500
	700			535	600
	800			635	700
	1000			435	900, 400 + 500
	1200			635	1100, 400 + 700, 500 + 600
	1400			635	600 + 700, 500 + 800

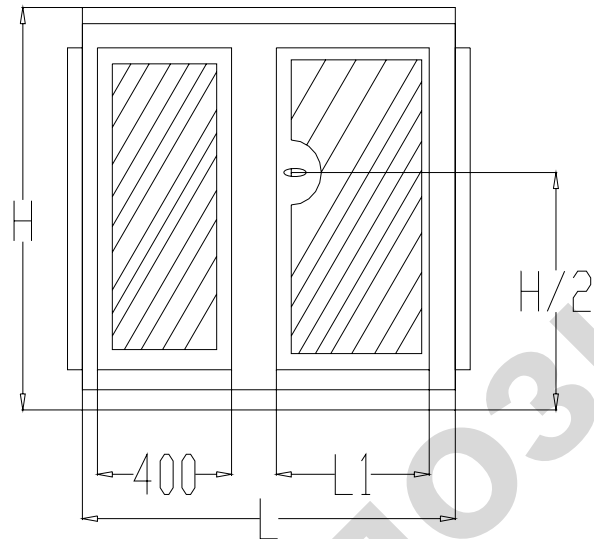


Рис. П6.3. Монтажная зона НКУ

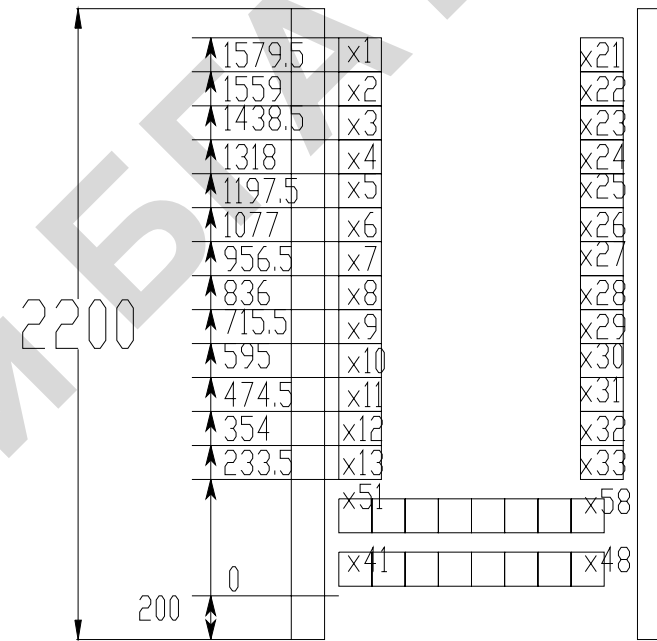


Рис. П6.4. Размещение рядов зажимов на панели

Приложение 7

Пример оформления документации на щит НКУ

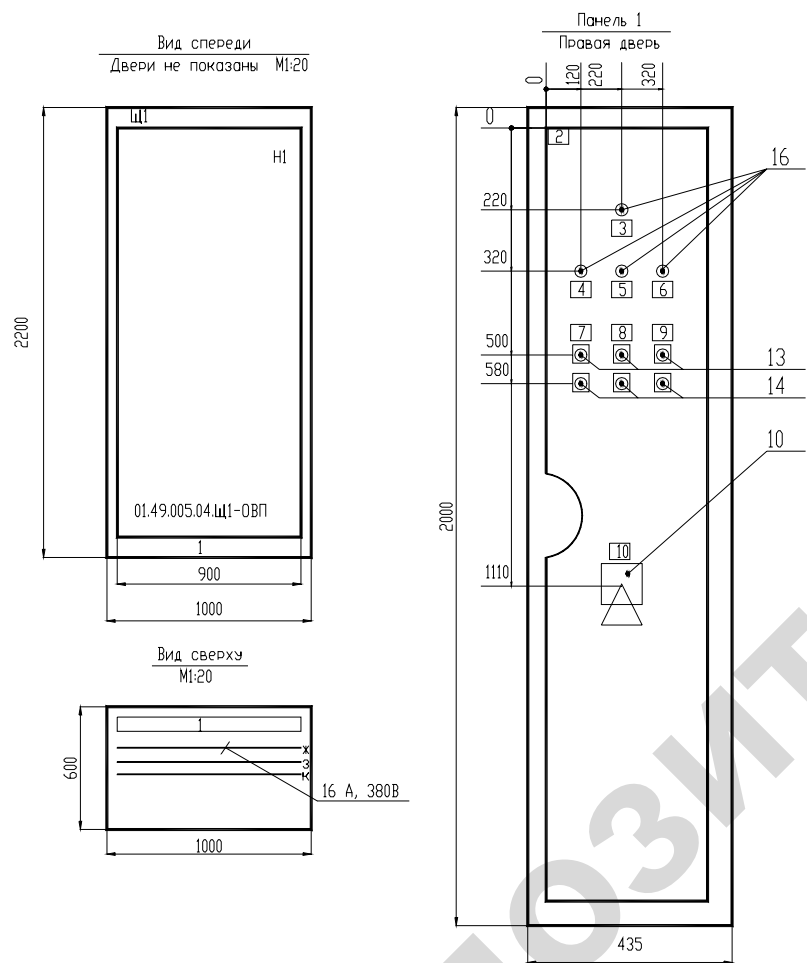


Рис. П7.1. Пример общего вида щита

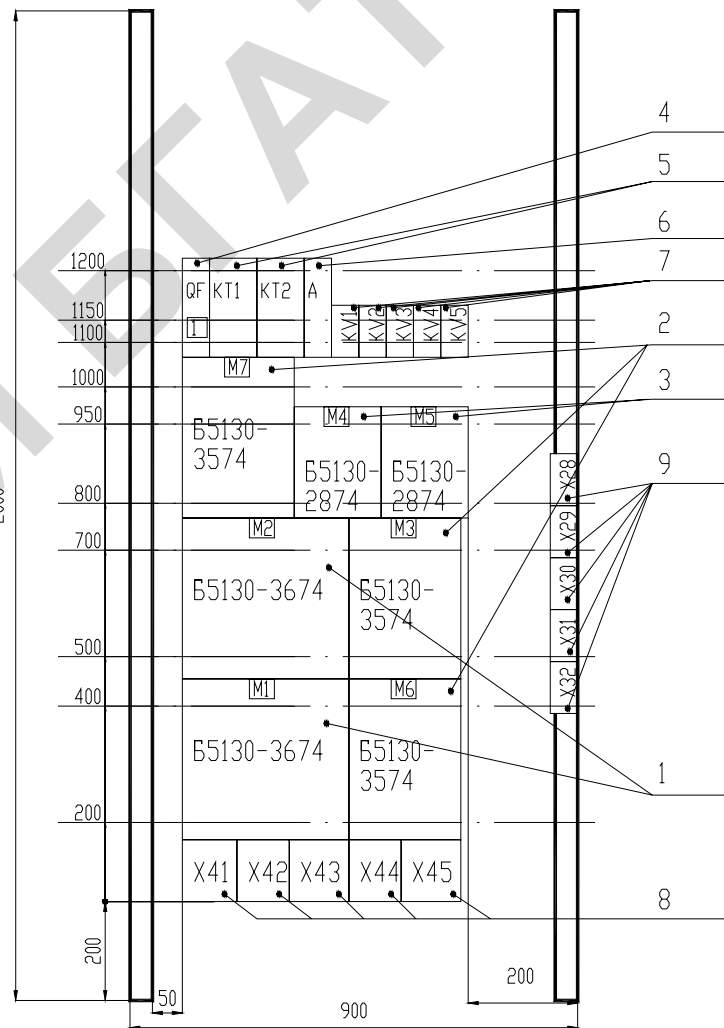


Рис. П7.2. Пример выполнения общего вида панели

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
			250.1-4.011	Чертежи общего вида		
			250.1-4.014	Схема электрическая соединения		
			250.1-4.013	Перечень надписей		
				<u>Сборочные единицы</u>		
				Панель 1 (4,5)		
14,5	1		Блок Б5130-3074УХЛ4		9	М1,,М3 (М4...М6) (М7...М9)
			Н1		3	
	2		Реле РПЛ 14004У-220В		2	KV2,KV3

Рис. П7.3. Фрагмент таблицы данных аппаратов

Панель	Надпись	Поз. обозн.	Место надписи	Текст	Кол.	Вид шрифта	Заготовка
				Панель 1			
1	1	QF1	Табличка	QF1 Ввод I секции - 380В	1		
			На аппарате	КС1	1		
			-// -	KV	1		
			-// -	JS	1		
1	2		Табличка	QF2 Питание КИП	1		

Рис. П7.4. Фрагмент перечня надписей

Учебное издание

Якубовская Елена Степановна

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР)

Практикум

Ответственный за выпуск *О. Ч. Ролич*
Редактор *Т. В. Каркоцкая*
Компьютерная верстка *Д. И. Чергейко*

Подписано в печать 15.08.2013 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 11,39. Уч.-изд. л. 8,91. Тираж 190 экз. Заказ 650.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.