

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электротехнологии

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

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

Минск  
БГАТУ  
2014

УДК 621.371:621.31 (07)

ББК 31.26я7

П79

*Составители:*

старший преподаватель *Н. И. Павликова*,  
старший преподаватель *В. И. Бургун*,  
старший преподаватель *Е. И. Лицкевич*,  
старший преподаватель *Т. В. Мартиенко*,  
старший преподаватель *Е. Н. Музыченко*

*Рецензенты:*

кафедра энергоэффективных технологий учреждения образования  
«Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова»  
(заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент *В. А. Пашинский*);  
заведующий отделением Научно-технического центра термических технологий  
Института тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси  
доктор технических наук *Г. И. Журавский*

П79 **Проектирование электроустановок:** практикум / сост.: Н. И. Павликова [и др.]. –  
Минск : БГАТУ, 2014. – 204 с.  
ISBN 978-985-519-742-4.

Изложены способы и методы разработки проекта силового электрооборудования, включая план расположения, принципиальные схемы питающей и распределительной сетей и схемы электрические принципиальные управления электроприводами механизмов общепромышленного и сельскохозяйственного назначения. Даны указания по проектированию низковольтных комплектных устройств, составлению спецификации оборудования и материалов и разработке планов внутримплощадочных сетей.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям). Может быть использован учащимися средних специальных учебных заведений, обучающихся по специальности 2-74 06 31 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства.

УДК 621.371:621.31(07)  
ББК 31.26я7

ISBN 978-985-519-742-4

© БГАТУ, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОРГАНИЗАЦИЯ, ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ И ОТЧЕТНОСТЬ.....	5
ОБЯЗАННОСТИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТУДЕНТА.....	5
Лабораторная работа № 1. Построение сменных и суточных графиков электрических нагрузок. Определение расчетных параметров по графику электрических нагрузок.....	6
Лабораторная работа № 2. Разработка плана силового электрооборудования.....	15
Лабораторная работа № 3. Разработка структурных схем. Выбор аппаратов управления и защиты.....	38
Лабораторная работа № 4. Разработка схем распределительной сети. Разработка схемы питающей сети.....	45
Лабораторная работа № 5.1. Разработка и составление схем управления нереверсивным и реверсивным электроприводами по технологическому заданию.....	63
Лабораторная работа № 5.2. Разработка принципиальных схем с использованием серийно выпускаемых щитов типа Я5000.....	76
Лабораторная работа № 6. Разработка и составление схемы управления приводами с предупредительной сигнализацией о включении.....	82
Лабораторная работа № 7. Разработка общего вида щита управления. Составление задания на изготовление щита. Разработка схем соединений щитов, схем подключений внешних проводов.....	89
Лабораторная работа № 8. Заполнение спецификаций. Разработка листа «Общие данные».....	114
Лабораторная работа № 9. Разработка плана внутриплощадочных сетей.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	127
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	129
Приложение 1. Условные обозначения коммутационных и электромеханических устройств.....	130
Приложение 2. Обозначение приводов и связей основных неэлектрических датчиков технологических параметров, применяемых в электрических схемах.....	135
Приложение 3. Условные графические изображения электрооборудования и проводов на планах.....	137
Приложение 4. Способы монтажа электропроводок.....	143
Приложение 5. Технические данные аппаратов.....	149
Приложение 6. Основные технические данные электродвигателей.....	154
Приложение 7. Сортамент труб, применяемых для прокладки проводов и кабелей.....	157
Приложение 8. Электромонтажные изделия стойки, полки кабельные, лотки.....	159
Приложение 9. Образцы символов электрических аппаратов.....	162

## **ВВЕДЕНИЕ**

Практикум подготовлен в соответствии с действующей программой курса «Проектирование электроустановок». Материал к каждой работе содержит цель и задачи работы, краткие теоретические сведения по рассматриваемым вопросам со ссылкой на литературные источники, описание методики и последовательности выполнения работы, требования к содержанию отчета по результатам ее выполнения, контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы. Описание методики и последовательности выполнения работы поясняется рисунками, схемами, таблицами.

В приложениях приведены краткие сведения по теории рассматриваемых вопросов, дающие представление об объеме материала, необходимого для подготовки к выполнению работы. Более полно теоретический материал, требуемый для подготовки к защите работы, изложен в рекомендуемой литературе.

Объем лабораторной работы рассчитан с учетом предварительной тщательной подготовки к ее выполнению – изучения необходимого теоретического материала и оформления отчета в соответствии с рекомендуемым в работе содержанием. Перед первым занятием студент должен ознакомиться с организацией и порядком выполнения работ, обязанностями и ответственностью студента.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ, ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ И ОТЧЕТНОСТЬ**

1. Лабораторные работы выполняются индивидуально каждым студентом.
2. Каждый студент должен выполнить все предусмотренные учебной программой и календарно-производственным планом изучения дисциплины лабораторные работы.
3. Работы выполняются в строгом соответствии с изложенным в методических указаниях порядком.
4. При защите результатов выполнения лабораторной работы студент должен продемонстрировать перед преподавателем приобретенные знания и умения, ответить на вопросы по теме данной работы.

Лабораторная работа засчитывается в том случае, если студент показывает знание цели, физической сущности, методики ее выполнения, может объяснить и проанализировать полученные результаты.

## **ОБЯЗАННОСТИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТУДЕНТА**

До и во время работ в лаборатории студент обязан соблюдать следующее:

- 1) изучить правила техники безопасности при выполнении работ в компьютерном классе и принять их к обязательному исполнению. Сей факт засвидетельствовать росписью в специальном журнале с указанием даты ознакомления;
- 2) выполнять все требования преподавателя и лаборанта, относящиеся к соблюдению правил техники безопасности и охраны труда, порядку выполнения работ и поведению студентов, сохранности лабораторного оборудования;
- 3) работы выполнять в строгом соответствии с инструкцией. В случае неясности обращаться к преподавателю за разъяснением;
- 4) при нарушении правил техники безопасности или внутреннего распорядка в компьютерном классе, требований преподавателя или лаборанта студент может быть отстранен от проведения работ и вновь допущен к ним лишь с разрешения декана;
- 5) о порче компьютеров или их составных частей студент обязан немедленно сообщить преподавателю или лаборанту. Причиненные неумышленные, легко исправляемые повреждения студент обязан во внеурочное время в присутствии лаборанта устранить;
- 6) в соответствии с Правилами внутреннего распорядка университета за порчу инвентаря и оборудования компьютерного класса студент несет материальную ответственность.

## Лабораторная работа № 1

# ПОСТРОЕНИЕ СМЕННЫХ И СУТОЧНЫХ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО ГРАФИКУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

### Цель работы

Изучить способ построения сменных и суточных графиков электрических нагрузок.

### Задачи работы

1. Освоить методику расчета электрических нагрузок методом технологического графика.
2. Построить график электрических нагрузок по заданию.
3. Определить расчетные параметры, характеризующие электроустановку.

### Общие сведения

*Графиком электрических нагрузок* называют зависимость мощности, потребляемой электроустановкой, от времени за определенный период (смену, сутки, год).

Целью построения графика электрических нагрузок является определение *основных* показателей, характеризующих электроустановку (расчетную электрическую мощность на вводе здания  $P_p$  и расчетный ток  $I_p$ ), а также определение других необходимых показателей (электропотребления  $W$ , средней мощности за смену (сутки) и др).

Рассчитанные значения величин  $P_p$ ,  $I_p$  используют в дальнейшем при выборе коммутационных и защитных аппаратов, кабелей для питания ВУ и РП, а также в других расчетах.

По названию рассматриваемого здания и его назначению определяется принадлежность данного объекта к той или иной отрасли сельскохозяйственного производства, анализируется технологический процесс и электроприемники. Строится график электрических нагрузок (ГЭН) объекта. По графику определяются необходимые параметры.

График электрических нагрузок строится или за смену, или за сутки. При этом исходят из конкретного задания.

За расчетную мощность принимают *получасовой максимум нагрузки* за наиболее загруженную смену (или сутки), поэтому эту величину иногда называют также максимальной расчетной мощностью.

### *Предварительные работы перед построением ГЭН*

Проанализировать технологические операции, указанные в условии задачи. Анализ, в частности, состоит в следующем.

1. Выделяются длительно работающие электроприемники (ЭП). К ним могут относиться, например, дежурное электроосвещение, системы или отдельные механизмы, работающие в автоматическом режиме (принимаемые при построении ГЭН как работающие постоянно), а также другие механизмы по заданию технологов.

2. Определяется время включения и отключения электроприемников, работающих периодически.

3. Выявляются электроприемники, работающие не во все смены. При их наличии определяют влияние их включений на формирование максимума нагрузки. Например, моечные машины для проведения санобработки помещений. Они, как правило, включаются, когда в помещениях отсутствуют животные, значит, в это время не работают установки кормораздачи, навозоудаления и т. д. Зная, что ГЭН строится для наиболее загруженной смены, такие ЭП при построении не учитываются.

4. Если в условии задачи заданы коэффициенты загрузки ( $k_3$ ) электродвигателей, то необходимо рассчитать потребляемую мощность  $P_n$  и график строить по величинам этой мощности. Если параметр  $k_3$  для электродвигателей в технологическом задании не указан, то для построения следует использовать номинальные величины –  $P_n$ .

5. Подобрать масштабы « $P$ » и « $t$ » для построения ГЭН, исходя из размера листа, на котором намечается строить график. Это действие упростится, если предварительно подсчитать установленную мощность объекта  $P_v$  и выявить ЭП, которые не будут участвовать в формировании ожидаемого максимума нагрузок. Отняв величины их мощностей от значений  $P_v$ , можно задаться масштабом ординаты « $P$ ». Масштаб по оси абсцисс для « $t$ » определяют, приняв решение, какой график строить – суточный или сменный.

### Порядок построения ГЭН

График строят в координатах  $P$  (кВт) и  $t$  (ч).

Способ построения графика заключается в последовательном суммировании электрических нагрузок пооперационно в соответствии с технологическим процессом объекта. Допускается вначале на оси абсцисс изобразить тонкими линиями частные графики (вспомогательные для построения) каждой технологической операции, а затем производить их сложение.

В общем случае построение графика можно начинать с любой технологической операции. Однако в целях упрощения его построения рекомендуется начинать с постоянно или длительно действующих нагрузок.

На оси ординат откладывается величина мощности операции, принятой первой для построения. Так как эта нагрузка длительно действующая (постоянная в течение всех суток или всей смены), то ее графиком будет прямая, параллельная оси абсцисс. Проводится прямая линия в пределах от «0» до «24» по оси « $t$ ». На поле графика этого электроприемника записывается номер технологической операции – в кружке небольшого диаметра (рис. 1.1).

К уже изображенному графику первой технологической операции прибавляют график следующей технологической операции (суммируют две операции). Величину мощности второй операции, например,  $P_3$  прибавляют к величине мощности предыдущей операции ( $P_7$ ). На графике откладывают  $P_7 + P_3$  и проводят линию суммарного графика в пределах действия второй операции по оси « $t$ ».

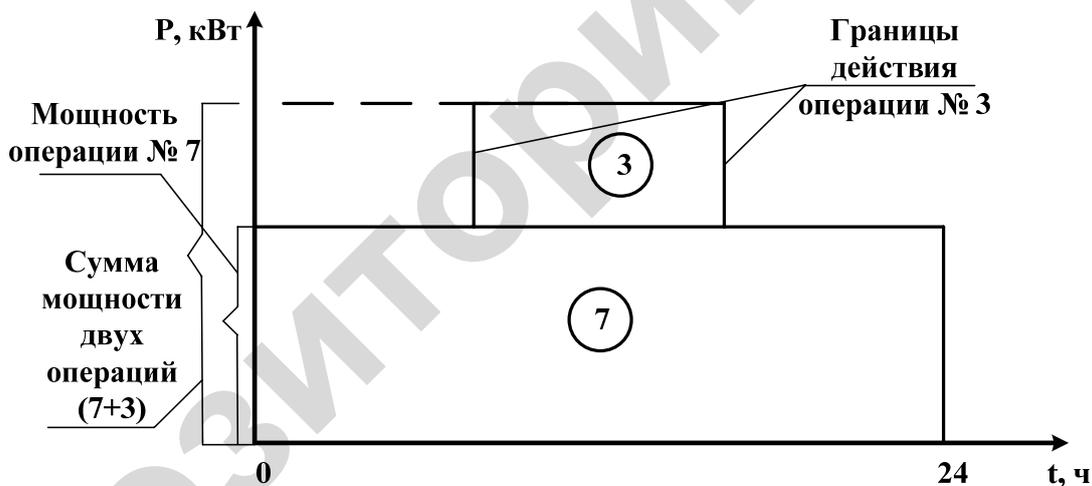


Рис. 1.1. Пример построения ГЭН

Если нагрузка действует какое-то определенное время, то на графике границы начала и конца действия изображают вертикальными тонкими линиями (см. на рис. 1.1 линии для операции 3). Обозначают вторую операцию цифрой 3 в кружке.

Далее аналогично приведенному порядку строится весь график электрических нагрузок. Верхняя граница графиков отдельных ЭП или групп ЭП обводится толстой линией. Это и будет искомым ГЭН.

*Примечание 1.* Иногда может оказаться полезным построить тот участок графика, где формируется максимум нагрузки, в увеличенном масштабе. Это облегчит дальнейшие подсчеты  $P_i$  и  $t_i$ . Образец построения и анализа графика электрических нагрузок приведен на рис. 1.2.

Для значительного сокращения времени построения графика электрических нагрузок и обеспечения самопроверки перед его построением нужно выполнить вспомогательную таблицу с тремя графами:

- 1) технологическая операция;
- 2) мощность ЭП, задействованных в операции;
- 3) длительность действия операции.

Вспомогательная таблица

Технологическая операция, поз. ( $\text{tg } \phi$ )	Мощность, кВт	Длительность действия операции														
1	2	3														
Время смены, час		0	1	2	3	4	5	6	7	8						
1 (1,02)	1,5															
2 (1,02)	1,1															
3 (1,17)	8															
4 (0,75)	22															
5 (0,29)	3,0															
6 (0,75)	13															
7 (1,17)	4															
8 (0,88)	3,0															
Номера секторов		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Мощность в секторе, кВт		36,5	39,5	39,1	44,1	39	35	43	46	38	47	43	35	39,1	36,1	
Время, мин		30	40	30	50	15	40	20	30	45	20	40	25	55	40	

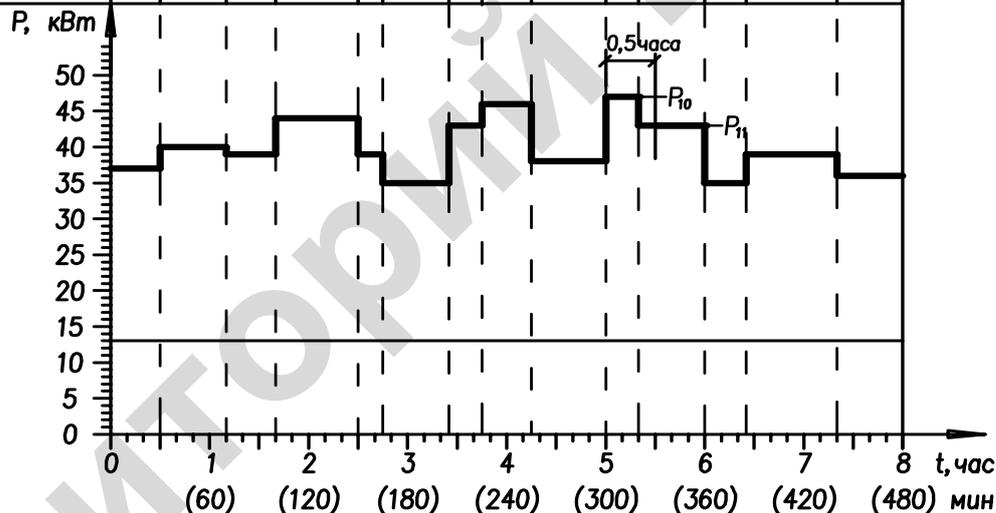


Рис. 1.2. Построение графика электрических нагрузок

Размеры граф 1 и 2 произвольные по ширине, а размер графы 3 должен быть равным размеру оси абсцисс « $t$ » строящегося графика. На нижней стороне 3-ей графы таблицы показывают время смены в часах, соответствующее масштабу оси « $t$ ».

Из задания в графу 1 записывают все технологические операции объекта (можно записать только их номера), а в графу 2 – мощности электроприемников, одновременно работающих в каждой операции.

В третьей графе отрезками отмечается длительность действия операции.

Использование вспомогательной таблицы дает возможность построить график электрических нагрузок более облегченным способом.

Для этого через начала и концы отрезков графы 3 длительности действия операций проводятся вертикальные линии до пересечения с нижней и верхней сторонами графы 3. Количество получившихся секторов равно числу ступеней ГЭН, а ширина каждого сектора – длительности ступени графика. Внизу 3-ей графы таблицы приводят итоговые значения суммы нагрузок в каждом секторе. Это будет величина  $P_i$  каждой ступени ГЭН, откладываемой по оси абсцисс графика.

### **Определение основных показателей графика**

#### **$P_M$ – максимальная мощность**

Вначале по графику определяется *максимальная пиковая мощность электроустановки*. Эта величина очевидна из самой конфигурации графика. Рекомендуется обозначить ее на выносной линии с полкой, на которой указать величину максимальной нагрузки и длительность ее действия.

Например,  $P_M = 47$  кВт ( $t = 20$  мин).

На графике могут быть несколько участков, где величины  $P_M$  одинаковы.

#### **$P_p$ – расчетная мощность**

Для определения величины расчетной мощности  $P_p$  выявляют длительность действия  $P_M$ . При этом возможны два варианта:

- а)  $P_M$  длится более 0,5 ч;
- б)  $P_M$  длится менее 0,5 ч.

При варианте а, основываясь на том, что за расчетную принимается переменная нагрузка за интервал осреднения 0,5 ч (определение получасового максимума), имеем  $P_p = P_M$ . Запись в решении задачи выполняют так:  $P_p = P_M \dots$  кВт.

При варианте б в формировании максимума нагрузки участвуют  $i$  (несколько) нагрузок. На графике они отражены ступенями в пределах тридцатиминутного участка графика.

Тридцатиминутный участок графика не всегда очевиден. Его надо определять, анализируя зоны графика, где ожидается максимум нагрузки.

Воздействие нагрузок, действующих в пределах получасового промежутка времени, на сеть равнозначно (эквивалентно) такой одной нагрузке, которая обуславливает такое же превышение температуры элементов сети или такое же тепловое воздействие на изоляцию проводников, как и несколько различных по величине нагрузок.

**Эквивалентная нагрузка (мощность)** рассчитывается как среднеквадратичная величина мощностей  $P_i$  за рассматриваемый промежуток (0,5 ч) и определяется по формуле

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{\sum_i^n P_i^2 \cdot t_i}{\sum_i^n t_i}}, \quad (1.1)$$

где  $n$  – число ступеней графика, входящих в рассчитываемый тридцатиминутный участок времени ГЭН;  
 $P_i$  – мощность, соответствующая  $i$ -й ступени;  
 $t_i$  – длительность действия  $P_i$ .

Обращаем внимание, что в знаменателе формулы сумма  $t_i$  всегда будет равна 30 мин (что естественно, так как для расчета выбирается тридцатиминутный участок графика).

Имея значение величины  $P_{\text{экв}}$ , делают заключение: расчетная мощность электроустановки здания принимается равной эквивалентной мощности  $P_p = P_{\text{экв}} = \dots$  кВт.

При анализе графика и выборе участка для подсчета  $P_{\text{экв}}$  может оказаться, что на графике имеется не один, а два или несколько участков, на которых может находиться ожидаемая  $P_p$ . В этом случае рассчитывают  $P_{\text{экв}}$  для всех вероятных участков. Среди них определяется наибольшая величина, которая и принимается за расчетную.

В тексте решения задачи производится запись  $P_p = \dots$  кВт.

### **Определение некоторых других показателей графика**

**$P_y$  – установленная мощность** – эта величина определяется простым суммированием величин номинальных мощностей всех электроприемников.

*Примечание 2.* Следует отметить, что величина  $P_y$  подсчитывается без использования графика, однако является одной из характеристик электроустановки, потому и приводится здесь.

#### **$W$ – электропотребление за смену (сутки)**

Электропотребление любой электроустановки есть произведение ее мощности на время потребления, то есть  $W = P \cdot t$  (кВт·ч). Иногда вместо термина «Электропотребление» применяют менее четкий по физическому смыслу термин – «расход» электроэнергии.

Рассматривая график электрических нагрузок, видим, что геометрически площадь фигуры, ограниченной осями координат, самим графиком и линией границы конца смены (суток), можно измерить, найдя произведение « $P \cdot t$ ». Это означает, что величина  $W$  соответствует площади фигуры графика.

*Примечание 3.* При определении  $W$  нагрузки электроприемников, которые работают в автоматическом режиме и приняты при построении ГЭН как постоянно действующие, необходимо принимать с коэффициентом, равным 0,4...0,8 (в зависимости от характера ЭП) для учета их фактического не непрерывного, а периодического действия.

**$P_{\text{ср}}$  – средняя мощность за смену (сутки)**

Рассчитывается по формуле

$$P_{\text{ср.см}} = \frac{W}{t_{\text{см}}(\text{сут})}. \quad (1.2)$$

Отметим, что индекс «см» или «сут» в формуле  $P_{\text{ср.см}}(\text{сут})$  означает период осреднения, за который рассчитывается средняя величина.

**$\cos\varphi$  – коэффициент мощности электроустановки здания** определяется за период действия максимальной расчетной мощности. Величину  $\cos\varphi$  находят как средневзвешенное значение коэффициентов мощности отдельных нагрузок, участвующих в формировании  $P_p$ .

$$\cos\varphi = \cos\varphi_{\text{ср.взв}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot \text{tg}\varphi\right)^2}}, \quad (1.3)$$

где  $P_i$  – номинальная мощность ЭП, участвующих в формировании максимума нагрузки;

$\text{tg}\varphi$  – коэффициент реактивной мощности ЭП, участвующих в формировании максимума нагрузки (определяется через  $\cos\varphi$  по паспортным данным ЭП);

$n$  – количество ЭП, участвующих в формировании максимума нагрузки.

**$I_p$  – расчетный ток электроустановки здания**

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}. \quad (1.4)$$

**Пример расчета показателей по графику**

Пример выполнения расчетов по графику, приведенному на рис. 1.2.

1. Выявление показателей графика и последующие расчеты целесообразно начинать с определения максимальной нагрузки как наиболее доступной – она сразу видна после построения графика.

$P_m = 47$  кВт.

2. Далее определяют величину расчетной нагрузки  $P_p$ .

Так как  $P_m$  длится менее получаса, то  $P_p$  находим через  $P_{\text{экр}}$  через среднеквадратичную за тридцатиминутный промежуток времени. На участке получасового максимума действуют две нагрузки ( $i = 2$ ) по формуле (2.1):

$P_{10} = 47$  кВт ( $t_{10} = 20$  мин) и  $P_{11} = 43$  кВт ( $t_{11} = 10$  мин).

Тогда

$$P_{\text{экр}} = \sqrt{\frac{47^2 \cdot 20 + 43^2 \cdot 10}{30}} = 45,7 \text{ кВт.}$$

Так как в секторе 8 графика  $P_8 = 46$  кВт,  $t_8 = 30$  мин, за расчетную мощность принимаем  $P_p = 46$  кВт.

3. Установленную мощность определяют суммированием мощностей всех электроприемников, имеющих на объекте.

$$P_y = 1,5 + 1,1 + 8 + 22 + 3,0 + 13 + 4 + 3,0 = 55,6 \text{ кВт.}$$

4. Электропотребление за смену (сутки) определяют через геометрическую площадь графика:

$$W = S_{\text{гр}} = \sum_1^{14} P_i \cdot t_i.$$

Из графика, представленного на рис. 1.2, видна продолжительность секторов:

$$\begin{aligned} t_1 = t_3 = t_5 = 30 \text{ мин} = 0,5 \text{ ч}; \quad t_2 = t_6 = t_{11} = t_{14} = 40 \text{ мин} = 0,67 \text{ ч}; \\ t_4 = 55 \text{ мин} = 0,92 \text{ ч}; \quad t_5 = 15 \text{ мин} = 0,25 \text{ ч}; \quad t_7 = t_{10} = 20 \text{ мин} = 0,33 \text{ ч}; \\ t_9 = 45 \text{ мин} = 0,75 \text{ ч}; \quad t_{12} = 25 \text{ мин} = 0,42 \text{ ч}; \quad t_{13} = 55 \text{ мин} = 0,92 \text{ ч}; \\ S_{\text{гр}} = (36,5 + 39,1 + 39) \cdot 0,5 + (39,5 + 35 + 43 + 36,1) \cdot 0,67 + 44,1 \cdot 0,83 + 39 \cdot 0,25 + \\ + (43 + 47) \cdot 0,33 + 38 \cdot 0,75 + 35 \cdot 0,42 + 39,1 \cdot 0,92 = 317,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}. \end{aligned}$$

Таким образом, электропотребление составит  $W_{\text{сут}} = 317,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ .

С учетом примечания 3 может оказаться, что, например, электроприемники поз. 6 мощностью 13 кВт – вентиляторы, работающие в автоматическом режиме 8 часов (смену), снижающий коэффициент которых равен 0,6. Электропотребление поз. 6 при подсчете по площади графика завышено на 40 %. Это завышение следует вычесть.

$$W_{\text{см}} = 317,7 - 13 \cdot 8 \cdot (1 - 0,6) = 276,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

5. По найденному значению электропотребления подсчитывается средняя мощность электроустановки за смену (сутки):

$$P_{\text{ср}} = W / t = 317,7 / 8 = 39,7 \text{ кВт} \quad \text{или} \quad P_{\text{ср}} = 276,1 / 8 = 34,5 \text{ кВт}.$$

6. Определяется средневзвешенное значение коэффициента мощности нагрузок, участвующих в формировании максимума (той электрической нагрузки, которая определила величину  $P_p$ ):

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n P_i)^2 + (\sum_{i=1}^n P_i \cdot \text{tg} \varphi)^2}}.$$

Значение величины  $\text{tg} \varphi$  определяем через каталожное значение  $\cos \varphi$  для конкретных электроприемников, участвующих в формировании максимума нагрузки.

*Примечание.* Приближенное значение  $\cos \varphi_{\text{ср.взв}}$  можно рассчитать, если принять значение коэффициента  $\cos \varphi$  мощности для животноводческого здания равным 0,75 (дневное) или 0,85 (вечернее). После этого находят соответствующее ему значение  $\text{tg} \varphi = 0,88$  (или 0,62) и определяют искомый коэффициент мощности.

В данном примере, учитывая, что в формировании максимума нагрузки участвуют нагрузки технологических операций 3, 4, 5, 6, подсчитываем величину  $\sum P_i$ :  $\sum P_i = 8 + 22 + 3 + 13 = 46$ .

Тогда

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв}} = \frac{46}{\sqrt{46^2 + (8 \cdot 1,17 + 22 \cdot 0,75 + 3 \cdot 0,29 + 13 \cdot 0,75)^2}} = 0,78.$$

7. Определяем (рассчитываем) расчетный ток электроустановки здания по формуле (1.4):

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \\ I_p &= \frac{46000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,78} = 89,4 \text{ А}. \end{aligned}$$

### Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы:

- по теоретическому материалу изучить способ построения графика электрических нагрузок;
- в соответствии с требованиями ниже приведенного подраздела «Содержание отчета» подготовить форму для отчета по лабораторной работе в соответствии с изученным теоретическим материалом, привести в ней краткие сведения о цели и задачах занятия, назначении метода технологического графика и определении основных показателей графика.

### Методические указания по выполнению работы

1. По приведенному теоретическому материалу изучить способы построения сменных и суточных графиков и расчета электрических нагрузок методом технологического графика.
2. Построить график электрических нагрузок по заданному преподавателем варианту задания.
3. Определить основные показатели электроустановки по графику.
4. Результаты определения основных показателей записать в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Результаты определения основных показателей электроустановки

Обозначение	Основные данные электроустановки	Величина	Примечание
$P_y$	Установленная мощность, кВт		
$P_p$	Расчетная мощность, кВт		
$P_{cp}$	Средняя мощность за смену (сутки), кВт		
$W$	Расход электроэнергии за смену (сутки), кВт·ч		
$I_p$	Расчетный ток, А		
$\cos\varphi$	Коэффициент мощности		

5. Оформить отчет и подготовиться к его защите.

### Содержание отчета

1. Название, цель и задачи работы.
2. Краткие сведения о цели построения графика электрических нагрузок.
3. Построенные графики.
4. Результаты произведенных расчетов основных показателей электроустановки, записанные в табл. 1.1.
5. Выводы по результатам проделанной работы.

### Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе

1. Назовите цель построения графика электрических нагрузок.
2. Чем обосновывается необходимость использования метода расчета электрических нагрузок построением технологического графика?
3. Какую нагрузку принимают за расчетную?
4. Какие электроприемники принимают за постоянно работающие при построении графика?
5. Какие электроприемники не учитываются при построении графика?
6. Когда расчетная нагрузка равна эквивалентной?
7. Как определяется установленная мощность?
8. Как определяется расход электроэнергии по графику?
9. Как определить расчетный ток?
10. Мощности каких технологических операций участвуют в определении коэффициента мощности?
11. Как определить величину коэффициента мощности?

## Варианты индивидуальных заданий

### Задание 1

1. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за смену с 6<sup>00</sup> до 14<sup>00</sup>.
2. Построить суточный график нагрузок (для вар. 1 или вар. 2).

Таблица 1.2

Технологическое оборудование	Количество		P <sub>н</sub> (кВт)		Время работы
	вар. 1	вар. 2	вар. 1	вар. 2	
1. Приточные вентиляторы	4	5	2,2	2,0	7 <sup>00</sup> -7 <sup>20</sup> , 13 <sup>00</sup> -13 <sup>20</sup> , 18 <sup>00</sup> -18 <sup>20</sup> 7 <sup>25</sup> -7 <sup>45</sup> , 13 <sup>25</sup> -13 <sup>45</sup> , 18 <sup>25</sup> -18 <sup>45</sup> 7 <sup>15</sup> -8 <sup>15</sup> , 13 <sup>15</sup> -14 <sup>15</sup> , 18 <sup>15</sup> -19 <sup>15</sup> 6 <sup>00</sup> -6 <sup>55</sup> , 17 <sup>30</sup> -17 <sup>55</sup> 6 <sup>20</sup> -9 <sup>20</sup> , 17 <sup>30</sup> -20 <sup>00</sup> 1 раз в 4 мес 9 <sup>00</sup> -13 <sup>00</sup>
2. Вытяжные вентиляторы	22	20	0,37	0,55	
3. Кормораздатчик № 1	1	1	7,15	7,15	
4. Кормораздатчик № 2	1	1	7,15	7,15	
5. Транспортёр навозоудаления ТС-1	1	2	3,0	3,0	
6. Водонагреватель	1	1	1,5	1,0	
7. Электроосвещение -рабочее -дежурное (10 % от общ.)			6,5	6,5	
8. Моечная машина	1	1	4,0	4,0	

### Задание 2

1. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за смену с 6<sup>00</sup> до 15<sup>00</sup>.
2. Построить суточный график нагрузок (для вар. 1 или вар. 2).

Таблица 1.3

Технологическое оборудование	Количество		P <sub>н</sub> (кВт)		Время работы
	вар. 1	вар. 2	вар. 1	вар. 2	
1. Вытяжные вентиляторы	3	4	1,5	0,55	6 <sup>00</sup> -7 <sup>05</sup> , 13 <sup>00</sup> -14 <sup>00</sup> , 18 <sup>00</sup> -19 <sup>05</sup> 7 <sup>00</sup> -7 <sup>20</sup> , 14 <sup>00</sup> -14 <sup>20</sup> , 19 <sup>00</sup> -19 <sup>20</sup> 7 <sup>15</sup> -7 <sup>45</sup> , 19 <sup>15</sup> -19 <sup>45</sup> 6 <sup>00</sup> -20 <sup>00</sup> (зимний период)
2. Кормораздатчик	2	2	2,0	3,0	
3. Транспортёр навозоудаления	2	1	3,0	3,0	
4. Водонагреватель	1	1	1,0	1,5	
5. Электроосвещение - рабочее - дежурное (10 % общ.)			4,5	4,5	

### Задание 3

1. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за смену с 6<sup>00</sup> до 15<sup>00</sup>.
2. Построить суточный график нагрузок (для вар. 1 или вар. 2).

Таблица 1.4

Технологическое оборудование	Количество		P <sub>н</sub> (кВт)		Время работы
	вар. 1	вар. 2	вар. 1	вар. 2	
1. Приточные вентиляторы	2	2	4,0	5,0	8 <sup>00</sup> -8 <sup>45</sup> , 19 <sup>00</sup> -19 <sup>45</sup> 7 <sup>00</sup> -7 <sup>20</sup> , 14 <sup>00</sup> -14 <sup>20</sup> , 19 <sup>00</sup> -19 <sup>20</sup> 6 <sup>00</sup> -7 <sup>05</sup> , 13 <sup>00</sup> -14 <sup>05</sup> , 18 <sup>00</sup> -19 <sup>05</sup> 6 <sup>00</sup> -6 <sup>55</sup> , 17 <sup>30</sup> -17 <sup>55</sup> 1 раз в 4 мес. 9 <sup>00</sup> -13 <sup>00</sup>
2. Вытяжные вентиляторы	10	12	0,37	0,55	
3. Кормораздатчик	1	1	7,15	7,15	
4. Шнек	1	1	4,0	5,0	
5. Запарник кормов	1	2	3,0	3,0	
6. Электроосвещение -рабочее -дежурное (10 % общ.)			6,5	6,5	
7. Моечная машина	1	1	4,0	4,0	

**Задание 4**

1. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за смену с 7<sup>00</sup> до 15<sup>00</sup>.
2. Построить суточный график нагрузок (для вар. 1 или вар. 2).

Таблица 1.5

Технологическое оборудование	Количество		P <sub>н</sub> (кВт)		Время работы
	вар. 1	вар. 2	вар. 1	вар. 2	
1. Приточные вентиляторы	2	3	2,2	2,0	8 <sup>00</sup> -9 <sup>00</sup> , 16 <sup>00</sup> -17 <sup>00</sup> 8 <sup>05</sup> -9 <sup>05</sup> , 16 <sup>05</sup> -17 <sup>05</sup> 9 <sup>20</sup> -10 <sup>20</sup> , 17 <sup>20</sup> -18 <sup>20</sup> 9 <sup>30</sup> -10 <sup>30</sup> , 17 <sup>30</sup> -18 <sup>30</sup> 6 <sup>20</sup> -9 <sup>20</sup> , 17 <sup>30</sup> -20 <sup>00</sup>
2. Вытяжные вентиляторы	6	4	0,37	0,55	
3. Кормораздатчик	1	1	3,0	4,0	
4. Шнек выгрузной	1	1	1,2	1,0	
5. Транспортёр навозоудаления ТС-1	1	2	3,0	3,0	
6. Вентиляторы вытяжки из каналов навозоудаления	2	2	1,5	1,0	
7. Электроосвещение -рабочее -дежурное (10 % общ.)			6,5	6,5	

**Задание 5**

1. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за 1-ю смену с 7<sup>00</sup> до 11<sup>00</sup>.
2. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за 2-ю смену с 16<sup>00</sup> до 20<sup>00</sup>.
3. Построить суточный график нагрузок (для вар. 1 или вар. 2).

Таблица 1.6

Технологическое оборудование	Количество		P <sub>н</sub> (кВт)		Время работы
	вар. 1	вар. 2	вар. 1	вар. 2	
1. Приточные вентиляторы	4	5	7,5	6,0	7 <sup>30</sup> -8 <sup>45</sup> , 12 <sup>30</sup> -13 <sup>45</sup> , 17 <sup>30</sup> -17 <sup>45</sup> 7 <sup>15</sup> -8 <sup>00</sup> , 10 <sup>15</sup> -11 <sup>00</sup> , 17 <sup>15</sup> -17 <sup>45</sup> 7 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup> , 16 <sup>15</sup> -17 <sup>00</sup> 6 <sup>50</sup> -11 <sup>00</sup> , 17 <sup>50</sup> -20 <sup>30</sup>
2. Вытяжные вентиляторы	20	22	0,18	0,55	
3. Раздатчик кормов	1	1	3,0	4,0	
4. Транспортёр	1	1	1,5	2,0	
5. Местный обогрев	20	30	1,0	1,0	
6. Электроосвещение -рабочее -дежурное (10 % общ.)			8,0	8,0	

**Задание 6**

1. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за 1-ю смену с 6<sup>00</sup> до 11<sup>00</sup>.
2. Построить график (для вар. 1 или вар. 2) за 2-ю смену с 17<sup>30</sup> до 20<sup>30</sup>.
3. Построить суточный график нагрузок (для вар. 1 или вар. 2).

Таблица 1.7

Технологическое оборудование	Количество		P <sub>н</sub> (кВт)		Время работы
	вар. 1	вар. 2	вар. 1	вар. 2	
1. Приточные вентиляторы	4	3	0,72	0,85	6 <sup>30</sup> -7 <sup>00</sup> , 17 <sup>30</sup> -18 <sup>00</sup> 6 <sup>50</sup> -17 <sup>50</sup> 9 <sup>20</sup> -10 <sup>20</sup> , 17 <sup>20</sup> -18 <sup>20</sup> 7 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup> , 18 <sup>00</sup> -19 <sup>00</sup> 6 <sup>55</sup> -8 <sup>40</sup> , 17 <sup>55</sup> -19 <sup>40</sup> 6 <sup>50</sup> -11 <sup>00</sup> , 17 <sup>50</sup> -20 <sup>30</sup>
2. Вытяжные вентиляторы	8	10	0,25	0,18	
3. Подача молока	1	1	0,75	0,75	
4. Охлаждение молока	2	3	1,2	1,0	
5. Выпойка телят -приготовление -раздача (мол. насос)	2 1	3 1	4,0 0,75	0,8 1,0	
6. Электроосвещение -рабочее -дежурное (10 % общ.)			4,0	4,0	

## Лабораторная работа № 2

### РАЗРАБОТКА ПЛАНА СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

#### Цель работы

Изучить условные обозначения электрооборудования и электропроводок на планах, способы прокладки проводов и кабелей, выбор электрооборудования с учетом внешних воздействующих факторов (ВВФ), требования и правила проектирования планов электрооборудования в соответствии с ГОСТ 21.613-88 «Силовое электрооборудование».

#### Задачи работы

1. Освоить методику проектирования планов силового электрооборудования с учетом требований ГОСТ 21.613-88, ПУЭ и в соответствии с теоретическим материалом, изложенным на лекции и в общих сведениях данной работы.

2. Ознакомиться с силовым электрооборудованием, монтажными конструкциями для прокладки проводов и кабелей по каталогам фирм производителей.

3. Ознакомиться с типовыми проектами А26-94 «Прокладка кабелей и проводов на лотках типа НЛ», А10-93 «Защитное заземление и зануление электроустановок».

4. Выполнить план расположения силового электрооборудования и прокладки кабеля по заданному преподавателем архитектурному плану с расположением технологического и сантехнического оборудования согласно индивидуальному заданию.

#### Общие сведения

##### Выполнение плана силового электрооборудования

Основой для выполнения плана расположения электрооборудования и электропроводок является архитектурный план здания с расположением технологического, сантехнического и другого оборудования, с размерами между буквенными и цифровыми осями здания, указанными в метрах, стен, оконных и дверных проемов. Этот план вычерчивается в масштабе 1:100, 1:200 по ГОСТ 21.613-88 с учетом обеспечения четкого графического изображения электрооборудования и электропроводок. План здания выполняется тонкими линиями, а электротехнические решения более толстыми (см. рис. 2.1).

Размещение электрооборудования на плане выполняется следующим образом. Сначала на плане здания показывают электроприемники и приводят их характеристики – номер по плану и мощность. На плане здания показывают размещение электроприемника приблизительно в его реальном месте расположения. Выполняют это путем графических изображений согласно ГОСТ 21.614-88 и буквенно-цифровых обозначений (см. приложение 3). При этом рекомендуется использовать номера, приведенные в задании. Надпись выполняется в виде дроби, в числителе которой указывается номер по плану, а в знаменателе – мощность (кВт).

*Пример:*

$$\bigcirc \frac{1}{3,0}, \quad \text{где } \bigcirc - \text{ электродвигатель; } 1 - \text{ номер по плану; } 3,0 - \text{ мощность, кВт.}$$

Затем на плане размещают аппараты управления и защиты, устанавливаемые по месту, то есть не на щитах. Для простых принципиальных схем (обычно это схемы с местным режимом управления) – это пускатели, кнопки, посты управления. Затем на плане размещают щиты управления электроприемниками (ящики, шкафы, пульты) с установленными на них аппаратами (пускателями, кнопками, переключателями, сигнальными лампами и т. д.) – для более сложных схем. При размещении электрооборудования на плане необходимо рассматривать несколько возможных вариантов. Основной из этих вариантов (оптимальный по мнению исполнителя) выполняется в условных изображениях аппаратов и электропроводок по стандарту [11]. Для облегчения чтения схем и планов расположения щиты и пульты рекомендуется условно обозначать следующим образом:

**ШУ** – шкаф управления, изготавливаемый в проекте по индивидуальному заказу (по заданию заводу-изготовителю);

**ЯУ** – ящик управления. Щиты, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, или серийно выпускаемые ящики и устанавливаемые вблизи технологического оборудования (на полу, на стене, на стойке и т.п.);

**ПУ** – пульт управления. Щиты управления, поставляемые в комплекте с технологическим оборудованием и устанавливаемые на самом технологическом оборудовании.

На плане указываются места установки вводно-распределительных устройств (ВРУ) и распределительных пунктов (РП), магнитных пускателей. При размещении силового электрооборудования следует учитывать архитектурно-строительные решения. Если есть помещения электрощитовых, то РП, ВРУ, пускозащитную аппаратуру по возможности устанавливают в них.

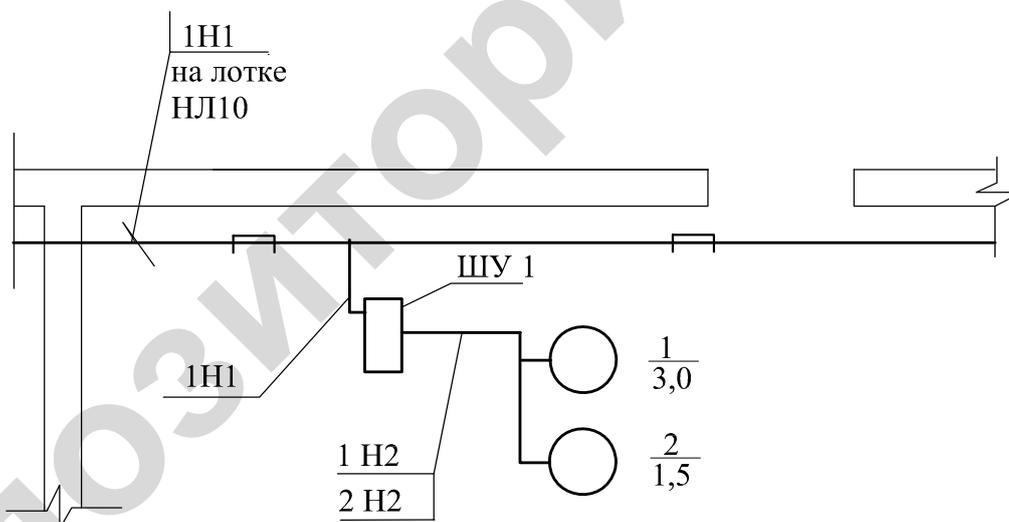
Распределительные устройства, устанавливаемые в цехе (щиты, силовые распределительные пункты, станции управления), располагают как можно ближе к электроприемникам.

Щиты и аппараты, устанавливаемые на стенах, вычерчивают на расстоянии 2...3 мм от линии стены, чтобы можно было в промежутке показать трассу электропроводки.

План прокладки электропроводок выполняют следующим образом. Вычерчиваются трассы электропроводок ко всем электроприемникам. Показываются как силовые проводки, так и проводки цепей управления. Трассы электропроводок выполняются в однолинейном исполнении. Количество кабелей, проложенных на данном участке трассы, показывается на выносной линии с полкой (полками), на которой (которых) записываются номера кабелей. Выносные линии рекомендуется выполнять под острым углом (выполненные под прямым углом зачастую затрудняют чтение чертежа). Номера должны соответствовать обозначению кабелей на схеме питающей и распределительной сети.

Линии электропроводок на плане следует выполнять толщиной 0,8–1 мм, толщина линий плана здания и технологического оборудования составляет 0,25 мм. Аналогично вычерчиваются и все электротехнические аппараты и устройства (см. пример выполнения плана силового оборудования).

*Пример обозначения трасс*



Линии электропроводок выполняются в соответствии со стандартными обозначениями.

### **Выбор типов электропроводок**

Выбор конструктивного выполнения силовых сетей связан с определением вида электропроводок, способа их прокладки, марок проводов, кабелей. Для сельскохозяйственных объектов рекомендуется использовать следующие типы электропроводок.

1. **Открытый** – электропроводки, проложенные по поверхности стен, потолков, по фермам, опорам и другим строительным элементам зданий и сооружений.

2. **Скрытый** – электропроводки, проложенные внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях).

3. **Наружный** – по фасаду зданий или под навесом.

При этом следует применять следующие *способы прокладки электропроводок*: на тресе; на лотках и в коробах; в пластмассовых и стальных трубах, металлических и резинотканевых гибких рукавах; в каналах строительных конструкций; по строительным основаниям и конструкциям; в штукатуренных бороздах и замоноличиванием.

Комбинированную прокладку проводов и кабелей можно применять открыто на одних участках и скрыто в трубах на других (например, в трубах в полу, по оборудованию). Во всех случаях, если не препятствуют местные условия, главные магистрали прокладывают на отметке 3–4 м над полом.

В электрощитовых силовые и контрольные кабели прокладываются открыто, независимо от высоты их прокладки над полом.

При вертикальных электропроводах, т. е. при переходе проводки с одной отметки на другую или через перекрытия, эти переходы трасс электропроводок имеют специальное графическое обозначение (см. приложение 2).

Внутренние электропроводки должны соответствовать условиям окружающей среды, назначению помещений, их конструкции и архитектурным особенностям.

Выбор вида электропроводки, проводов, кабелей и способов их прокладки следует осуществлять, используя ГОСТ 30331-95, ПУЭ.

При этом, как правило, должны применяться проводники с алюминиевыми жилами. Только при подключении переносных и передвижных электроприемников необходимо применять шнуры и гибкие кабели с медными жилами, а также в помещениях взрывоопасных в соответствии с требованиями ПУЭ.

При прокладке проводов и кабелей в трубах необходимо использовать преимущественно пластмассовые трубы. В производственных помещениях электропроводки в стальных трубах нужно применять только в технически и экономически обоснованных случаях. В пожароопасных и взрывоопасных зонах электрические сети должны прокладываться в соответствии ПУЭ. Стальные обыкновенные водогазопроводные трубы (ГОСТ3262-91), если требуется, применяют во взрывоопасных зонах, в невзрывоопасных используют тонкостенные стальные трубы (ГОСТ 10704-91).

Необходимо предусматривать защиту проводов и кабелей от механических воздействий при стесненных условиях. Для защиты от механических повреждений стояков кабелей следует применять стальные трубы, кожухи из листовой стали, стальные уголки, а для пропуска открыто прокладываемых кабелей сквозь несгораемые стены и перекрытия – пластмассовые или асбоцементные трубы (ГОСТ 1839-91). Защиту кабелей выполняют на высоту 2 м от пола.

Транзит кабелей и проводов через пожароопасные и взрывоопасные помещения (зоны) запрещен и выполняется в соответствии с ПУЭ.

Категорию электроприемников по надежности электроснабжения определяют в соответствии [1], [6].

### ***Выбор оборудования с учетом внешних воздействующих факторов (ВВФ)***

Нормативные требования учета факторов внешних воздействий устанавливаются рядом стандартов, определяющих характеристики климатических воздействий на изделие, которые учитываются при изготовлении этих изделий с целью обеспечения сохранения их параметров в пределах установленных техническими условиями норм отклонений и допусков в течение расчетных сроков службы. В ГОСТ 30331-95, часть 3 определены типы климатов Земного шара. Республика Беларусь относится к региону с умеренным холодным климатом.

Электрооборудование выбирают по электротехническим и конструктивным параметрам.

К конструктивному исполнению относятся следующие:

- тип (серия) электрооборудования;
- вид климатического исполнения и категории размещения (табл. 2.2, 2.3);
- степень защиты оболочки (табл. 2.1, 2.4, 2.5).

При выборе конструктивного исполнения электрооборудования, прежде всего, необходимо учитывать условия его эксплуатации: воздействие климатических факторов, состав окружающей среды (в частности, содержание коррозионно-активных элементов, взрывопожароопасных смесей и т. п.).

Таблица 2.1

Степени защиты для аппаратов общепромышленного использования на напряжение до 1000 В

Степень защиты от прикосновения и попадания твердых тел	Степень защиты от проникновения воды								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	IP00	-	-	-	-	-	-	-	-
1	IP10	IP11	IP12	-	-	-	-	-	-
2	IP20	IP21	IP22	IP23	-	-	-	-	-
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	-	-	-	-
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	-	-	-	-
5	IP50	IP51	-	-	IP54	IP55	IP56	-	-
6	IP60	-	-	-	-	IP65	IP66	IP67	IP68

Для взрывоопасных и пожароопасных зон степени защиты оболочки определены в ПУЭ.

Таблица 2.2

Характеристика климатического исполнения электрооборудования

Буквенное обозначение		Климатическое исполнение изделий
Русское	Латинское	
1	2	3
Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках и озерах		
У	N	Для макроклиматического района с умеренным климатом, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура равна +40 °С или ниже, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура равна –45 °С
ХЛ	F	Для макроклиматического района с холодным климатом, т.е. в районах, где средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже –45 °С
УХЛ	NF	Для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом
ТВ		Для макроклиматического района с влажным тропическим климатом, где сочетание температуры, равной или выше 20 °С, и относительной влажности, равной или выше 80 %, наблюдается примерно 12 часов в сутки или более за непрерывный период от 2 до 12 месяцев в году
ТС		Для макроклиматического района с сухим тропическим климатом, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха выше 40 °С, кроме районов, отнесенных к макроклиматическому району с влажным тропическим климатом
Т	T	Для макроклиматических районов как с сухим, так и с влажным тропическим климатом (тропическое исполнение)
О	U	Общеклиматическое исполнение. Для всех районов на суше, кроме очень холодного (Антарктида)
УХЛ	NF	Для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом
ТВ		Для макроклиматического района с влажным тропическим климатом, где сочетание температуры, равной или выше 20 °С, и относительной влажности, равной или выше 80 %, наблюдается примерно 12 часов в сутки или более за непрерывный период от 2 до 12 месяцев в году

1	2	3
ТС		Для макроклиматического района с сухим тропическим климатом, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха выше 40 °С, кроме районов, отнесенных к макроклиматическому району с влажным тропическим климатом
Т	Т	Для макроклиматических районов как с сухим, так и с влажным тропическим климатом (тропическое исполнение)
О	U	Общеклиматическое исполнение. Для всех районов на суше, кроме очень холодного (Антарктида)

Таблица 2.3

## Категории мест размещения электрооборудования

Обозначение	Характеристика мест размещения электрооборудования
1	Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района)
2	Для эксплуатации под навесом или в помещениях, где колебания температур и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков)
3	Для эксплуатации в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, а также других параметров, зависящих от климатических условий
4	Для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями (отсутствие прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка, пыли, наружного воздуха, существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)
5	Для эксплуатации в помещениях с открытой влажностью, в которых возможны длительное пребывание воды и частичная конденсация влаги на стенах и потолке

Электрическое оборудование выпускают в защитных оболочках, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала, а также самой машины от попадания в нее посторонних предметов.

Для обозначения степени защиты применяют латинские буквы *IP* и следующие за ними две цифры (ГОСТ 14254–80).

Структура кодового обозначения степени защиты: ***IP X1 X2 X3 X4***, где

***IP*** – буквы кода (от слов International Protection – международная защита);

***X1*** – первая характеристическая цифра (от 0 до 6);

***X2*** – вторая характеристическая цифра (от 0 до 8);

***X3*** – дополнительная буква (буквы *A, B, C, D*, поясняющие вид контакта: *A* – тыльной стороной руки, *B* – пальцем, *C* – инструментом, *D* – проволокой);

***X4*** – вспомогательная буква (буквы *H, M* или *S*, где *H* – высоковольтные аппараты, *M* – состояние движения во время испытаний защиты от воды; *S* – состояние неподвижности во время испытаний защиты от воды).

Дополнительные и вспомогательные буквы (*X3, X4*) применяются редко.

Таблица 2.4

Степень защиты электрооборудования от попадания внутрь посторонних тел

Первая цифра	Степень защиты	
	Определение	Определение
0	Нет защиты от доступа к опасным частям	Нет защиты от проникновения твердых тел
1	Защищено от доступа к опасным частям тыльной стороной руки	Защита от проникновения внутрь оболочки твердых тел размером свыше 50 мм
2	Защищено от доступа к опасным частям пальцем	Защита от проникновения внутрь оболочки твердых тел размером свыше 12 мм
3	Защищено от доступа к опасным частям инструментом	Защита от проникновения внутрь оболочки твердых тел размером свыше 2,5 мм
4	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Защита от проникновения внутрь оболочки твердых тел размером свыше 1 мм
5	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Пылезащищенное
6	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Пыленепроницаемое

Таблица 2.5

Степень защиты электрооборудования от попадания воды

Вторая цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Защита отсутствует	Специальная защита отсутствует
1	Защита от капель воды	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие
2	Защита от капель при наклоне до 15°	То же, что и 1, но при наклоне изделия на любой угол до 15° относительно нормального положения
3	Защита от дождя	Дождь, падающий на оболочку под углом до 60° от вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на изделие
4	Защита от брызг	Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не оказывает вредного воздействия на изделие
5	Защита от водяных струй	Струя воды, выбрасываемая в любом направлении на оболочку, не оказывает вредного воздействия на изделие
6	Защита от волн воды	Вода при волнении не должна попасть внутрь оболочки
7	Защита при погружении в воду	Вода не проникает внутрь при недолговременном погружении и низком давлении воды на оболочку
8	Защита при длительном погружении	Изделия пригодны для длительного погружения при низком давлении на оболочку

**Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы:**

- по рекомендуемой литературе к данному практикуму изучить требования и правила выполнения планов силового электрооборудования, выбор оборудования с учетом ВВФ;
- в соответствии с требованиями нижеприведенного подраздела «Содержание отчета» подготовить форму для отчета по лабораторной работе в соответствии с изученным теоретическим материалом, привести в ней краткие сведения о цели и задачах занятия, требованиях при проектировании планов силового электрооборудования.

### Методические указания по выполнению работы

1. По теоретическому материалу изучить требования и правила при проектировании планов силового электрооборудования.
2. Выполнить согласно предложенному преподавателем индивидуальному заданию (1-15) план подключения электроприемников с использованием условных графических обозначений.
3. Определить категорию помещений по условиям окружающей среды в соответствии с ПУЭ.
4. Выбрать места установки аппаратов защиты и управления, силовых шкафов, ВРУ с учетом ВВФ. Выбрать степень защиты проектируемого силового оборудования по климатическому исполнению и степени защиты оболочки. Данные представить в табл. 2.6.
5. Определить категорию надежности электроснабжения объекта.
6. Выбрать способ прокладки проводов, кабелей и монтажные конструкции для их прокладки.
7. Присвоить марку чертежу.
8. Дооформить отчет и подготовиться к его защите.

Таблица 2.6

Выбор защиты оборудования и категории надежности электроснабжения объекта

Обозначение оборудования на плане	Климатическое исполнение и категория размещения	Степень защиты оболочки	Категория надежности электроснабжения объекта

### Содержание отчета

1. Назначение, цель и задачи работы.
2. Краткие сведения о вводно-распределительных устройствах, силовых шкафах, конструкциях для прокладки проводов и кабелей.
3. Подготовить лист марки ЭМ. На листе поместить план силового оборудования, экспликацию помещений. Пример оформления плана расположения и прокладки электрических сетей – см. рис. 1.1.
4. Таблица результатов выбора защиты оборудования и категории электроснабжения (табл. 2.6).
5. Выводы по результатам проделанной работы.

### Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе

1. Как обозначаются на планах электродвигатели, силовые шкафы, магнитные пускатели, кнопочные посты?
2. Как обозначаются на планах различные способы прокладки проводов и кабелей (на лотках, коробах, тресе, в трубах), гибкие проводки?
3. Как маркируется оборудование по климатическому исполнению?
4. Как выбирается оборудование по степени защиты оболочки?
5. Какие бывают помещения в соответствии с ПУЭ?
6. Какие помещения относятся к помещениям опасным, особо опасным в соответствии с ПУЭ?
7. Какие категории надежности электроснабжения определены в соответствии с ПУЭ?
8. В каком масштабе выполняются планы расположения силового электрооборудования?
9. Что показывают на планах расположения при проектировании?
10. В каких документах отражены типовые проектные решения узлов крепления, установки, заземления оборудования и т. п.?
11. Какая степень защиты оболочки электрооборудования применяется при проектировании сельскохозяйственных зданий для содержания животных?
12. Какая степень защиты оболочки электрооборудования допускается при проектировании в пожароопасных помещениях?
13. Какие пожароопасные зоны существуют согласно ПУЭ?
14. Какие взрывоопасные зоны существуют согласно ПУЭ?

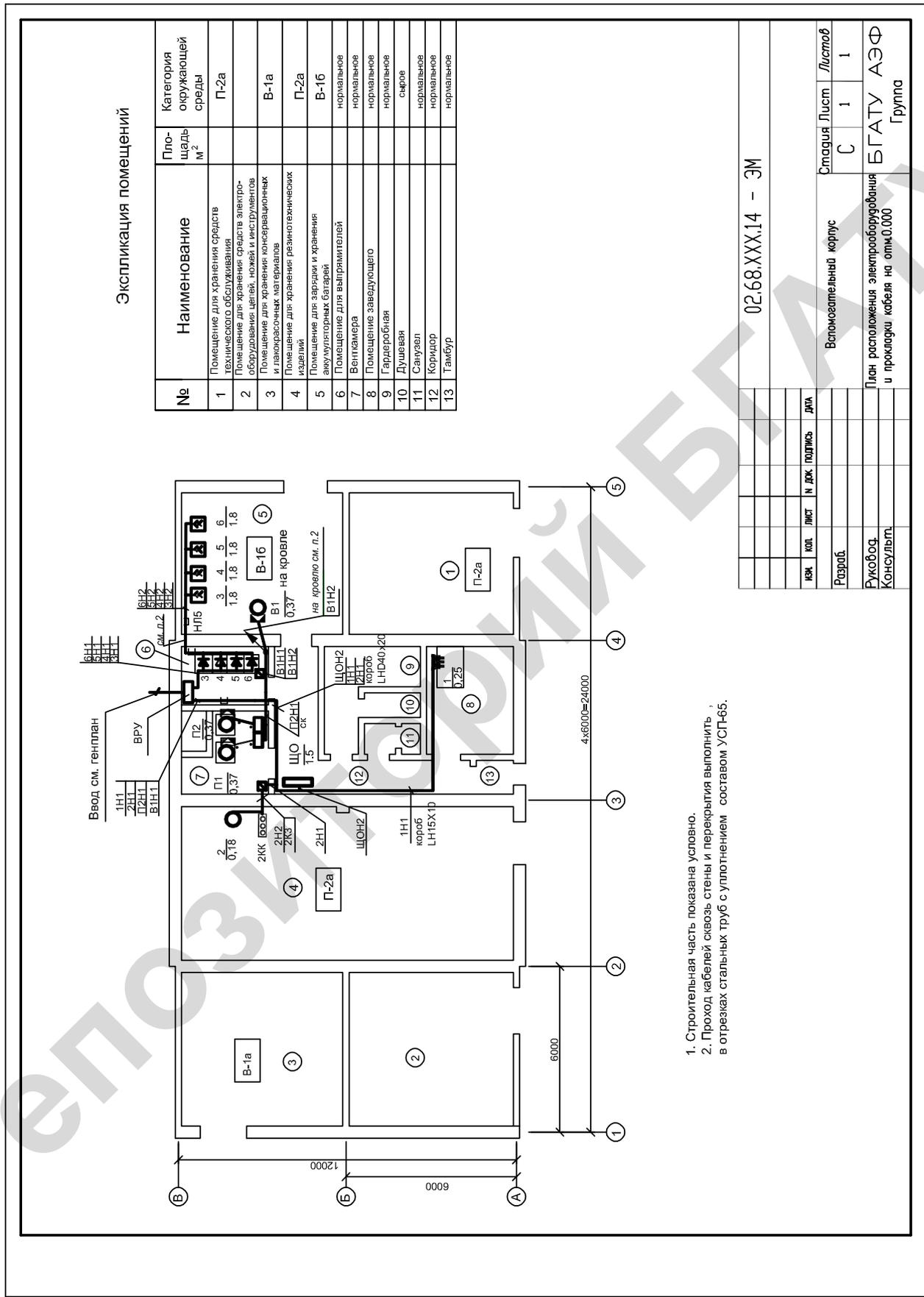


Рис. 2.1. Пример оформления плана расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей

# Варианты индивидуальных заданий

## Задание № 1

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ		
Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
1	Прием яйца	ВЗ $\Gamma=16, 20\text{С}$
2	Сортировка яйца	П-Ла $\Phi=60, 70\%$
3	Камера дезинфекции	В2 $\Gamma=16, 20\text{С}$
4	Хранение яйца	П-Ла $\Phi=60, 70\%$
5	Кладова дезсредств	В2 $\Gamma=16, 20, 37\text{С}$
6	Санитарный шлюз	В2 $\Gamma=14, 18, 20\text{С}$
7	Мясная инкубационных тележек	П-Ла $\Phi=70, 80\%$
8	Чистые инкубационные лотки	В2 $\Gamma=16\text{С}$
9	Тамбур	П-Ла $\Phi=65\%$
10	Электрощитовая	П-Ла $\Phi=73, 80\%$
11	Электрощитовая	Д $\Gamma=18\text{С}$
		- $\Phi=60\%$
		Д $\Gamma=18\text{С}$
		- $\Phi=80\%$
		В2 $\Gamma=16\text{С}$
		П-Ла $\Phi=65\%$
		Д $\Gamma=18\text{С}$
		- $\Phi=60\%$

ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ			
Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
1.1	Инкубационные тележки, 1600x570x2030 мм		компл
5	Машина для мытья яиц, N = 0,8 кВт		2
6	Подъемник для яиц, N = 0,55 кВт		2
8	Электрощитовая одноконтурная	ЭПЧ-1-1,5/220	2
11	Передвижной аппарат высокого давления с подогревом воды, N = 1,5 кВт; U = 220 В; 250x343x96 мм	Крейсер НПС 901Е	1
14	Весы электронные; НПВ 10 кг; погр. 2 г		
ЦО	Штук рабочего освещения, N = 1,5 кВт	ВТНп-10М	1
ЦОА	Штук аварийного освещения, N = 0,8 кВт		1
В1, В2, ВЗ	Вентилятор вытяжной крышный, N = 0,55 кВт		3

02.68.XXX.14 – ЭМ

Лабораторная работа № 1  
Задание № 1

Изм.	кол.	лист	док	подпись	дата
Разраб.					
Руковод.					
Консульт.					

Стадия	Лист	Листов
С	1	1

Инкубаторий	БГАТУ, АЭФ
План на стр. 0,000	Группа





Задание № 4

**ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
1	Шкаф управления доильно-молочной установки		1
1.2	Молкосъемник сепараторный емк. 180 л. №2х1,1 дм		1
1.3	Молкосъемник отстойный емк. 90 л. №1,1 дм		1
1.6	Автомат промывки с баком №1,0 дм		1
1.7	Вакуумную установку №3х7,5 дм		1
1.8	Воздушная компрессорная установка №7,5 дм		1
1.10	Компьютер с принтером №0,5 дм		1
1.12	Спиральный транспортер, Ø90 мм, №0,75 дм		1
2.1	Танк-охладитель молока емк. 10000 л. №7,5 дм	УЗМ-10	2
2.2	Компьютерно-сигнальный агрегат №14,3 дм	№393,3 дм	2
3	Боллер, V=450 л. №15 дм		1
5	Насос центробежный молочный №1,1 дм	КМ 32-32-100	3
7	Центрифуга молочная №1,78 дм	СМ 6307	1
8	Плитка электрическая №0,8 дм	91Ш Т-0,8220	1
13	Холодильник №0,2 дм, 600х600х1800 мм	Аппат 4823	1
25	Ванна для ошпаривания молока №7,5 дм	СВС 1950Л	1
26	Спиральный автоматический насос, емкостями, 3 кг № 2,20 дм	СМ-5-6540Т	1
ШО	Шток рабочего освещения № 1,5 дм		1
ШОА	Шток аварийного освещения № 0,8 дм		1

**02.68.XXX.14 - ЭМ**

Лабораторная работа № 1  
Задание № 4

ИЗМ	КОЛ	ЛИСТ	ДЖК	ПОДПИСЬ	ДАТА
Резерв					
Рубцов					
Конюков					

Страница Листов Листов  
С 1 1 1

**БГАТУ АЭФ**  
Группа

Плен на отдм. 0,000

**ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Номер помещения	Наименование	Категория помещений по ВГБ
1	Табур (2,17+2,21)	
2	Коридор	
3	Кабинет заведующего фермой	
4	Молочная	Д I=15 °C - φ=55 %
5	Лаборатория молока	Д I=16 °C - φ=75 %
6	Техническое помещение	В4 I=16 °C - φ=55 %
7	Помещение ВП	В2 I=10 °C - φ=50 %
8	Помещение хранения химических средств	В4 I=5 °C - φ=50 %
9	Санузел	
10	Электрощитовая	В4 I=5 °C - φ=50 %
11	Узел ввода	
12	Долгий зал	Д I=16 °C - φ=75 %
19	Гардеробная женская (Г.чел.-16)	
20	Душевая женская	
21	Гардеробная мужская (Г.чел.-16)	
22	Душевая мужская	
23	Кабинет уборщицы и инвентаря	В4 I=16 °C - φ=50 %
24	Комната персонала	
25	Вестибюль	
26	Лестничная клетка	

### ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
28	Помещение навозоборника	Д t=5 °С φ=63 %
29	Помещение ветообработки живолных	Д t=15 °С φ=73 %
30	Тамбур	-
31	Коридор	
32	Кабинет ветерина	
33	Санузел	
34	Гардеробная персонала	
35	Душевая	
36	Котельная	Г t=72 °С φ=65 %
37	Санузел	

### ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
1	Холодильник N=0,2 кВт; U=220 В	Артикул 2823	1
B1	Вентилятор вытяжной N= 0,35 кВт		1
B2, B3	Вентилятор вытяжной крышный N= 0,55 кВт		2
2	Горелка N= 1,2 кВт		2
3	Насос котловой N= 2,2 кВт		2
4	Насос подпиточный N= 1 кВт		1
5	Насос сетевой воды N= 1,5 кВт	Траб., Трез	2
6	Насос циркуляционный N= 0,75 кВт	2раб., Трез	3
7	Насос исходной воды N= 0,55 кВт	2раб., Трез	3
28	Станок для ветообработки копыт N=3 кВт	компл.	1
ЩО	Щиток рабочего освещения N= 1,5 кВт		1
ЩОА	Щиток аварийного освещения N= 0,8 кВт		1

Изм.	Кол.	Лист	Док.	Подпись	Дата
Разроб.					
Руковод.					
Консульт.					

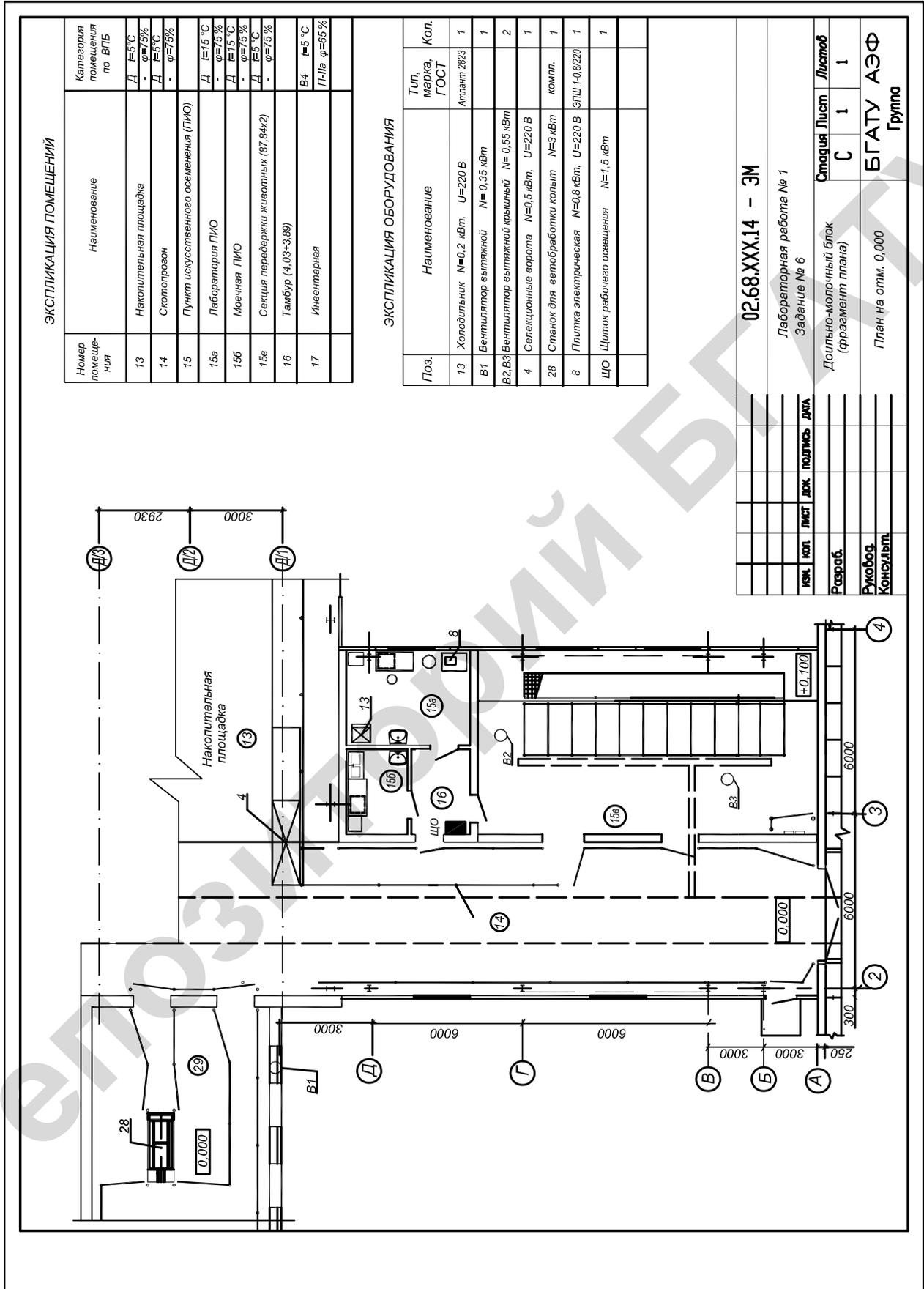
  

## 02.68.XXX.14 - ЭМ

Лабораторная работа № 1  
Задание № 5

Стедия	Лист	Листов
С	1	1

Группа  
**БГАТУ АЭФ**



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помеще-ния	Наименование	Категория помещения по ВПБ
13	Накопительная площадка	Д - t=5°C - φ=75%
14	Склад прогон	Д - t=5°C - φ=75%
15	Пункт искусственного освещения (ПИО)	
15a	Лаборатория ПИО	Д - t=15°C - φ=75%
155	Меченая ПИО	Д - t=15°C - φ=75%
156	Секция поддержки животных (87,84x2)	Д - t=5°C - φ=75%
16	Тамбур (4,03x3,89)	
17	Инвентарная	В4 - t=6°C П-Ив φ=65%

ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
13	Холодильник N=0,2 кВт, U=220 В	Атлант 2823	1
В1	Вентилятор вытяжной N=0,35 кВт		1
В2, В3	Вентилятор вытяжной крышный N=0,55 кВт		2
4	Селекционные ворота N=0,5 кВт, U=220 В		1
28	Станок для обработки колтыт N=3 кВт	компл.	1
8	Плитка электрическая N=0,8 кВт, U=220 В ЭПШ 1-0,8(220)		1
ЦО	Щиток рабочего освещения N=1,5 кВт		1

02.68.XXX.14 - ЭМ

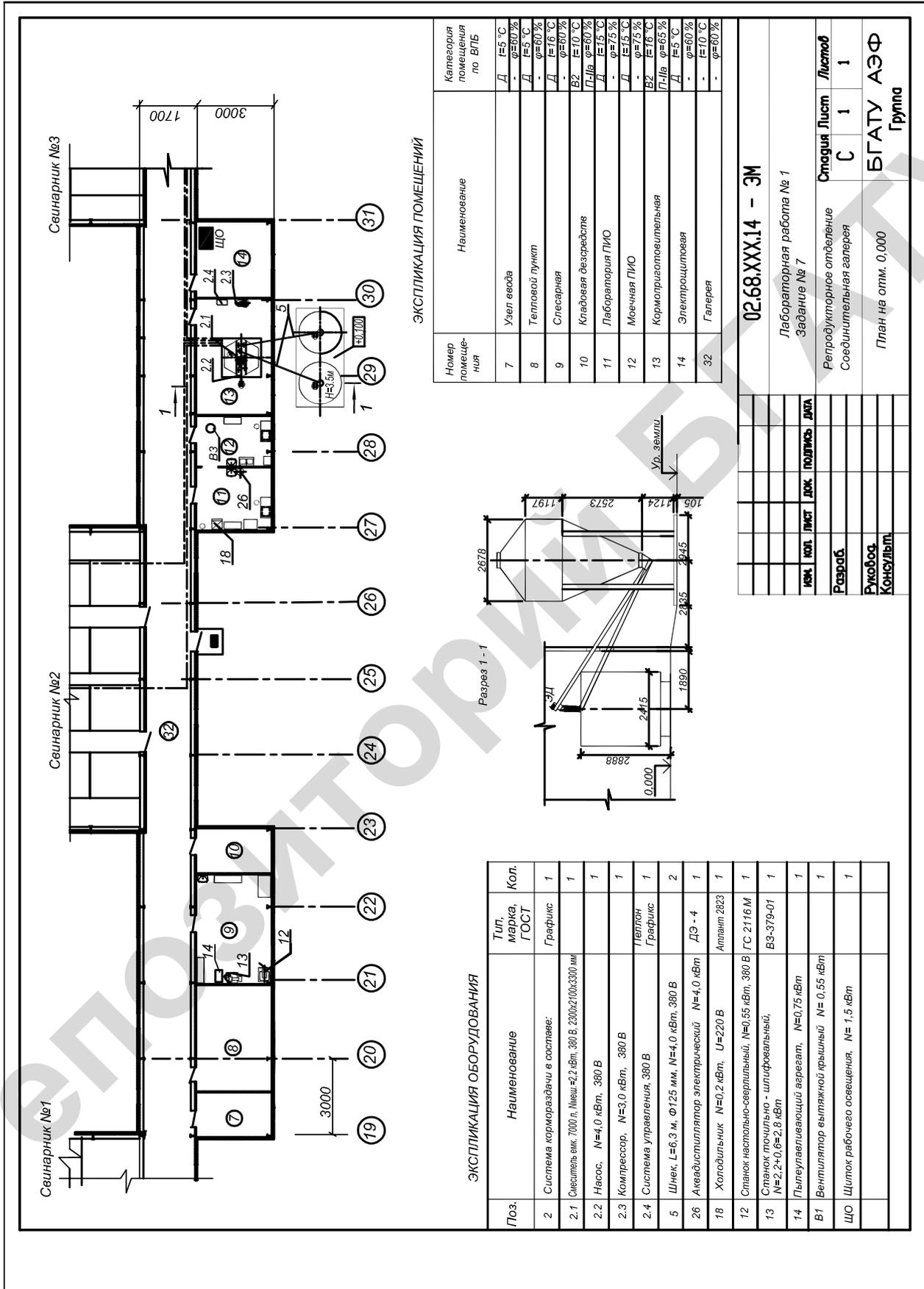
Лабораторная работа № 1  
Задание № 6

Стация	Лист	Листов
С	1	1

Доильно-молочный блок  
(фрагмент плана)

План на отм. 0,000  
БГАТУ АЭФ  
Группа

Изм.	Кол.	Лист	Джж	Подпись	Дата
Резерв.					
Руковод.					
Консульт.					



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

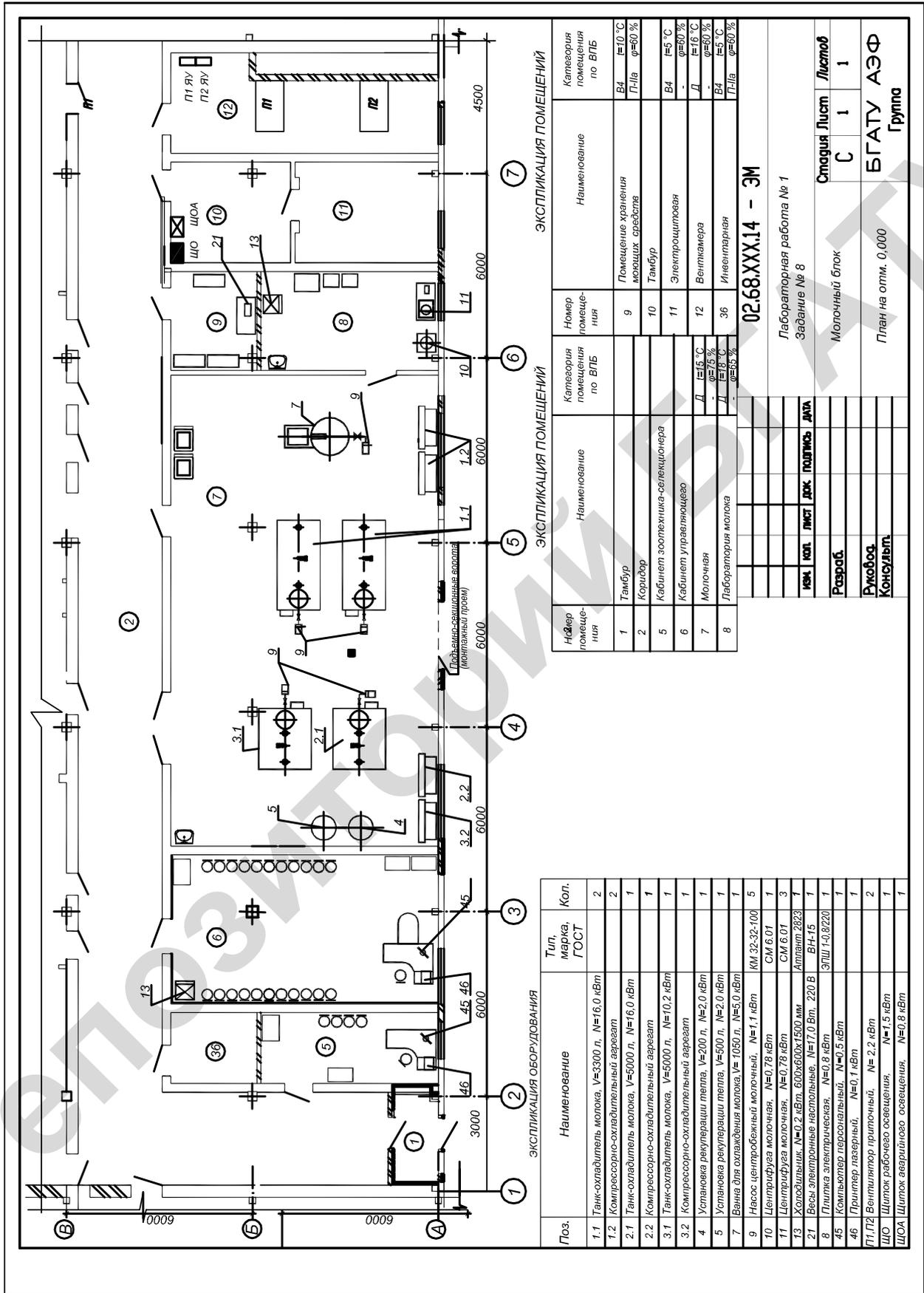
Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
7	Узел ввода	Д t=5 °C - φ=80%
8	Тепловой пункт	Д t=5 °C - φ=80%
9	Слесарная	Д t=16 °C - φ=80%
10	Кладовая дезсредств	В2 t=10 °C - φ=80%
11	Лаборатория ПИО	П/л t=15 °C - φ=75%
12	Мочная ПИО	Д t=15 °C - φ=75%
13	Кормоготовительная	В2 t=16 °C - φ=60%
14	Электрощитовая	Д t=5 °C - φ=80%
32	Галерея	Д t=10 °C - φ=80%

ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
2	Система кормораздачи в составе:	Графикс	1
2.1	Смеситель емк. 7000 л, Меш-φ=2 кВт, 380 В, 2300x2100x3300 мм		1
2.2	Насос, N=4,0 кВт, 380 В		1
2.3	Компрессор, N=3,0 кВт, 380 В	Пеллон	1
2.4	Система управления, 380 В	Графикс	1
5	Шнек, L=6,3 м, φ125 мм, N=4,0 кВт, 380 В	ДЭ - 4	2
26	Авквдистиллятор электрический N=4,0 кВт		1
18	Холодильник N=0,2 кВт, U=220 В	Атлант 2823	1
12	Спаянок настольно-сверильный, N=0,55 кВт, 380 В	ГС 2116 М	1
13	Спаянок ручьяльно-шлифовальный, N=2,2 кВт, φ=2,6 кВт	ВЗ-379-01	1
14	Пылесушитель агрегат, N=0,75 кВт		1
В1	Вентилятор вытяжной крышный N=0,55 кВт		1
	Щиток рабочего освещения, N=1,5 кВт		1

02.68.XX.14 - ЭМ

Лабораторная работа № 1	
Задание № 7	
ИЖ	КОЛ
ЛМСТ	ДОК
ПОЛТМБ	ДМА
Резерв	
Руководитель	
Консультант	
Страница	Листов
С	1
БГАТУ АЭФ	
Группа	
План на отм. 0,000	

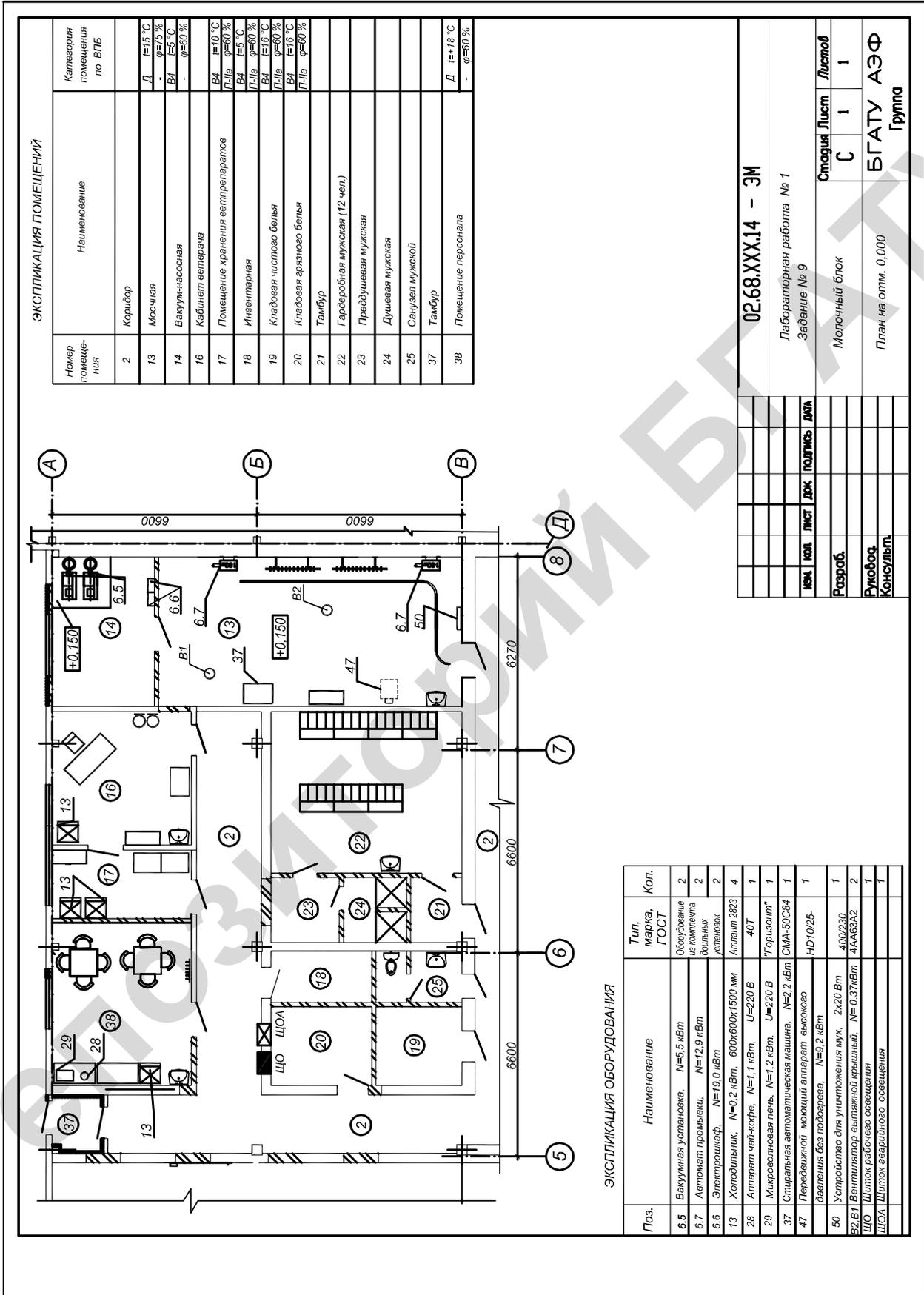


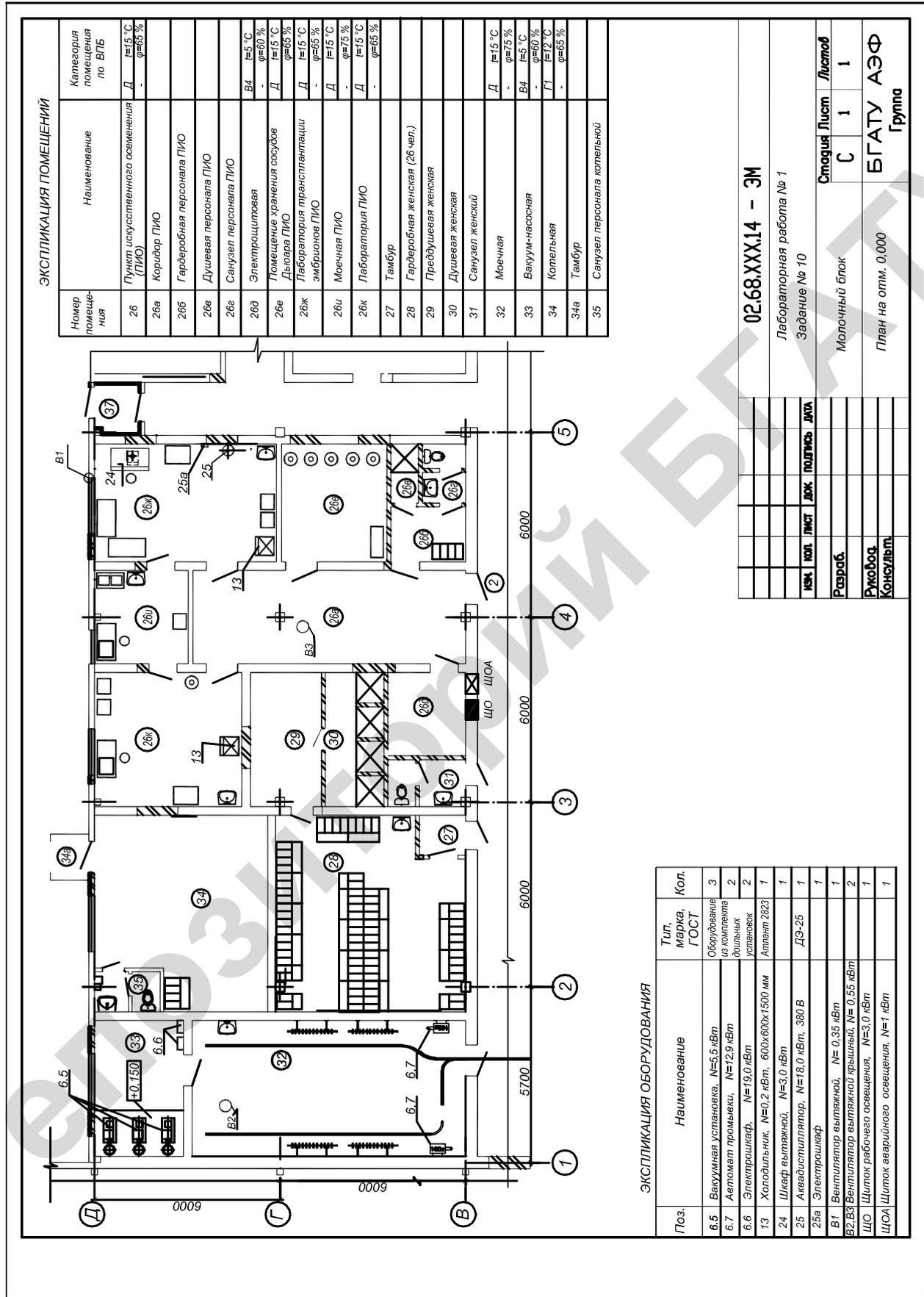
ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ			ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ			ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ		
Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Наименование	Категория помещения по ВЛБ	Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВЛБ	Температура по ВЛБ
1.1	Танк-охладитель молока, V=3300 л, N=16,0 кВт	2	Тамбур		9	Помещение хранения моющих средств	В4	t=10 °C
1.2	Компрессорно-охладительный агрегат	2	Коридор		10	Тамбур	П-IVa	φ=60 %
2.1	Танк-охладитель молока, V=5000 л, N=16,0 кВт	1	Кабинет зоотехника-селекционера		11	Электрощитовая	В4	t=5 °C
2.2	Компрессорно-охладительный агрегат	1	Кабинет управляющего		12	Вентилятора	Д	φ=60 %
3.1	Танк-охладитель молока, V=5000 л, N=10,2 кВт	1	Молочная		36	Инвентарная	В4	t=5 °C
3.2	Компрессорно-охладительный агрегат	1	Лаборатория молока				П-IVa	φ=60 %
4	Установка рекуперации тепла, V=200 л, N=2,0 кВт	1						
5	Установка рекуперации тепла, V=500 л, N=2,0 кВт	1						
7	Ванна для охлаждения молока, V= 1050 л, N=5,0 кВт	1						
9	Насос центробежный молочный, N=1,1 кВт	5						
10	Центрифуга молочная, N=0,78 кВт	1						
11	Центрифуга молочная, N=0,78 кВт	3						
13	Холодильник, N=0,2 кВт, 600x600x1500 мм	1						
21	Бесы электрические настольные, N=17,0 Вт, 220 В	1						
8	Плита электрическая, N=0,8 кВт	1						
45	Компьютер персональный, N=0,5 кВт	1						
46	Принтер лазерный, N=0,1 кВт	1						
П1, П2	Вентилятор приточный, N=2,2 кВт	2						
ШО	Шток рабочее освещение, N=1,5 кВт	1						
ШОА	Шток аварийного освещения, N=0,8 кВт	1						

02.68.XXX.14 - ЭМ

Лабораторная работа № 1  
Задание № 8

ИЧ	КП	ЛСТ	ДЖ	ТОПЛИТЬСЯ	ДНА
Резерв					
Руксобод					
Консульт					
С	1	1			
БГАТУ	АЭФ				
План на отм. 0,000					
Группа					





**ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
26	Пункт искусственного освещения (ПИО)	Д t=15 °C φ=65 %
26a	Коридор ПИО	
26б	Гардеробная персонала ПИО	
26в	Душевая персонала ПИО	
26г	Санузел персонала ПИО	
26д	Электрощитовая	В4 t=5 °C φ=60 %
26е	Помещение хранения сосудов Дьюара ПИО	Д t=15 °C φ=65 %
26ж	Лаборатория трансплантации эмбрионов ПИО	Д t=15 °C φ=65 %
26и	Моечная ПИО	Д t=15 °C φ=75 %
26к	Лаборатория ПИО	Д t=15 °C φ=65 %
27	Тамбур	
28	Гардеробная женская (26 чел.)	
29	Преддушевая женская	
30	Душевая женская	
31	Санузел женский	
32	Моечная	Д t=15 °C φ=75 %
33	Вакуум-насосная	В4 t=5 °C φ=60 %
34	Котельная	Г1 t=12 °C φ=65 %
34а	Тамбур	
35	Санузел персонала котельной	

**ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
6.5	Вакуумная установка, N=5,5 кВт	Оборудование из комплекта	3
6.7	Автомат промывки, N=12,9 кВт	больных	2
6.6	Электрощитовая, N=19,0 кВт	установка	2
13	Холодильник, N=0,2 кВт, 600x600x1500 мм	Атлант 2823	1
24	Щиток вытяжной, N=3,0 кВт	ДЗ-25	1
25	Аксидистиллятор, N=18,0 кВт, 380 В		1
25в	Электрощитовая		1
В1	Вентилятор вытяжной, N=0,35 кВт		1
В2, В3	Вентилятор вытяжной крышный, N=0,55 кВт		2
ЩО	Щиток рабочего освещения, N=3,0 кВт		1
ЩОА	Щиток аварийного освещения, N=1 кВт		1

02.68.XXX.14 - ЭМ

Лабораторная работа № 1  
Задание № 10

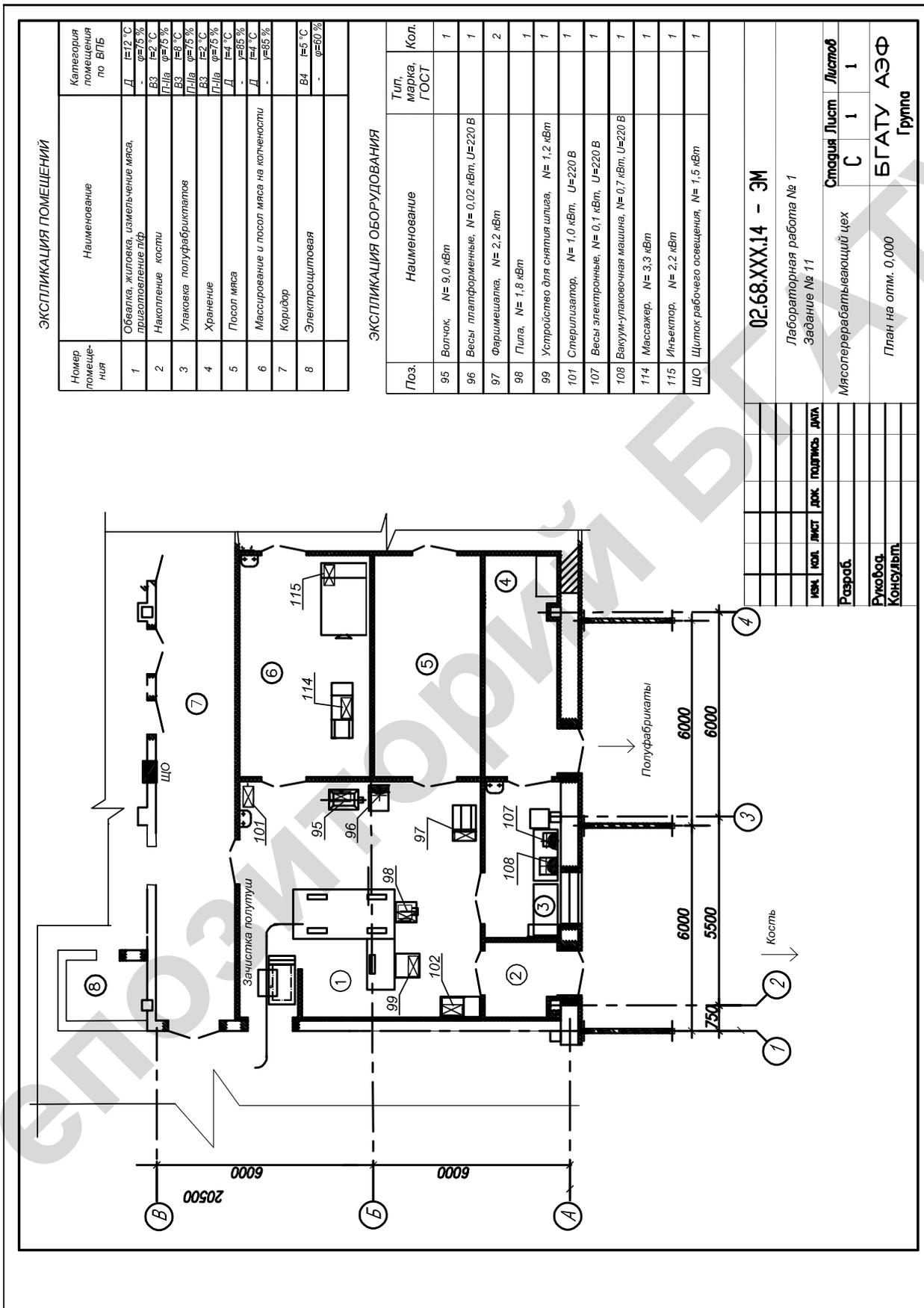
Страница	Лист	Листов
С	1	1

Молочный блок

БГАТУ АЭФ  
Группа

План на отм. 0,000

ИЗМ	КОЛ	ИЗМ	ДЖ	ПОДПИСЬ	ДАТА
Р		Разраб.			
Р		Руковод.			
К		Консульт.			



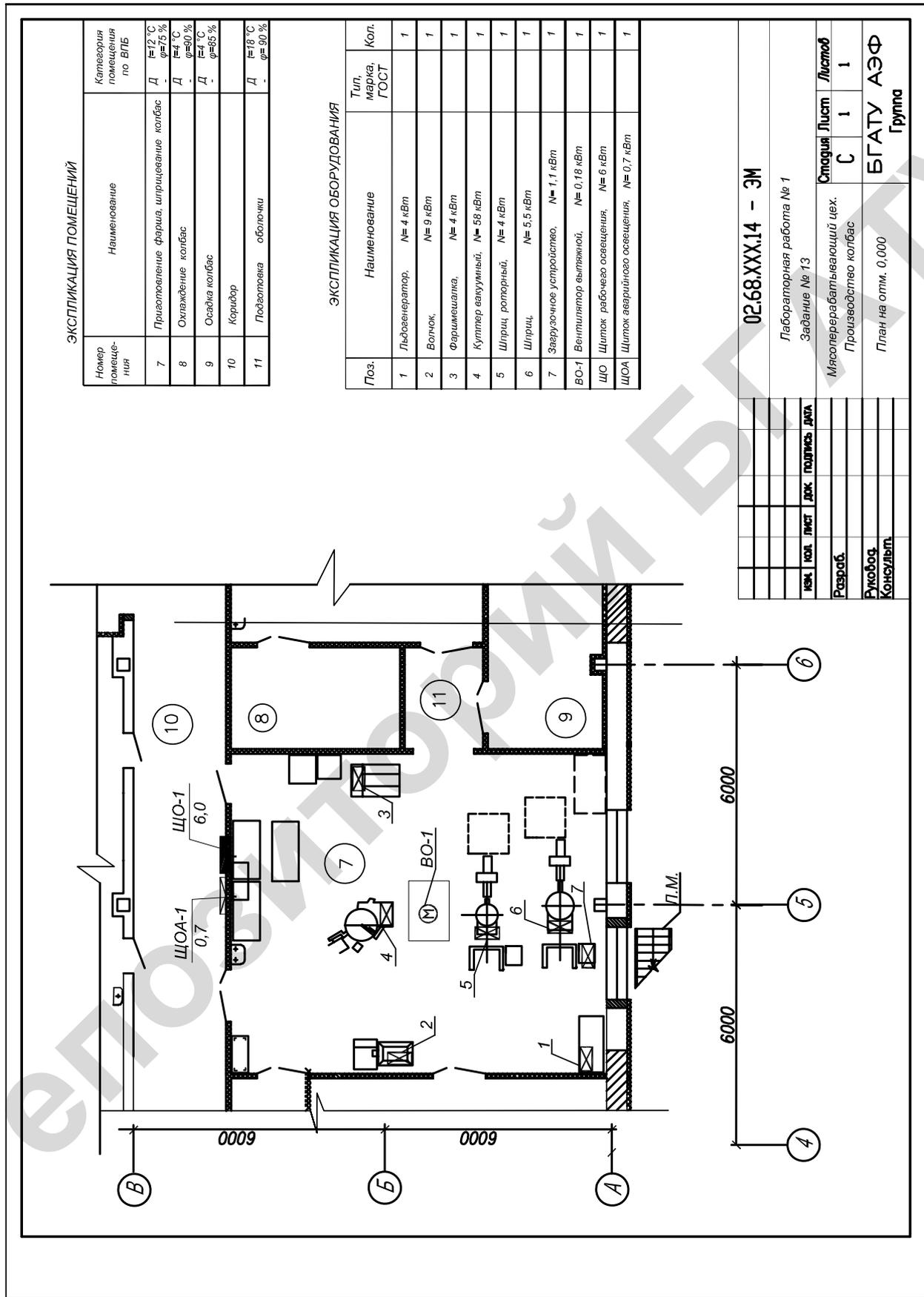
### ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помеще-ния	Наименование	Площадь, м2	Категория помещения по ВЛБ
10	Термическая обработка колбас		Г t=20°C φ=85%
11	Осадка сыровяленых колбас		Д t=4°C
12	Упаковка и хранение в/к и с/в колбас		B2 t=12°C φ=85%
13	Сушка в/к и с/в колбас		B2 t=12°C φ=75%
14	Электрощитовая		Д t=5°C
15	Контрора		Д φ=60%
16	Коридор		Д t=18°C φ=60%
17	Охлаждение колбас		Д t=4°C φ=85%

### ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Тип, марка, Кол. ГОСТ
1	Термокамера, N= 30 кВт	1
4	Весы платформенные, N= 0.02 кВт, U=220В	1
2	Термокамера, N=60 кВт	1
3	Термокамера, N=20.7 кВт	1
5	Установка обеззараживания воздуха, N=0.35кВт	2
6	Весы электронные, N= 0.1 кВт, U=220В	1
ЩО	Щиток рабочего освещения, N= 1,2 кВт	1
В3	Вентилятор вытяжной крышный, N= 0.55 кВт	2

<b>02.68.XX.14 - ЭМ</b>			
Лабораторная работа №1 Задание № 12			
		<b>Страниц</b>	<b>Листов</b>
		С 1	1
Мясоперерабатывающий цех, Производство колбас			
БГАТУ АЭФ Группа			
План на отм. 0.000.			



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
7	Приготовление фарша, шприцевание колбас	Д t=12°C φ=73%
8	Охлаждение колбас	Д t=4°C φ=90%
9	Осадка колбас	Д t=4°C φ=85%
10	Коридор	
11	Подготовка оболочки	Д t=18°C φ=90%

ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
1	Льдогенератор, N= 4 кВт		1
2	Волчок, N= 9 кВт		1
3	Фаршмешалка, N= 4 кВт		1
4	Култер вакуумный, N= 58 кВт		1
5	Шприц, роторный, N= 4 кВт		1
6	Шприц, N= 5,5 кВт		1
7	Зеруэчное устройство, N= 1,1 кВт		1
ВО-1	Вентилятор вытяжной, N= 0,18 кВт		1
ШО	Шток рабочего освещения, N= 6 кВт		1
ШОА	Шток аварийного освещения, N= 0,7 кВт		1

02.68.XX.14 - ЭМ

Лабораторная работа № 1		Задание № 13	
Изм.	Кол.	Лист	Джк. Подпись ДЖА
Разраб.		Страниц	Листов
Руковод.		С	1
Консульт.		БГАТУ АЭФ	
		Группа	
		Мясоперерабатывающий цех.	
		Производство колбас	
		План на отм. 0.000	

План на отм. 2,700

Место для установки ВРУ

**ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
1	Помещение для содержания животных	Д t=18 °C φ=75 %
2	Помещение для обслуживающего персонала	Д t=18 °C φ=60 %
3	Помещение для приводей стиралки	Д t=8 °C φ=75 %
4	Кормоприготовительная	В2 t=16 °C φ=65 %
5	Помещение для санобработки животных	В3 t=5 °C φ=60 %
6	Тамбур	В4 t=10 °C φ=70 %
7	Коридор	Д t=10 °C φ=70 %

**ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
1	Транспортер, N= 1,5 кВт		1
2	Кормораздатчик, N= 3 кВт		1
3.1	Шнек, N= 0,4 кВт		2
3.2			
4	Бункер		1
5	Бункер		1
8	Моечная машина, N= 4 кВт		1
ЩО	Щиток рабочего освещения, N= 1,2 кВт		1
В1	Вентилятор вытяжной, N= 0,55 кВт		1
В9-В14	Вентилятор вытяжной, N= 0,25 кВт		6
П1-П4	Вентилятор приточный, N= 1,5кВт		4

**ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВПБ
1	Помещение для содержания животных	Д t=18 °C φ=75 %
2	Помещение для обслуживающего персонала	Д t=18 °C φ=60 %
3	Помещение для приводей стиралки	Д t=8 °C φ=75 %
4	Кормоприготовительная	В2 t=16 °C φ=65 %
5	Помещение для санобработки животных	В3 t=5 °C φ=60 %
6	Тамбур	В4 t=10 °C φ=70 %
7	Коридор	Д t=10 °C φ=70 %

**02.68.XXX.14 - ЭМ**

Лабораторная работа № 1  
Задание № 14

Сварщик

План на отм. 0,000

Изм.	Кол.	ИМЕТ	ДОК	ПОДПИСЬ	ДАТА
Резерв.					
Руковод.					
Консульнт.					

Страниц	Лист	Листов
С	1	1

**БГАТУ АЭФ**  
Группа

### ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Категория помещения по ВЛБ
2	Участок ремонта трансформаторов	Д - t=16 °C - φ=80 %
3	Электрощитовая	Д - t=5 °C - φ=80 %
5	Участок вентиляции и желянящий	Д - t=8 °C - φ=75 %
7	Участок сборки валов, редукторов, трансформаторов	Д - t=16 °C - φ=65 %
8	Венткамера	Д - t=16 °C - φ=60 %
18	Тамбур	В4 - t=10 °C Д/На - φ=80 %

### ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол.
1	Установка для смазки и заправки, N=1,5 кВт		1
2	Контрольно-испытательный стенд, N=1,5 кВт		1
3	Токарно-винтовой станок, N=3 кВт		1
4	Вертикально-сверильный станок, N=2,2 кВт		1
5	Лебедка электрическая, N=3 кВт		1
6	Установка для промывки системы смазки, N=11 кВт		1
7	Пресс гидравлический, N=3 кВт		1
8	Электроожигищи, N=0,55 кВт		1
В9	Вентилятор вытяжной, N=0,55 кВт		1
П1	Вентилятор приточный, N=2,2 кВт		1
ЩО	Щиток рабочего освещения, N=3,2 кВт		1

### 02.68.XXX.14 - ЭМ

Лабораторная работа № 1  
Задание № 15

Имя	Кол.	Имя	Док.	Дата
Разраб.				
Руковод.				
Консульти.				

Цех по ремонту с/х оборудования

Страница	Лист	Листов
С	1	1

План на оптм. 0,000

БГАТУ АЭФ  
Группа

### Лабораторная работа № 3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ. ВЫБОР АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

#### Цель работы

Изучить способ составления структурных схем, ознакомиться с аппаратами управления и защиты, используемыми при проектировании силового электрооборудования, изучить их выбор.

#### Задачи работы

1. Освоить методику выполнения структурных схем электрической сети здания и выбора аппаратов управления и защиты при проектировании силового электрооборудования.
2. На основе плана здания с электроприемниками провести анализ электроприемников и составить структурную схему электрической сети здания.
3. Ознакомиться с аппаратами защиты и управления, используемыми при проектировании силового электрооборудования.
4. Выбрать аппараты защиты и управления для составленной структурной схемы электрической сети здания.

#### Общие сведения

**Структурная схема** – это графический документ, дающий общее представление об электрической сети здания. Структурная схема определяет основные функциональные части сети и их взаимосвязь.

Для выполнения структурной схемы электрической сети здания необходимо изучить и проанализировать электроприемники по категорийности электроснабжения на основании технологического задания отопления, вентиляции, водопровода. Определить их месторасположение; выявить мощность каждого электроприемника и выяснить режим работы; определить принадлежность электроприемников к технологическим линиям, если таковые имеются; определить наличие резервного оборудования, его количество и режим включения; выделить из общего числа единиц оборудования ремонтное оборудование; выделить кратковременно работающие электроприемники (задвиги, вентили); выделить электроприемники первой категории электроснабжения, если таковые есть; выявить однофазные электроприемники и способы их подключения к электросети.

На основании изучения и анализа электроприемников принимается решение об узлах их питания, т.е. о распределительных пунктах (РП), их количестве, месте установки, а так же о вводном устройстве и месте его установки.

После принятия решения об отнесении электроприемников к определенному РП формируют количество РП.

Обычно электроприемники группируют по их принадлежности к однородным режимам работы. Технологическое оборудование, вентиляционное и др. выделяются в отдельные группы, если это целесообразно, в зависимости от их количества. К одной характерной категории относят ЭП, имеющие одинаковое технологическое назначение и одинаковые верхние границы возможных значений коэффициентов использования и коэффициентов реактивной мощности  $\text{tg}\varphi$ .

На структурных схемах показывают питающую и распределительную сети.

Внутри здания должно быть установлено соответствующее данной категории электроснабжения здания вводное устройство.

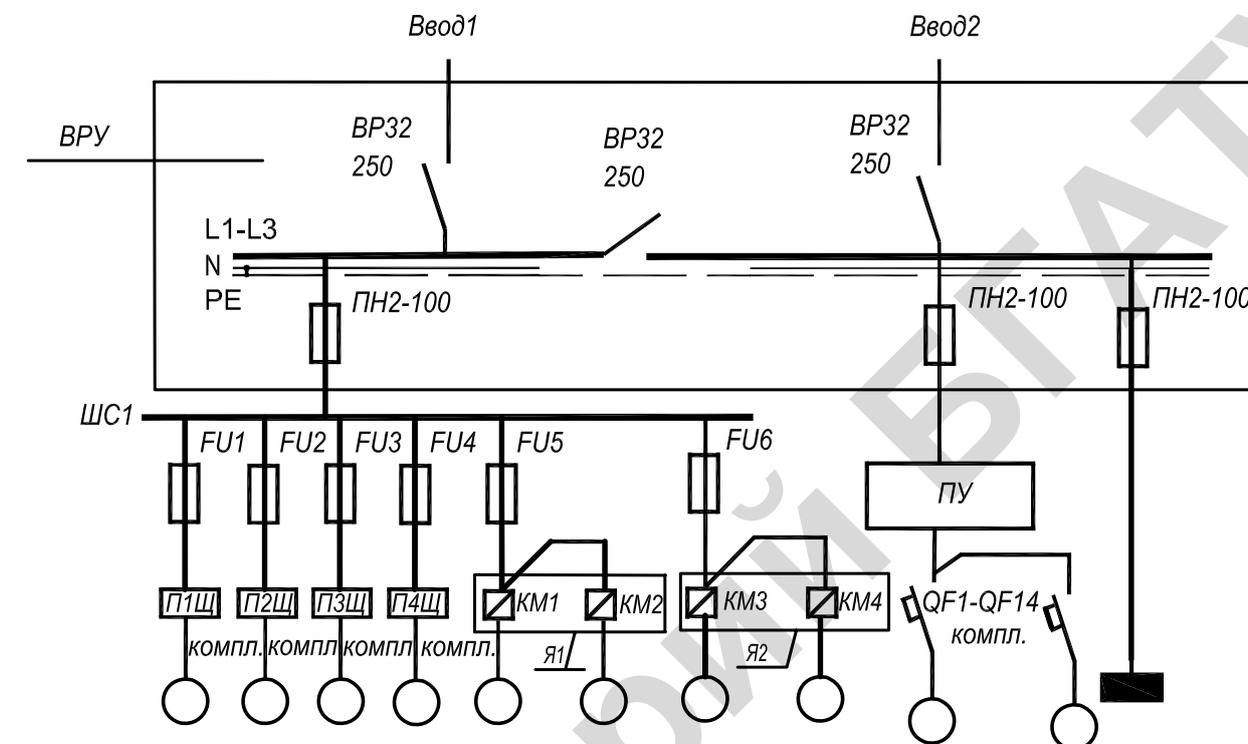
Силовые электропроводки внутри сельскохозяйственных зданий и помещений могут быть выполнены по радиальной, магистральной и смешанной схемам.

**Радиальная схема** питания применяется в тех случаях, когда на объекте имеются относительно мощные электроприемники или когда мелкие по мощности электроприемники распределяются по территории помещения неравномерно.

Магистральные схемы находят применение при электроприемниках, распределенных равномерно по территории помещения.

Обычно в чистом виде обе схемы питания (радиальная и магистральная) применяются редко, а сеть выполняется «смешанной» с присоединением потребителей в зависимости от их места расположения, характера производства и других условий.

Пример структурной схемы распределения электроэнергии



Номер по плану	П1	П2	П3	П4	1	2	3	4	В1 - В14	ЩО1
Р <sub>у</sub> , кВт	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	1.1	5.5	1.1	14x0.18	9
Электроприемник	Вентилятор приточный	Вентилятор приточный	Вентилятор приточный	Вентилятор приточный	Конвейер горизонт.	Конвейер наклонный	Конвейер горизонт.	Конвейер наклонный	Вентиляторы вытяжные	Щиток освещения
					Конвейер ТСН-2.0Б		Конвейер ТСН-2.0Б		Климат система -5М	

### Выбор аппаратов управления и защиты

В качестве аппаратуры управления в электрических сетях напряжением до 1000 В используются рубильники, пакетные выключатели, магнитные пускатели. Аппараты управления выбирают по роду тока, напряжению, мощности или току электроприемника, способу управления (ручное или дистанционное), исполнению.

Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требование селективности, а также должны быть защищены от перегрузок в соответствии с ПУЭ, (см. п. 3.1.10).

Для защиты электроприемников и сетей от токов короткого замыкания служат предохранители и автоматические выключатели без выдержки времени, а для защиты от перегрузок – автоматы, имеющие расцепители с обратной зависимой от тока характеристикой и тепловые реле магнитных пускателей, предохранители в соответствии с ПУЭ (см. п. 3.1.11).

Выбор аппаратов защиты производится с учетом следующих основных требований:

- напряжение и номинальный ток аппаратов должны соответствовать напряжению и расчетному (длительному) току цепи;
- номинальные токи плавких вставок предохранителей и расцепителей автоматических выключателей нужно выбирать по возможности близкими к расчетным токам электроприемника или линии;
- аппараты защиты не должны отключать установку при перегрузках, возникающих в условиях нормальной эксплуатации (например, при запуске короткозамкнутого электродвигателя);
- аппараты защиты должны обеспечивать надежное отключение одно- и многофазных замыканий;
- должна быть обеспечена селективность действия защиты.

Наиболее распространенными аппаратами защиты в установках напряжением до 1000 В являются предохранители. Предохранители предназначены для защиты электроприемников и электрических цепей от коротких замыканий.

*Выбирают предохранители* по следующим параметрам: напряжению, предельно отключаемому току, номинальному току плавкой вставки.

*Проверяют выбранный предохранитель:*

- по чувствительности защиты;
- по обеспечению селективности защиты.

В лабораторной работе производят выбор предохранителей по напряжению и номинальному току плавкой вставки, проверку выполняют по обеспечению селективности защиты.

Номинальное напряжение предохранителя должно соответствовать напряжению сети

$$U_{н. пр} \geq U_c \quad (3.1)$$

Номинальный ток плавкой вставки ( $I_{вст}$ ) предохранителя должен удовлетворять двум условиям.

*Первое условие:*

$$I_{вст} \geq I_{дл} \quad (3.2)$$

где  $I_{дл}$  – длительный (расчетный) ток электроприемника или линии.

*Второе условие:*

$$I_{вст} \geq \frac{I_m}{\alpha} \quad (3.3)$$

где  $I_m$  – максимальная величина кратковременного тока, А;

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от продолжительности и частоты пуска электродвигателя (ЭД).

Для ответвлений к одиночным электродвигателям  $I_m = I_{пуск}$ .

Номинальный ток трехфазного ЭД определяется по формуле

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cdot \eta \cdot \cos \varphi} \quad (3.4)$$

Пусковой ток ЭД

$$I_{пуск} = \kappa_i \cdot I_n \quad (3.5)$$

где  $\kappa_i$  – кратность пускового тока ЭД (паспортные данные электродвигателя).

Для цепей, питающих группу электроприемников, величину максимального тока определяют по формуле

$$I_m = I_{пуск. наиб} + \sum_1^{n-1} I_n \quad (3.6)$$

где  $I_{пуск. наиб}$  – пусковой ток одного ЭД или группы из нескольких одновременно включаемых ЭД, при пуске которого (которых) кратковременный ток линии достигает наибольшей величины, А;

$\sum_1^{n-1} I_n$  – длительный расчетный ток линии до момента пуска одиночного ЭД (группы ЭД), определяемый без учета рабочего тока пускаемого ЭД (или группы ЭД), А;  
 $n$  – число ЭД в группе.

Значения коэффициента  $\alpha$  для двигателя с нормальными условиями пуска (относительно редкие пуски и небольшая длительность разгона 5...10 с) принимаются равными 2,5.

Для двигателей с тяжелыми условиями пуска (длительность разгона до 40 с) коэффициент  $\alpha$  принимается равным 1,6...2,0.

Типы и технические данные предохранителей приведены в приложении 5.

**Автоматические выключатели** осуществляют более совершенную защиту электропроводок и электроприемников, чем плавкие предохранители, и одновременно являются коммутационными аппаратами.

Автоматические выключатели выпускаются с различными расцепителями: электромагнитными, тепловыми и комбинированными.

Выбор автоматических выключателей производится по номинальному напряжению, номинальному току автомата, номинальному току расцепителей.

*Номинальное напряжение автомата должно соответствовать напряжению сети:*

$$U_{н. авт} \geq U_c \quad (3.7)$$

*Номинальный ток автомата должен соответствовать длительному (расчетному) току электроприемника или линии:*

$$I_{н. авт} \geq I_{дл} \quad (3.8)$$

*Номинальный ток любого расцепителя автомата (электромагнитного, теплового, комбинированного) должен соответствовать длительному (расчетному) току электроприемника или линии:*

$$I_{н. расц} \geq I_{дл} \quad (3.9)$$

Выбранные расцепители автоматов проверяют на правильность срабатывания.

Ток срабатывания отсечки электромагнитного или комбинированного расцепителя  $I_{ср.э.лм}$  проверяется по максимальному кратковременному току линии.

$$I_{ср. э.лм} \geq K_{нм} \cdot I_M \quad (3.10)$$

$$I_{ср. э.л} = K_{ср} \cdot I_{н.м.р} \quad (3.11)$$

Для ответвлений к одиночному электродвигателю максимальный кратковременный ток линии равен пусковому току электродвигателя.

Для цепей, питающих группу электроприемников, метод определения максимального кратковременного тока приведен ранее при выборе номинального тока плавкой вставки.

Ток срабатывания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратной зависимостью от тока характеристикой  $I_{ср. теп}$  определяется по выражению

$$I_{ср. теп} \geq K_{нт} I_{дл} \quad (3.12)$$

$I_{н.м.р}$  – номинальный ток максимального расцепителя (для автоматического выключателя с комбинированным расцепителем) равен:

$$I_{ср. теп} = I_{н.м.р} \quad (3.13)$$

$K_{нт}$ ,  $K_{нм}$  – коэффициенты надежности соответственно расцепителей с обратнoзависимой от тока характеристикой и максимальных расцепителей, учитывающих разброс по токам срабатывания расцепителей ( $K_{нт} = 1 - 1,2$ ;  $K_{нм} = 1,25 - 1,4$ ) или по заводским данным автоматических выключателей с коэффициентом запаса 1,1), см. ПУЭ, п. 1.7.79.

$K_{ср}$  – кратность тока срабатывания максимального мгновенно действующего расцепителя (отсечки) по отношению к номинальному току расцепителя (по заводским данным автоматического выключателя).

### **Электромагнитные пускатели и тепловые реле**

Электромагнитные пускатели предназначены для пуска электродвигателей. Нагревательные элементы магнитного пускателя предназначены для защиты электродвигателя от перегрузки (при встро-енном тепловом реле).

**Электромагнитные пускатели** выбирают:

- по номинальному напряжению:

$$U_{н.п} \geq U_c; \quad (3.14)$$

- по номинальному току:

$$I_{н.п} \geq I_{дл}; \quad (3.15)$$

- по номинальному напряжению обмотки (катушки) пускателя:

$$U_{н.к} \geq U_{н.у};$$

- по току нагревательного элемента магнитного пускателя:

$$I_T \geq I_{дл}, \quad (3.16)$$

где  $U_{н.п}$ ,  $U_{н.к}$ ,  $U_{н.у}$  – номинальные напряжения пускателя, катушки пускателя, цепи управления (в которую включается катушка магнитного пускателя);

$I_{дл}$ ,  $I_T$  – длительный расчетный ток линии, номинальный ток нагревательного элемента тепло-вого реле пускателя.

**Электротепловое реле** выбирают:

- по напряжению реле:

$$U_{н.р} \geq U_c; \quad (3.17)$$

- по номинальному току реле:

$$I_{н.р} \geq I_{дл}; \quad (3.18)$$

- по току нагревательного элемента электротеплового реле:

$$I_T \geq I_{дл}, \quad (3.19)$$

где  $U_{н.р}$ ,  $I_{н.р}$  – номинальное напряжение и номинальный ток теплового реле;

$I_T$  – ток уставки нагревательного элемента электротеплового реле.

Ток теплового реле настраивают практически на номинальный ток электродвигателя с небольшим запасом, если по технологическим причинам возможна кратковременная перегрузка механизма.

В лабораторной работе можно использовать автоматические выключатели серии ВА 51, ВА 52, АЕ 20, ВА 47, магнитные пускатели серии ПМЛ и электротепловые реле РТЛ.

Для защиты человека от поражения электрическим током при случайном непреднамеренном прикосновении к токоведущим частям электроустановок при повреждениях изоляции, предотвра-щения пожаров вследствие протекания токов утечки на землю служат устройства защитного от-ключения (УЗО).

*Применение УЗО является обязательным:*

- если устройство защиты от сверхтока не обеспечивает время автоматического отключения 0,4 с или 0,2 с для помещений, где содержатся животные и электроустановка не охвачена системой уравнивания потенциалов;

- для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью поражения электрическим током;

- для групповых линий в мобильных (инвентарных) зданиях из металла или с металлическим каркасом, предназначенных для уличной торговли и бытового обслуживания населения, а также на питающих линиях к этим зданиям;

- для групповых линий и помещений с повышенной опасностью и особо опасных в отношении поражения электрическим током при высоте установки светильников общего освещения менее 2,5 м от пола и использовании светильников класса защиты 1;

- на вводе в сельскохозяйственные и животноводческие помещения с уставкой по дифференциальному току не выше 300 мА, но не ниже 100 мА.

**При выборе УЗО** учитывают следующие параметры.

1. Номинальное напряжение УЗО должно соответствовать напряжению сети:

$$U_n \geq U_c. \quad (3.20)$$

2. Номинальный ток УЗО должен соответствовать длительному (расчетному) току электроприемника или линии:

$$I_n \geq I_{дл}. \quad (3.21)$$

3. Номинальный отключающий предельный ток должен быть в 3 раза больше «фонового» тока утечки защищаемой цепи электроустановки, мА:

$$I_{\Delta n} \geq 3I_y. \quad (3.22)$$

При отсутствии данных о токах утечки их следует принимать из расчета 0,4 мА на 1 А тока нагрузки плюс ток утечки сети 10 мкА на 1 м длины фазного провода от места установки УЗО до клемм потребителей.

Шкала уставок дифференциального тока срабатывания УЗО:

10; 30; 100; 300; 500; 1000; 2000 мА.

**Аппараты защиты** проверяют по условию селективности, т. е. номинальные токи расцепителей автоматических выключателей и плавкие вставки предохранителей, расположенных непосредственно у электроприемника, должны быть меньше, чем номинальные токи расцепителей или плавких вставок аппаратов, расположенных дальше по сети питания данного электроприемника.

Основные сведения по автоматическим выключателям, пускателям и электротепловым реле, УЗО приведены в приложении 5.

**Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы:**

– по теоретическому материалу, приведенному в настоящей главе, рекомендуемой литературе и учебно-методическим пособиям изучить способ построения структурных схем электрической сети здания, выбор аппаратов защиты и управления;

– в соответствии с требованиями ниже приведенного подраздела «Содержание отчета» подготовить форму для отчета по лабораторной работе в соответствии с изученным теоретическим материалом, привести в ней краткие сведения о цели и задачах занятия, назначении структурных схем электрической сети здания и методике выбора аппаратов управления и защиты.

**Методические указания по выполнению работы**

1. По теоретическому материалу изучить способ построения структурных схем электрической сети здания и выполнения их на персональном компьютере.

2. Составить структурную схему электрической сети здания для разработанного плана силового электрооборудования в лабораторной работе № 2.

3. Ознакомиться по каталогам фирм-производителей с аппаратами управления и защиты.

3. Произвести их выбор в соответствии с методикой выбора для составленной структурной схемы, для чего:

- определить расчетные токи участков сети и электроприемников;

- определить требуемые токи вставок защитных аппаратов и выбрать защитные аппараты. Результаты выбора аппаратов управления и защиты записать в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Результаты выбора аппаратов управления и защиты

Поз. обозначение по схеме	Расчетный ток сети, А	Тип аппарата	Технические данные			
			$I_n$ защитного аппарата, А	$I_{пв}$ предохранителя или $I_p$ автомата, $I_{\Delta n}$ УЗО	Электротепловое реле	
					Тип реле	$I_{реле}$ , А

2. Дооформить отчет и подготовиться к его защите у преподавателя.

### Содержание отчета

1. Название, цель и задачи работы.

2. Краткие сведения о назначении структурных схем, об использовании аппаратов управления и защиты. Основные типы автоматических выключателей, предохранителей, дифференциальных автоматов, магнитных пускателей, используемых при проектировании силовой сети.

3. Структурная схема электрической сети здания.

4. Результаты выбора аппаратов управления и защиты (табл. 3.1).

5. Выводы по результатам проделанной работы.

### Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе

1. Что такое структурная схема электрической сети здания?

2. Что необходимо учитывать при составлении структурной схемы электрической сети здания?

3. Какие аппараты защиты используют для защиты электродвигателей от перегрузки?

4. Какие аппараты защиты используют для защиты от сверхтоков в сети?

5. Как выбирается плавкая вставка предохранителя?

6. Какие расцепители имеются в автоматических выключателях различных видов?

7. Как выбирается уставка тока расцепителя с обратной зависимости от тока характеристик (тепловой расцепитель) автоматического выключателя?

8. Как выбирается максимальный (отсечка) расцепитель автоматического выключателя?

9. Как выбирается тепловое реле магнитного пускателя?

10. Как определить номинальный ток электродвигателя?

11. Как определить пусковой ток электродвигателя?

12. Как рассчитывается ток утечки электроустановки?

13. Как выбирается номинальный отключающий предельный ток УЗО?

## Лабораторная работа № 4

### РАЗРАБОТКА СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

#### Цель работы

Изучить способы проектирования схем питающей и распределительной сетей в соответствии с ГОСТ 21.613-88 «Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи». Научиться выполнять схемы питающей и распределительной сетей при проектировании силового электрооборудования здания (сооружения).

#### Задачи работы

1. Освоить методику выполнения схем питающей и распределительной сетей по формам 2 и 3 ГОСТ 21.613-88.
2. По индивидуальному заданию построить схему распределительной сети и схему питающей сети.
3. Рассчитать электротехнические параметры сетей, выбрать и указать на схеме пускозащитную аппаратуру и электропроводку.

#### Общие сведения

Принципиальные электрические схемы питающей и распределительной сетей составляются в проекте силового электрооборудования здания или сооружения в соответствии с ГОСТ 21.613-88. Это схемы электрических сетей для питания электроприемников напряжением до 1 кВ в пределах проектируемого здания, сооружения, а также управляющих устройств электроприводов систем вентиляции, водоснабжения, канализации и других механизмов общего назначения, если электроприводы этих механизмов поставляются без управляющих устройств (без щитов, шкафов или ящиков управления). Если пускозащитная аппаратура и устройства управления поставляются заводами-изготовителями комплектно с технологическим оборудованием, то в чертежах силового электрооборудования выполняют подвод питания к оборудованию и к шкафам управления, комплектно поставляемым с этим оборудованием.

Прежде чем выполнять принципиальные электрические схемы питающей и распределительной сетей, строят схему распределения электроэнергии внутри здания в структурном виде (см. примеры проектирования принципиальных схем распределительной и питающей сетей). Вид схемы распределения электроэнергии внутри здания зависит от места расположения электроприемников, от наличия в комплекте с электроприемниками пускозащитной и управляющей аппаратуры (шкафов, пультов и ящиков управления), от категории по надежности электроснабжения электроустановки, от внешних воздействующих факторов окружающей электроприемник среды и от вида требуемой по ПУЭ (п. 3.1.8, 3.1.10 и 7.3.94) защиты электросетей (электропроводок), подводимых к электроприемникам здания.

Принципиальная схема распределительной сети выполняется по форме 3 (рис. 4.6), а принципиальная схема питающей сети – по форме 2 ГОСТ 21.613-88 (рис. 4.5).

**При разработке принципиальных схем** по формам 2 и 3 руководствуются следующим:

- *принципиальную схему выполняют в однолинейном изображении, при этом нулевой проводник отдельной линией не изображают;*
- *условные графические обозначения электроприемников, пусковых и защитных аппаратов на принципиальной схеме, как правило, не изображают, а указывают над линией их буквенно-цифровые обозначения, типы и технические данные;*
- *электроприемники, подключаемые непосредственно к питающей магистрали, показывают на принципиальных схемах питающей сети.*

Выполнение принципиальных схем распределительной и питающей сетей рассмотрим на примерах.

Для удобства описания процесса проектирования принципиальных схем распределительной и питающей сетей обозначим цифрами 1...16 и 1...17 вертикальные графы формы 3 и формы 2

схем (в реальных проектах эти графы цифрами не обозначаются).

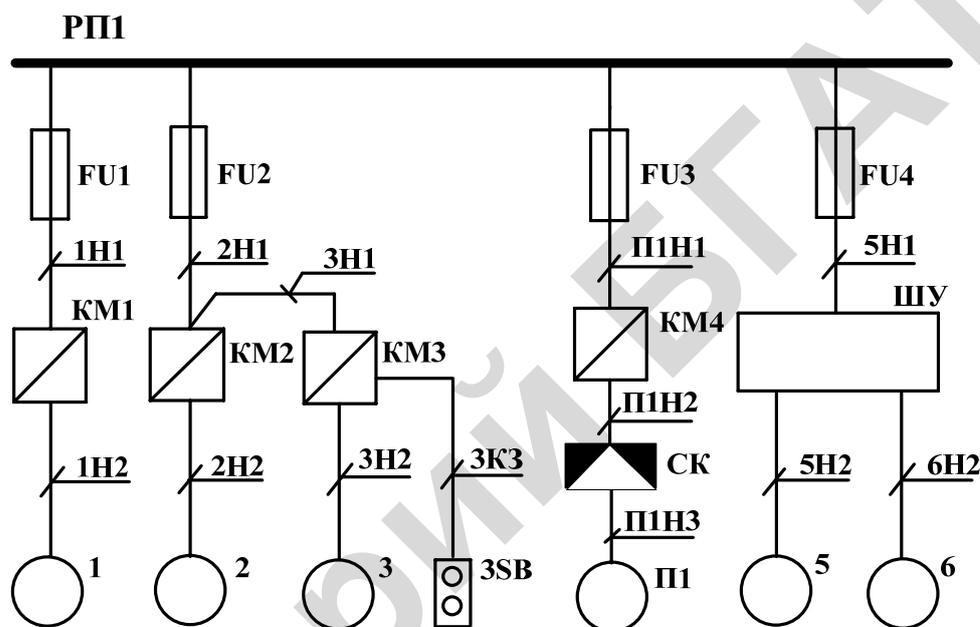
К питающей сети относится сеть от трансформаторной подстанции питающей магистрали до распределительного устройства или электроприемника.

К распределительной сети относится сеть от распределительного шинпровода или распределительного пункта до электроприемника.

#### 4.1. Проектирование принципиальной схемы распределительной сети

Проектирование принципиальной схемы распределительной сети рассмотрим на примере электрических приемников молочного блока.

Пусть часть электроприемников молочного блока запитана от силового распределительного шкафа РП1 по схеме, представленной на рис. 4.1.



Обозначение на плане	1	2	3	3SB	П1	5	6
$P_{\text{н}}$ , кВт	5,5	2,2	1,1		4	1,1	0,55
$I_{\text{н}}$ , А	11	4,5	2,5		8	2,5	1,6
$I_{\text{пуск}}$ , А	77	27	15		56	15	9,6
Наименование электроприемника	насос	транспортёр	Вытяжной вентилятор	Кнопочный пост	Приточный вентилятор	Насос	Мешалка
							Танк молока

Рис. 4.1. Структурная схема питания электроприемников

Дадим буквенно-цифровое обозначение трассам линий электропроводки в соответствии с рекомендациями ГОСТ 21.613-88.

На первом месте – обозначение (номер) электроприемника на плане, к которому подводится сеть; на втором – буква «Н» для трассы силовых сетей (сетей главного тока), буква «К» для трассы контрольных сетей (сетей цепей управления); на третьем – порядковый номер трассы электропроводки, необходимой для подключения электроприемника, указанного на первом месте. (Чаще всего порядковый номер 1 – сеть до пускового аппарата, 2 – сеть от пускового аппарата до электроприемника.)

Выполним схему питания электроприемников, представленную на рис. 4.1, в соответствии с ГОСТ 21.613-88. Это принципиальная схема распределительной сети, которую нужно выполнить по форме 3 (рис. 4.6). Сама принципиальная схема представлена на рис. 4.2.

Принципиальная схема распределительной сети

Распределительное устройство	Аппарат отходящей линии (вода) - обозначение: - тип, - I <sub>ном</sub> , А; - расцепитель или плавкая вставка, А	Пусковой аппарат - обозначение: - тип, - I <sub>ном</sub> , А; - расцепитель или плавкая вставка, А; установка теплового реле, А	Угловой винт 1	Угловой винт 2	Кабель, провод			Способ прокладки - в трубах (Т); - на скобах (СК); - на м/к; - на тресе и др.		Распределительное устройство или электроприемник					
					Обозначение	Марка	Количество, число жил и сечение	Диаметр, м	Обозначение на плане	Диаметр, м	Обозначение	R <sub>уст</sub> или R <sub>ном</sub> , кВт	I <sub>уст</sub> или I <sub>ном</sub> , А	Наименование, тип, обозначение чертежа принципиальной схемы	
1			3	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
РТЦ ПИ11-73701-54У3 ЗНРЕ ~ 380/220 В P <sub>уст</sub> =14,45 кВт I <sub>уст</sub> = 21 А	FU1 ПН2-60 63 31,5	КМ1, ПМЛП22002 25 11	Угловой винт 1	Угловой винт 2	1Н1	АВВГ	4×2,5	10	СК	2	1	5,5	11 77	Насос	
	FU2 ПН2-60 63 16	КМ2, ПМЛП22002 10 4,5			2Н2	АПВ	4(1×2,5)	15	Т20	3	2	2,2	4,5 27	Трансформер	
		КМ3, ПМЛП21002 10 2,5			3Н1	АВВГ	4×2,5	5	СК	5	3	1,1	2,5 15	Вытяжной вентилятор	
					3Н2	АВВГ	4×2,5	12	СК лоток	2	10				
					3К3	АКВВГ	4×2,5	20	СК лоток	8	12	3SB			
		FU3 ПН2-60 63 25	КМ4, ПМЛП22002 10 8			ПН1	АВВГ	4×2,5	18	СК лоток	3				
			СК У614 16			ПН2	АВВГ	4×2,5	15	СК лоток	4				
		FU4 ПН2-60 63 10	ПУ* 1 фидер			ПН3	ПВ	4(1×1,5)	18	Т15	4	ПЦ	4	8 56	Пригодный вентилятор
			2 фидер			5Н1	АВВГ	5×2,5	12	СК лоток	2	5	1,1	2,5 15	Насос
						5Н2	АВВГ	4×2,5	10	Т20	3	6	0,5 5	1,6 9,6	Металка
						6Н2	АВВГ	4×2,5	12	Т20	5				

\* Комплектно с технологическим оборудованием

Рис. 4.2. Принципиальная схема распределительной сети

Под головкой таблицы формы 3 схема выполняется в виде толстых (в основном горизонтальных и вертикальных) линий. Линии выполняются в графах со 2 по 12. Вертикальная линия между графами 1 и 2 обозначает шины РП1 или само распределительное устройство. Горизонтальные линии обозначают аппараты и трассы электропроводки от шин РП1 до электроприемника, номер которого указан в графе 13. Все надписи ведутся над горизонтальными линиями в соответствующих графах.

В графе 1 «Распределительное устройство» указывают буквенно-цифровое обозначение распределительного пункта, тип, напряжение, установленную мощность  $P_{уст}$  и расчетный ток  $I_{расч}$  для пунктов, соединенных «в цепочку». При необходимости указывают потери напряжения  $\Delta U$  (%) до распределительного пункта.

В графе 2 «Аппарат отходящей линии (ввода)» должно быть 4 строки: первая – обозначение (при отсутствии обозначения нужно ставить прочерк); вторая – тип аппарата; третья – номинальный ток аппарата (А), при этом размерность «А» не ставится; четвертая – расцепитель или плавкая вставка аппарата (А) без обозначения размерности «А», так как это обозначение есть в головке таблицы.

В графе 3 надписи отсутствуют. Горизонтальная линия, пересекающая эту графу, обозначает проводку между аппаратами, указанными в графах 2 и 4. Это участок сети 1. В нашей схеме – это трасса 1Н1 между FU1 и KM1, трасса 2Н1 между FU2 и KM2, трасса 3Н1 между KM2 и KM3.

В графе 4 «Пусковой аппарат» записывают данные пускового аппарата в четырех строках аналогично записям в графе 2:

- 1) обозначение;
- 2) тип;
- 3)  $I_{ном}$ , А;
- 4) расцепитель или плавкая вставка, А, или уставка теплового реле, А (в зависимости от того, какой пусковой аппарат принят в схеме).

Если в схеме принят магнитный пускатель без теплового реле, в четвертой строке ставят прочерк. Если пусковой аппарат поставляется комплектно с технологическим оборудованием, то в графе 4 указывают обозначение на плане, ставят знак «\*» и делают ссылку снизу под схемой.

В графе 5 надписи отсутствуют. Горизонтальная линия, пересекающая эту графу, обозначает проводку между аппаратом, указанным в графе 4, и электроприемником, указанным в графе 13. Это участок сети 2. В нашей схеме – это трасса 1Н2 между KM1 и электроприемником 1, трасса 2Н2 между KM2 и электроприемником 2 и т.д.

В графе 6 указывают номер участка сети, описание которого дается в графах с 7 по 12. Графы с 6 по 12 над линией сети разделены тонкой горизонтальной линией на две части (на две горизонтальные строки). В графе 6 в первой (верхней) горизонтальной строке ставят цифру «1», что обозначает участок сети 1, описание которого дается в этой строке в графах с 7 по 12; во второй (нижней) горизонтальной строке ставят цифру «2», что обозначает участок сети 2, описание которого дается в этой строке в графах с 7 по 12. Итак, в графе 6 принципиальной схемы распределительной сети могут стоять только цифры 1 или 2. В случае, если в схеме в графе 3 линия сети отсутствует, в графе 6 вместо цифры «1» ставят прочерк и далее в этой строке графы с 7 по 12 остаются пустыми.

В графе 7 указывают номер трассы электропроводки соответственно на участках сети 1 и 2.

В графе 8 указывается марка кабеля или провода электропроводки соответствующей трассы.

В графе 9 указывают количество, число жил и сечение кабеля или провода соответствующей трассы.

В графе 10 указывается длина кабеля или провода, необходимая для монтажа соответствующей трассы. Нужно помнить, что если трасса сети выполняется одним многожильным кабелем, то указывается общая длина кабеля. Если же трасса выполнена одножильными проводами, которые затягиваются в трубу, то длина трассы равна длине трубы, а длина провода определяется умножением количества проводов на длину трассы и прибавлением некоторого количества провода на «змейку», на разделку и ввод в распределительное устройство или аппарат. В этом случае в графе 10 указывается общая длина одножильного провода.

В графах 11 и 12 указывается способ прокладки и длина соответствующего участка трассы, выполненного указанным способом.

В графе 13 указывают цифровое или буквенно-цифровое обозначение электроприемника на плане. Если в схеме графы с 5 по 12 горизонтально пересекает линия сети к аппарату управления

или к контрольно-измерительному прибору, то в графе 13 указывают обозначение этого аппарата или прибора на плане.

В графе 14 указывают установленную или номинальную мощность электроприемника, кВт.

В графе 15 указывают расчетный ток для электроприемников, у которых нет «броска» (многократного увеличения) тока при пуске. Для электродвигателей указывают токи (А) в виде дроби: в числителе –  $I_{ном}$ , в знаменателе –  $I_{пуск}$ . Для многодвигательных электроприемников указывают: в числителе – общий расчетный ток установки, А, в знаменателе – максимальный ток, А (максимально возможный ток при запуске установки).

В графе 16 указывают наименование электроприемника. Если электроприемником является установка или низковольтное комплексное устройство (НКУ), чертежи которого разрабатываются отдельным комплектом, в графе 16 указывают обозначение чертежа принципиальной схемы установки или обозначение чертежа общего вида НКУ.

Если после аппарата отходящей линии до электроприемника в сети не один, а два аппарата, которые нужно описать в схеме (например, для П1 после FU3 подключены КМ4 и СК), то линию сети после графы 12 переносят в начало графы 4 следующей строки. В конце графы 12 ставят уходящую стрелку под углом  $45^\circ$  и под таким же углом ставят стрелку, приходящую в начало графы 4. В конце и в начале стрелок ставят прописные буквы русского алфавита *a-a* (*б-б*, *в-в*, *г-г* и т. д., если несколько переносов в пределах данного листа схемы). Аналогично можно переносить линии сети практически в любые точки схемы.

#### 4.2. Проектирование принципиальной схемы питающей сети

Производственный цех является потребителем второй категории. Структурная схема питающей сети производственного цеха представлена на рис. 4.3. В соответствии с п. 1.2.19 ПУЭ питание цеха рекомендуется выполнять двумя линиями от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. В качестве вводного устройства примем вводно-распределительное устройство типа ВРУ 1-11-10УХЛ4 на 2 ввода и 2 отходящие линии с предохранителями ПН2-250. В цехе имеется пилорама общей мощностью 37,5 Вт. В комплекте с пилорамой установлен шкаф управления с пускозащитной аппаратурой и аппаратами управления. В цехе еще имеются 2 силовых распределительных шкафа РП1 и РП2, от которых питаются электроприемники цеха, и щиток электроосвещения ЩО. Шкаф управления пилорамой подключаем непосредственно к ВУ через силовой ящик Я1 типа ЯРП-250 с рубильником и предохранителями.

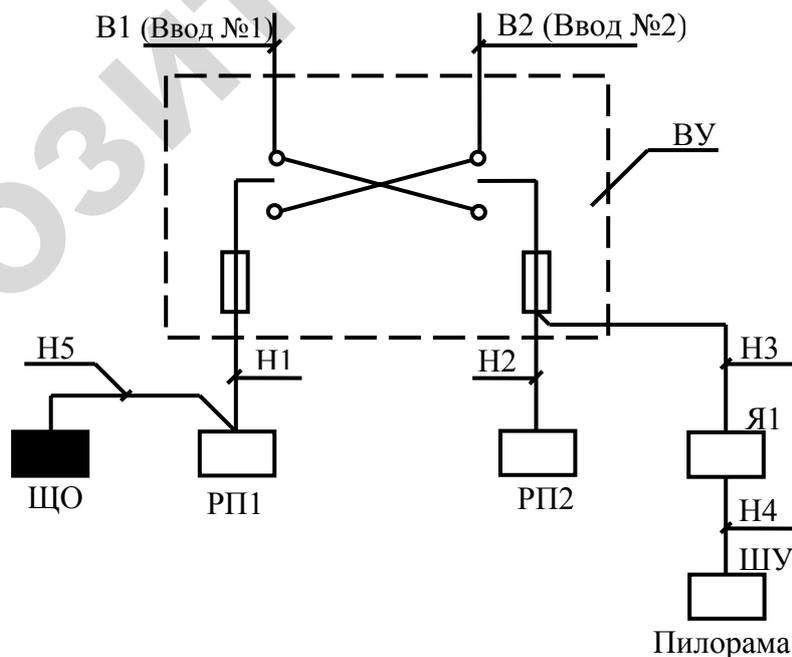


Рис. 4.3. Структурная схема питающей сети производственного цеха

### *Схемы электрические принципиальные питающей сети*

Принципиальную схему питающей сети выполняем по форме 2 (рис. 4.5) аналогично принципиальной схеме распределительной сети. Форма 2 в отличие от формы 3 имеет 17 вертикальных граф. В форме 2 есть возможность описывать 3 участка сети над каждой линией, изображающей аппараты и сеть электропроводки, графы с 7 по 13 разделены на 3 горизонтальные строки, в которых описываются технические данные сети на участках 1, 2 и 3.

Схема питающей сети цеха представлена на рис. 4.3 в структурном виде. Дадим буквенно-цифровое обозначение трассам электропроводки. Линии ввода обозначим В1 и В2, остальные трассы питающих сетей обозначим Н1–Н5. Выполним схему, представленную на рис. 4.4, по форме 2 в соответствии с ГОСТ 21.613-88.

*В графе 1 «Магистраль»* указывают буквенно-цифровое обозначение магистрали, вводного или вводно-распределительного устройства, его тип и технические данные, координаты по плану расположения электрического оборудования (при необходимости).

*В графе 1* записываем обозначение на плане и тип вводного или вводно-распределительного устройства. Само вводное устройство можно изобразить сплошной толстой вертикальной линией вдоль границы раздела граф 1 и 2. Однако в этом случае было бы непонятно, к какому вводу подключаются РП1 и ЩО, а к какому РП2 и ШУ и как производится переключение при исчезновении напряжения на одном из вводов. Поэтому в графе 1 изобразили схему вводного устройства и показали имеющиеся во вводном устройстве переключатели, с помощью которых можно все электроприемники цеха в аварийном режиме подключить к одному из вводов. В нормальном режиме РП1 и ЩО подключены к вводу № 1, РП2 и ШУ – к вводу № 2.

Схема выполняется в графах с 2 по 13 в виде толстых горизонтальных и вертикальных линий. Над горизонтальными линиями в графах 3 и 5 описываем обозначение, тип и технические данные аппаратов.

*В графах 2, 4 и 6* надписи отсутствуют, так как это участки сети 1, 2 и 3 между аппаратами, описанными в предыдущей и последующей графах.

*В графах с 7 по 13*, которые разделены на 3 строки, описываются кабели и провода электропроводок соответствующих участков. Если отсутствует аппарат и в графах 3 или 5 схемы нет никаких описаний, а сплошная горизонтальная линия сети пересекает два (2 и 4) или все три участка сети (пересекает графы 2, 4 и 6), то описывают эту сеть на участке, ближайшем к точке подключения сети к аппарату или шине устройства.

Если в графе 3 описан аппарат отходящей линии, который входит в состав вводного устройства (в состав магистрали), то участок сети 1 также входит в состав вводного устройства (это соединение выполнено во вводном устройстве). Тогда в первой строке графы 7 ставим прочерк, а графы 8–13 в этой строке остаются пустыми.

*Если в графе 5* описываем аппарат ввода в распределительное устройство, указанное в графе 14, то участок сети 3 входит в состав распределительного устройства и на схеме не описывается, т. е. в третьей строке графы 7 ставим прочерк, а графы 8–13 в третьей строке остаются пустыми.

По нашей схеме в нормальном режиме часть электропотребителей подключена к вводу 1, а часть – к вводу 2.

В аварийном режиме (при отсутствии напряжения на одном из вводов) все электроприемники второй категории по надежности электроснабжения подключаются к одному вводу. В графах 15 и 16 следует указать установленную мощность и расчетный ток в нормальном и аварийном режимах для расчета вводных кабелей.

Если аппараты или кабели (провода) сети учтены в других проектах (например, в проекте силового электрооборудования другого здания или в проекте наружных сетей 0,38 кВ), то в схеме эти аппараты или кабели (провода) не учитываются, лишь делается \* (или \*\*), а сноски с пояснениями размещаются внизу под чертежом схемы.

На чертеже каждой принципиальной схемы по форме 4 приводят потребность кабелей и проводов (рис. 4.3), а по форме 5 – потребность (рис. 4.4). В формы 4 и 5 включают кабели, провода и трубы, технические данные и длины которых указаны в принципиальной схеме питающей и распределительной сетей.



Магистраль	Аппарат отходящей линии (ввода)		Аппарат вводимый		Кабель, провод			Способ прокладки		Распределительное устройство или электроприемник						
	- обозначение;		- обозначение;		Обозначение	Количество, число жил и сечение	Длина, м	- в трубах (Т); - на скобах (СК); - на трассе и др.		Обозначение	$R_{\text{уст}}$ или $R_{\text{ном}}$ , кВт	$I_{\text{расч}}$ или $I_{\text{ном}}$ , $I_{\text{макс}}$ А	Наименование, тип, обозначение чертежа принципиальной схемы			
	- тип, $I_{\text{ном}}$ А;	- расцепитель или шпавка А	- тип, $I_{\text{ном}}$ А;	- расцепитель или шпавка А;				Обозначение на плане	Длина, м							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
25	5	32	5	32	5	5	16	13	25	13	23	13	16	12	12	35

Рис. 4.5. Принципиальная схема питающей сети (форма 2)

Распределительное устройство	Аппарат отходящей линии (ввода)				Пусковой аппарат				Кабель, провод			Способ прокладки		Распределительное устройство или электроприемник				
	- тип, $I_{\text{ном}}$ А;		- расцепитель или шпавка А		- тип, $I_{\text{ном}}$ А;		- расцепитель или шпавка А;		Обозначение	Марка	Количество, число жил и сечение	Длина, м	- в трубах - на скобах - на трассе и др.		Обозначение	$R_{\text{уст}}$ или $R_{\text{ном}}$ , кВт	$I_{\text{расч}}$ или $I_{\text{ном}}$ , $I_{\text{макс}}$ А	Наименование, тип, обозначение чертежа принци- пиальной схемы
	- тип, $I_{\text{ном}}$ А;	- расцепитель или шпавка А	- тип, $I_{\text{ном}}$ А;	- расцепитель или шпавка А;	Обозначение на плане	Длина, м												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25	5	33	5	33	5	5	17	13	25	25	13	25	13	16	12	12	12	35

Рис. 4.6. Принципиальная схема распределительной сети (форма 3)

На принципиальных схемах не приводят:

- технические данные электрооборудования, марки, сечения и длины кабелей и проводов, обозначения и длины труб, если они поставляются комплектно с технологическим оборудованием или предусмотрены рабочей документацией нестандартизированного оборудования;

- марки, сечения и длины проводов в пределах НКУ;

- марки, сечения и длины кабелей и проводов для электроприемников, для которых всю необходимую информацию о кабелях и проводах невозможно привести на принципиальной схеме (например, сети с разветвленными цепями управления). Данные об этих кабелях, проводах и трубах помещают в кабельном журнале.

Для троллейных линий, имеющих секционирование и подпитку, и других разветвленных сетей с несколькими напряжениями, частотами и т. д. в обоснованных случаях допускаются отступления от форм 2 и 3 или выполнение принципиальных схем по произвольной форме, при этом схемы должны содержать все технические данные, предусмотренные формами 2 и 3 ГОСТ 21.613-88.

При заполнении данных о кабелях и проводах в принципиальных схемах питающей и распределительной сетей необходимо помнить, что:

1) кабели выбирают по нагреву с учетом коэффициента прокладки  $K_{п}$ :

$$K_{п} \cdot I_{\text{длит. доп. каб}} \geq I_{\text{расч. линии}}$$

где  $K_{п}$  – коэффициент прокладки, учитывающий нагрев кабелей окружающей средой (табл. 1.3.3 ПУЭ) или взаимный нагрев кабелей при прокладке их в коробах (табл. 1.3.12 ПУЭ);

$I_{\text{длит. доп. каб}}$  – допустимый длительный ток кабеля;

2) кабели проверяют по потере напряжения на участке от вводного устройства до электроприемника, которая не должна превышать 4 % (п. 525 ГОСТ 30331-15-2001);

3) кабели проверяют по соответствию выбранной защите. В соответствии с п. 3.1.9 ПУЭ для сетей, не требующих защиты от перегрузки, должны выполняться условия:

- при защите предохранителями

$$\frac{I_3}{I_{\text{длит. доп. каб}}} \leq 3;$$

- при защите автоматическим выключателем, имеющим обратно зависящую от тока характеристику (независимо от наличия или отсутствия отсечки),

$$\frac{I_3}{I_{\text{длит. доп. каб}}} \leq 1;$$

- при защите автоматическим выключателем, имеющим только максимальный мгновенно действующий расцепитель (отсечку),

$$\frac{I_3(I_{\text{отс}})}{I_{\text{длит. доп. каб}}} \leq 4,5;$$

$I_3$  – уставка тока аппарата защиты (ток плавкой вставки, номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с обратно зависящей от тока характеристикой, ток отсечки).

Значения допустимого длительного тока ( $I_{\text{длит. доп. каб}}$ ), А, для кабелей с алюминиевыми жилами марки АВВГ при прокладке в воздухе (данные из таблицы 1.3.7 ПУЭ) представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и не бронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток, для кабелей		
	Двухжильные	Трехжильные	Четырех- и пятижильные
2,5	21	19	17,5
4	29	27	24,8
6	38	32	29,4
10	55	42	38,6
16	70	60	55,2
25	90	75	69
35	105	90	82,8
50	135	110	101,2
70	165	140	128,8
95	200	170	156,4
120	230	200	184

Число и сечение жил, напряжение	Марка					8	23
						15	
47	Nх20=240 max						
287							

Рис. 4.7. Потребность кабелей и проводов, длина, м

Обозначение по стандарту	Диаметр по стандарту, мм	Длина, м	20
45	30	20	
95			

Рис. 4.8. Потребность труб

**Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы:**

- по теоретическому материалу, приведенному в настоящей главе и рекомендуемой литературе, изучить способ выполнения схем питающей и распределительной сетей здания;
- подготовить формы 3 (рис. 4.6), 2 (рис. 4.5), 4 (рис. 4.7), 5 (рис. 4.8) для выполнения схемы по индивидуальному заданию.

**Методические указания по выполнению работы**

1. По теоретическому материалу, приведенному в настоящей главе, рекомендуемой литературе, к занятиям изучить способ построения схем питающей и распределительной сетей и выполнения их на персональном компьютере.
2. По заданному преподавателем варианту задания выполнить чертеж принципиальных электрических схем питающей и распределительной сетей.
3. Оформить отчет и подготовиться к защите работы.

**Содержание отчета**

1. Название, цель и задачи работы;
2. Краткие сведения о назначении схем питающей и распределительной сетей.
3. Представить чертеж принципиальных электрических схем питающей и распределительной сетей с заполнением всех данных аппаратов управления и защиты и данных электропроводки своего варианта задания.
4. Результаты выбора аппаратов управления и защиты.
5. Выводы по результатам проделанной работы.

**Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе**

1. Что такое схема распределительной сети?
2. Как на схеме выполняется соединение аппаратов защиты «в цепочку»?
3. Как записываются номера трасс в строках 1 «участок сети 1», 2 «участок сети 2»?
4. Какие данные записывают в графе «магистраль»?
5. Как правильно выбрать количество жил и сечение кабеля?

## Варианты индивидуальных заданий

### Задание 1. Свинарник

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Защитные аппараты							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	2	2SB	3	4	5	6
$P_n$ , кВт	1,5	1,0		9	0,75	4	2,2
Наименование	Вентилятор	Вентилятор	Кнопочный пост	Нагревательный элемент	Насос	Транспортер навозоудаления горизонтальный	Транспортер навозоудаления наклонный

### Задание 2. Кормоприготовительная для молодняка КРС

Аппараты защиты						
Длина участка линии, м						
Аппараты отходящей линии (ввода)						
Длина, м						
Пусковой аппарат						
Длина, м						
Условное обозначение						
№ на плане	1	1SB	2	3	4	В1
$P_n$ , кВт	0,75		1,1	1,1	4	1,5
Наименование	Задвижка	Пост управления	Транспортер	Транспортер	Измельчитель	Вентилятор

**Задание 3.** Коровник на 10 доильных коров

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Аппараты отходящей линии (ввода)							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	2	3	4	5	6	6SB
$P_n$ , кВт	0,75	0,75	4	2,2	7,5	1,5	
Наименование электроприемника	Вентилятор	Вентилятор	Транспортер горизонтальный	Транспортер наклонный	Измельчитель	Шнек	Кнопочный пост

**Задание 4.** Насосная

Аппараты защиты						
Длина участка линии, м						
Аппараты отходящей линии (ввода)						
Длина, м						
Пусковой аппарат						
Длина, м						
Условное обозначение						
№ на плане	1	1SB	2	3	4	5
$P_n$ , кВт	0,37		4	2,2	7,5	0,75
Наименование электроприемника	Задвижка	Кнопочный пост	Насос	Насос	Электроводонагреватель	Вентилятор центробежный

Задание 5. Кормоцех 1

Аппараты защиты						
Длина участка линии, м						
Аппараты отходящей линии (ввода)						
Длина, м						
Пусковой аппарат						
Длина, м						
Условное обозначение						
№ на плане	1	1SB	2	3	5	6
$P_n$ , кВт	0,75		1,5	1,5	2,25	1
Наименование электроприемника	Подгреба- тель	Кнопоч- ный пост	Транспортер	Вентилятор центробежный	Барaban мойки	Насос мойки

Задание 6. Кормоцех 2

Аппараты защиты								
Длина участка линии, м								
Аппараты отходящей линии (ввода)								
Длина, м								
Пусковой аппарат								
Длина, м								
Условное обозначение								
№ на плане	1	2	3	4	5	6	6SB	
$P_n$ , кВт	2,2	1,5	0,75	4	0,55	7,5		
Наименование электроприемника	Транспортер	Барaban мойки	Транспортер мойки	Измельчитель	Шнек	Насос	Кнопочный пост	

**Задание 7.** Участок хранения зерна

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Аппараты отходящей линии (ввода)							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	2	2SB	3	4	5	5SB
$P_n$ , кВт	1,5	7,5		1,5	2,2	0,75	
Наименование электроприемника	Транспортер	Нория	Кнопочный пост	Транспортер	Транспортер	Задвижка	Кнопочный пост

**Задание 8.** Участок помола зерна

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Аппараты отходящей линии (ввода)							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	2	3	3SB	4	5	4SB
$P_n$ , кВт	1,1	2,2	0,55		5,5	1,5	
Наименование электроприемника	Вентилятор центробежный	Транспортер	Задвижка	Кнопочный пост	Измельчитель	Шнек	Кнопочный пост

**Задание 9. Мастерская**

Аппараты защиты						
Длина участка линии, м						
Аппараты отходящей линии (ввода)						
Длина, м						
Пусковой аппарат						
Длина, м						
Условное обозначение						
№ на плане	1	2	2SB	3	4	5
$P_n$ , кВт	2,2	0,37		4	2,2	7,5
Наименование электроприемника	Насос	Задвижка	Кнопочный пост	Транспортер	Транспортер	Вентилятор центробежный

**Задание 10. Цех разделения навозных стоков**

Аппараты защиты								
Длина участка линии, м								
Аппараты отходящей линии (ввода)								
Длина, м								
Пусковой аппарат								
Длина, м								
Условное обозначение								
№ на плане	1	1SB	2	3	3SB	4	5	
$P_n$ , кВт	1,6		2,2	1,5		1,5	4	
Наименование электроприемника	Задвижка	Кнопочный пост	Барaban установки ФАН	Транспортер	Кнопочный пост	Вентилятор осевой	Вентилятор центробежный	

**Задание 11.** Цех разделения навозных стоков

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Аппараты отходящей линии (ввода)							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	1SB	2	3	4	5	5SB
$P_n$ , кВт	1,5		22	4+1,5	2,2	0,37	
Наименование электроприемника	Лебедка	Кнопочный пост	Насос НЖН-200	Установка ФАН	Насос	Вентилятор	Кнопочный пост

**Задание 12.** Кормоцех 3

Аппараты защиты						
Длина участка линии, м						
Аппараты отходящей линии (ввода)						
Длина, м						
Пусковой аппарат						
Длина, м						
Условное обозначение						
№ на плане	В1	4	SB	1	2	3
$P_n$ , кВт	1,5	0,37		2,2	2,2	2,2
Наименование электроприемника	Вентилятор центробежный	Задвижка	Кнопочный пост	Транспортер соломы	Транспортер соломы	Транспортер соломы

**Задание 13.** Здание КРС

Аппараты защиты						
Длина участка линии, м						
Аппараты отходящей линии (ввода)						
Длина, м						
Пусковой аппарат						
Длина, м						
Условное обозначение						
№ на плане	1	2	3	3SB	4	5
$P_n$ , кВт	4	2,2	10		2,2	1,0
Наименование электроприемника	Транспортер горизонтальный	Транспортер навозо-удалений наклонный	УНТ-10 Установка транспортировки навоза	Кнопочный пост	Вентилятор приточный	Вентилятор вытяжной

**Задание 14.** Мехмастерская

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Аппараты отходящей линии (ввода)							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	2	3	4	4SB	5	6
$P_n$ , кВт	0,75	12	2,2	1,5		2,2+1,1	1,0+0,37
Наименование электроприемника	Насос	Электро-водонагреватель	Вентилятор	Вентилятор	Кнопочный пост	Таль электрический	Станок

Задание 15. Кормоцех 4

Аппараты защиты							
Длина участка линии, м							
Аппараты отходящей линии (ввода)							
Длина, м							
Пусковой аппарат							
Длина, м							
Условное обозначение							
№ на плане	1	1SB	2	3	4	5	5
$P_{н}$ , кВт	10		2,2	5,5	1,5	0,75	2,2+1,1
Наименование электроприемника	Воздушный компрессор	Кнопочный пост	Транспортер	Измельчитель	Вентилятор	Задвижка	Таль электрический

## **Лабораторная работа № 5.1**

### **РАЗРАБОТКА И СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ НЕРЕВЕРСИВНЫМ И РЕВЕРСИВНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ**

#### **Цель работы**

Научиться выполнять проекты элементарных схем управления электроприводами механизмов общепромышленного назначения.

#### **Задачи работы**

Выполнить чертеж схемы управления механизмом или несколькими механизмами по индивидуальному технологическому заданию.

Изучить порядок составления схемы сигнализации.

#### **Общие сведения**

В соответствии с ГОСТ 21.613-88 в проекте силового электрооборудования здания или сооружения должны быть выполнены схемы управления механизмами общецехового назначения, если в комплекте с этими механизмами нет аппаратов управления (щитов, пультов).

Если определенные механизмы входят в замкнутую систему автоматического регулирования, то схемы регулирования и управления разрабатываются в проекте автоматизации.

Если же требуется управление механизмом из нескольких мест, автоматическое управление по определенным параметрам (температуре, давлению, уровню, весу и т. д.), управление несколькими механизмами, составляющими технологическую линию, автоматический ввод резервного механизма, если отключился рабочий механизм, схемы управления выполняют в проекте силового электрооборудования.

Схемы управления сопровождаются (при необходимости) схемами сигнализации.

По назначению сигнализации разделяют на технологическую, предупредительную и аварийную. В настоящей работе рассматриваются световая и звуковая сигнализации.

#### **Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы**

По выданному преподавателем заданию и рекомендуемой литературе изучить методы проектирования схем управления приводами механизмов общецехового назначения.

#### **Методические указания по выполнению работы**

По технологическому заданию и требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА) следует изучить технологический процесс, определить места расположения приводов и требования к расположению аппаратов управления и сигнализации.

*Уточните:*

1) какие виды управления будут использованы в проекте (местное, дистанционное, автоматическое и т. д.);

2) какую сигнализацию (технологическую, предупредительную, аварийную, световую, звуковую и т. д.) следует предусматривать в проекте;

3) места расположения аппаратов управления и сигнализации;

4) какие аппараты управления и защиты будут применены в проекте (серия, страна-изготовитель, поставщик);

5) какая сигнализация нужна.

Проектировщику следует составить для себя структурную технологическую схему работы установки, чтобы иметь четкое представление о том, кто, откуда и как будет ею управлять.

Далее следует проектировать электрическую схему.

*Помните*, что очередность включения приводов технологической линии производится против потока продукции. Это значит, что если продукт (сырье для изготовления продукта) перемещается

от механизма 1 к механизму 2 и т. д., то последовательность включения механизмов начинается с последнего (первый механизм включается последним).

Электрические элементы на схемах изображают условными графическими изображениями в соответствии с действующими стандартами. В основном это стандарты системы ЕСКД: ГОСТ 2.709-89, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.727–ГОСТ 2.732, ГОСТ 2.755-87, а также руководящие материалы системы автоматизации технологических процессов РМ 4-231-90 и РМ 4-106-91 ГПКИ.

Условные графические обозначения основных элементов в принципиальных электрических схемах приведены в приложении 1.

*Помните:*

- 1) срабатывание контактов происходит слева-направо, сверху-вниз;
- 2) контакты датчиков уровня показываются в схеме при состоянии «Пусто»;
- 3) контакты концевых выключателей показываются в «ненажатом» состоянии;
- 4) срабатывание контактов датчиков температуры, давления концентрации и др. показывают на схеме в виде диаграммы замыкания контактов;
- 5) для сложных элементов схемы (исполнительных механизмов, переключателей и др.) следует приводить на чертеже диаграмму замыкания контактов;
- 6) в схемах управления принято показывать контакты реле, пускателей, контакторов, автоматических выключателей и других аппаратов при отключенном состоянии обмоток этих аппаратов.

### Разработка схемы управления по технологическому заданию

Разработку схемы по технологическому заданию рассмотрим на примере выполнения схемы управления приводом молочного насоса.

#### Пример

*Задача.* Выполнить схему управления приводом молочного насоса мощностью 2,2 кВт, который перекачивает молоко из приемной емкости в резервуары для временного хранения молока 1 или 2 в соответствии с технологической схемой (рис. 5.1).

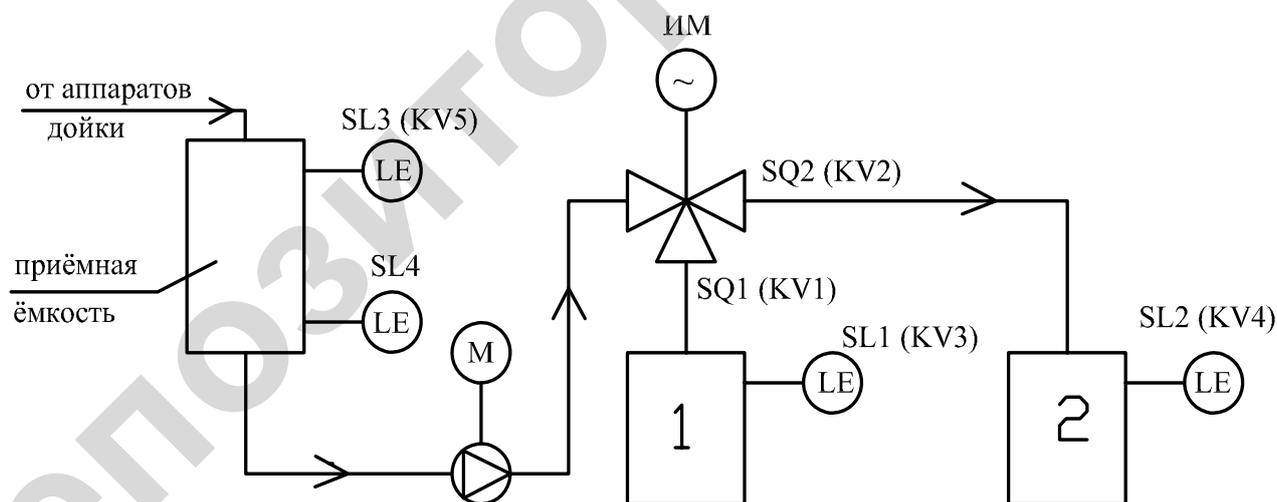


Рис. 5.1. Структурная технологическая схема заполнения емкостей

На трубопроводе, подающем молоко в резервуары 1 или 2, имеется перекидной клапан с электрическим исполнительным механизмом ИМ (типа МЭО, МЭК или др.), который открывает трубопровод для заполнения резервуара 1 или 2 (см. рис. 5.2).

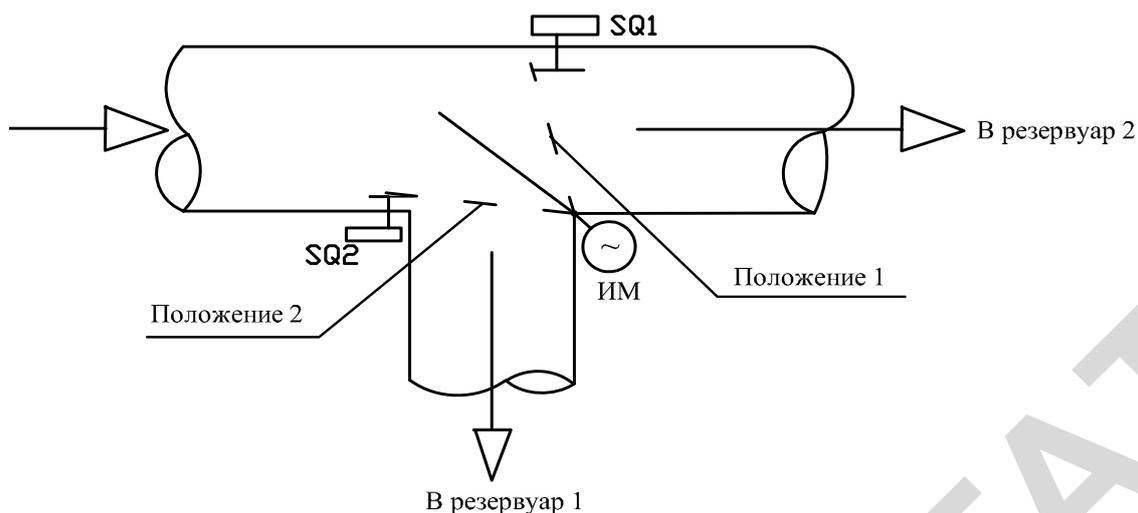


Рис. 5.2. Схема работы перекидного клапана

В комплекте с перекидным клапаном ИМ имеются концевые выключатели SQ1 и SQ2.

Если положение перекидного клапана таково, что открыт трубопровод заполнения резервуара 1 и закрыт трубопровод заполнения резервуара 2, то нажат концевой выключатель SQ1; если перекрыт трубопровод к резервуару 1, а открыт трубопровод к резервуару 2, то нажат концевой выключатель SQ2. Концевые выключатели имеют по одному замыкающему и одному размыкающему контакту.

Предусмотреть два режима управления электроприводом насоса: 1) ручной (местный, наладочный) кнопками управления; 2) автоматический в зависимости от уровня молока в приемной емкости: включение насоса при достижении верхнего уровня в приемной емкости и отключение насоса при опустошении емкости (при нижнем уровне).

Сначала следует заполнить резервуар 1. После его заполнения следует автоматически переключить перекидной клапан на заполнение резервуара 2.

Предусмотреть световую сигнализацию о заполнении резервуаров и о положении перекидного клапана, а также звуковую сигнализацию, если заполнена приемная емкость и заполнены оба резервуара (нужно откачивать молоко и некуда).

### **Выполнение задачи**

#### **Разработка схемы управления**

Приемная ёмкость, насос и перекидной клапан расположены в помещении приема молока, которое относится к помещениям с нормальными условиями среды.

Питание электропривода насоса проектируем от силового распределительного шкафа сети на напряжение 380/220 В пятипроводной линией (*система TN-S*) 3NPE 380/220 В, 50 Гц. Кабель марки АВВГ проложим открыто, подвод к электродвигателю – в металлорукаве. В соответствии с требованиями ПУЭ п. 3.1.8 – 3.1.10 сеть, питающую привод насоса, следует защищать от токов к.з., а защита сети от перегрузки не требуется. Защиту сети от токов к.з. (от сверхтоков) осуществляет автоматический выключатель типа АЕ2016.

После изучения технологического процесса приходим к выводу, что необходимо установить датчики верхнего (SL3) и нижнего (SL4) уровней в приемной емкости, а также датчики верхнего уровня в резервуарах 1 (SL1) и 2 (SL2). Выбираем для установки мембранные датчики уровней МДУ с одним замыкающим и одним размыкающим контактами. Контактная система датчиков изолирована от измеряемой жидкости, поэтому можно принять напряжение питания цепей управления 220 В. Конструктивно датчики могут быть любые: поплавковые, электронные, электродные и др. Представим проектируемую схему на рис. 5.3.



Для защиты цепей управления и удобства в эксплуатации предусмотрим однополюсный автоматический выключатель SF.

Для управления электродвигателем насоса предусматриваем магнитный пускатель KM, для защиты от перегрузки – тепловое реле КК.

Для выбора режима управления предусматриваем пакетный переключатель SA с тремя положениями рукоятки: «-45°» – ручное, «0» – отключено, «+45°» – автоматическое.

*В ручном режиме* управление насосом осуществляем кнопками 1SB2 (пуск) и 1SB1 (стоп), управление исполнительным механизмом – кнопками 2SB1 – открытие трубопровода на резервуар 1 и 2SB2 – открытие трубопровода на резервуар 2. При этом кнопку 2SB1 или 2SB2 следует держать нажатой до полного открытия трубопровода (полного срабатывания клапана). При полном открытии трубопровода исполнительный механизм сам себя отключит нажатием соответствующего концевого выключателя SQ1 и SQ2, имеющегося в комплекте с исполнительным механизмом. Кнопка «стоп» в данном случае не нужна.

*В автоматическом режиме* включение электродвигателя следует осуществить датчиком верхнего уровня SL3 в приемной емкости, а отключение – датчиком нижнего уровня в приемной емкости SL4, а также дополнительно датчиками верхнего уровня в резервуарах 1 (SL1) или 2 (SL2) в зависимости от положения клапана.

Для увеличения числа контактов конечных выключателей, перекидного клапана и датчиков уровня предусмотрим реле-повторители KV1–KV5.

При замыкании контактов конечных выключателей или датчиков уровня катушки соответствующих реле попадают под ток, реле срабатывают, а их блок-контакты можно использовать в схеме.

Позиционное обозначение реле-повторителей указано в скобках рядом с соответствующими аппаратами на рис. 5.1.

Пусть перекидной клапан находится в положении 1, тогда открыт к наполнению резервуар 1, нажат концевой выключатель SQ1, катушка реле KV1 под током и замыкающие контакты реле KV1 замкнуты.

Замыкающий контакт реле KV1 должен быть включен последовательно с катушкой пускателя насоса KM. При этом, если резервуар 1 не заполнен до верхнего уровня SL1, реле KV3 обесточено, то размыкающий контакт реле KV3 также должен быть включен последовательно с катушкой пускателя KM.

Роль пусковой кнопки в автоматическом режиме должно осуществлять реле KV5 (SL3 – верхний уровень в приемной емкости). Замыкающий контакт реле KV5 включаем последовательно в цепь катушки пускателя KM.

Подав питание с автоматического выключателя SF через контакт пакетного переключателя SA, замкнутый в автоматическом режиме, и подключив катушку KM последовательно с блок-контактом теплового реле КК к N (к нулевому рабочему проводу), получим замкнутую цепь последовательно включенных контактов SA–KV5–KV1–KV3–КК и катушки KM. Насос включится.

Как только насос откачает часть молока из приемной емкости, его уровень понизится и контакт KV5 (SL3) разомкнется, насос остановится. Чтобы этого не произошло и насос не останавливался до опустошения приемной емкости, параллельно с замыкающим контактом KV5 нужно включить замыкающий контакт пускателя KM («поставить на самопитание»).

Отключение насоса должен произвести датчик нижнего уровня SL4. Его замыкающий контакт включим последовательно с контактом KM в цепь питания катушки пускателя KM.

Если перекидной клапан в положении 2 (рис. 5.2) и насос заполняет резервуар 2, то в цепи катушки KM должны быть последовательно подобно KV1 и KV3 включены контакты KV2 (замыкающий) и KV4 (размыкающий).

Так как идет заполнение либо резервуара 1, либо резервуара 2, цепи KV1–KV3 и KV2–KV4 соединим параллельно (одновременно нажатыми концевые выключатели SQ1 и SQ2 и одновременно включенными KV1 и KV2 быть не могут).

Рассмотрим работу перекидного клапана в автоматическом режиме. Если резервуары 1 и 2 не заполнены в автоматическом режиме, заполняем сначала резервуар 1, затем резервуар 2.

Через контакт переключателя SA, замкнутый в автоматическом режиме, подаем питание на обмотку двигателя исполнительного механизма, поворачивающего клапан в положение 1 (см. рис. 5.2), последовательно включаем размыкающий контакт KV3 (SL1), который замкнут до тех пор, пока резервуар 1 не заполнен до верхнего уровня SL1. Как только резервуар 1 заполнится, SL1 замкнется, KV3 сработает и разомкнется его размыкающий контакт в цепи катушки пускателя, насос отключится. Чтобы клапан автоматически переключился в положение 2 (см. рис. 5.2), в цепь обмотки исполнительного механизма, переключающего клапан в положение 2, нужно включить замыкающий контакт KV3, который замкнется и перекинет клапан в положение 2.

Если резервуар 2 уже заполнен до верхнего уровня, клапан не должен переключиться, поэтому в эту цепь включаем последовательно размыкающий контакт KV4 (SL2). Соответственно размыкающий контакт KV3 нужно включить в цепь обмотки исполнительного механизма, переключающего клапан в положение 1.

Разработанная схема управления имеет недостаток: в автоматическом режиме у нас всегда заполняется сначала резервуар 1, затем резервуар 2. Для возможности заполнения сначала резервуара 2, а затем 1 схему нужно дополнить переключателем выбора резервуара SA2 с 2-мя положениями рукоятки: «1» – заполнение резервуара 1, затем резервуара 2; «2» – заполнение сначала резервуара 2, затем резервуара 1.

В этом случае схема между потенциальными точками 23, 25 и 31 примет вид, показанный на рис. 5.4.

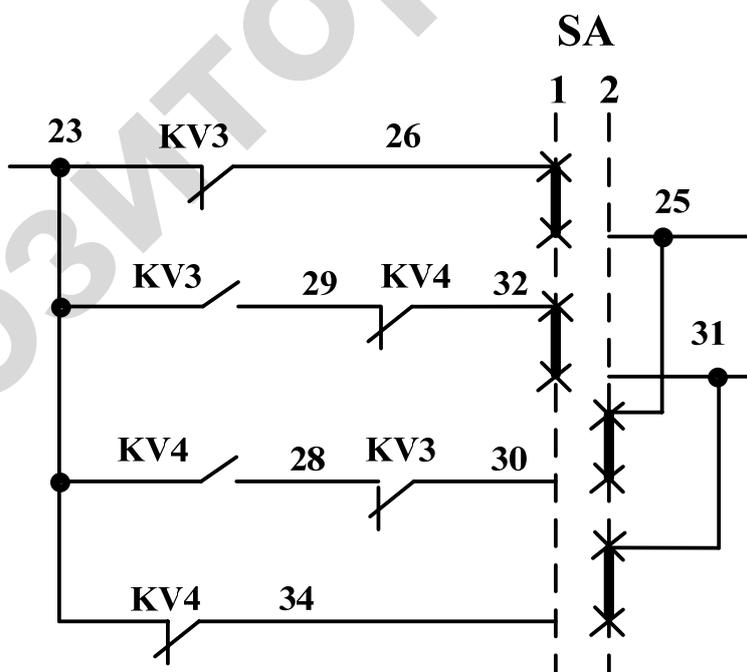


Рис. 5.4. Фрагмент схемы

Световую сигнализацию осуществляем путем включения последовательно со светосигнальной арматурой соответствующих контактов реле KV1, KV2...KV4.

Для опробования световой сигнализации одной кнопкой управления и для исключения в схеме перемычек между лампочками включим последовательно с кнопкой 3SB и лампочками диоды.

При нажатии кнопки лампочки будут гореть в «полнакала», зато перемычки между лампочками исключены, так как диоды включены встречно.

Для осуществления звуковой сигнализации о заполнении всех емкостей включаем последовательно замыкающие контакты реле KV3 (SL1), KV4 (SL2), KV5 (SL3) и звонок HA.

Для съема звукового сигнала предусмотрим реле KV6 и кнопку 4SB с замыкающими контактами. Размыкающие контакты реле KV6 включим последовательно в цепь звонка.

При нажатии кнопки 4SB реле KV6 включится, разомкнет контакты и отключит звонок. Кнопку 4SB зашунтируем замыкающим контактом реле KV6, чтобы цепь питания катушки KV6 не разомкнулась после отпускания кнопки 4SB.

После освобождения хотя бы одной емкости цепи звонка HA и реле KV6 обесточатся контактом реле KV3 или KV4. Схема придет в исходное состояние. Порядок разработки схемы сигнализации описан в следующем разделе. Схема представлена на рис. 5.5.

Справа от схемы в табличке выполним поясняющие надписи о назначении участков схемы и ее отдельных цепей.

Составим перечень элементов принципиальной схемы с обязательным разделением элементов схемы по их расположению: в шкафу управления и по месту. На чертеже необходимо представить также диаграммы замыкания контактов пакетных переключателей и других сложных элементов схемы.

#### **Разработка схемы технологической и аварийной сигнализаций о состоянии и работе механизмов электроустановки**

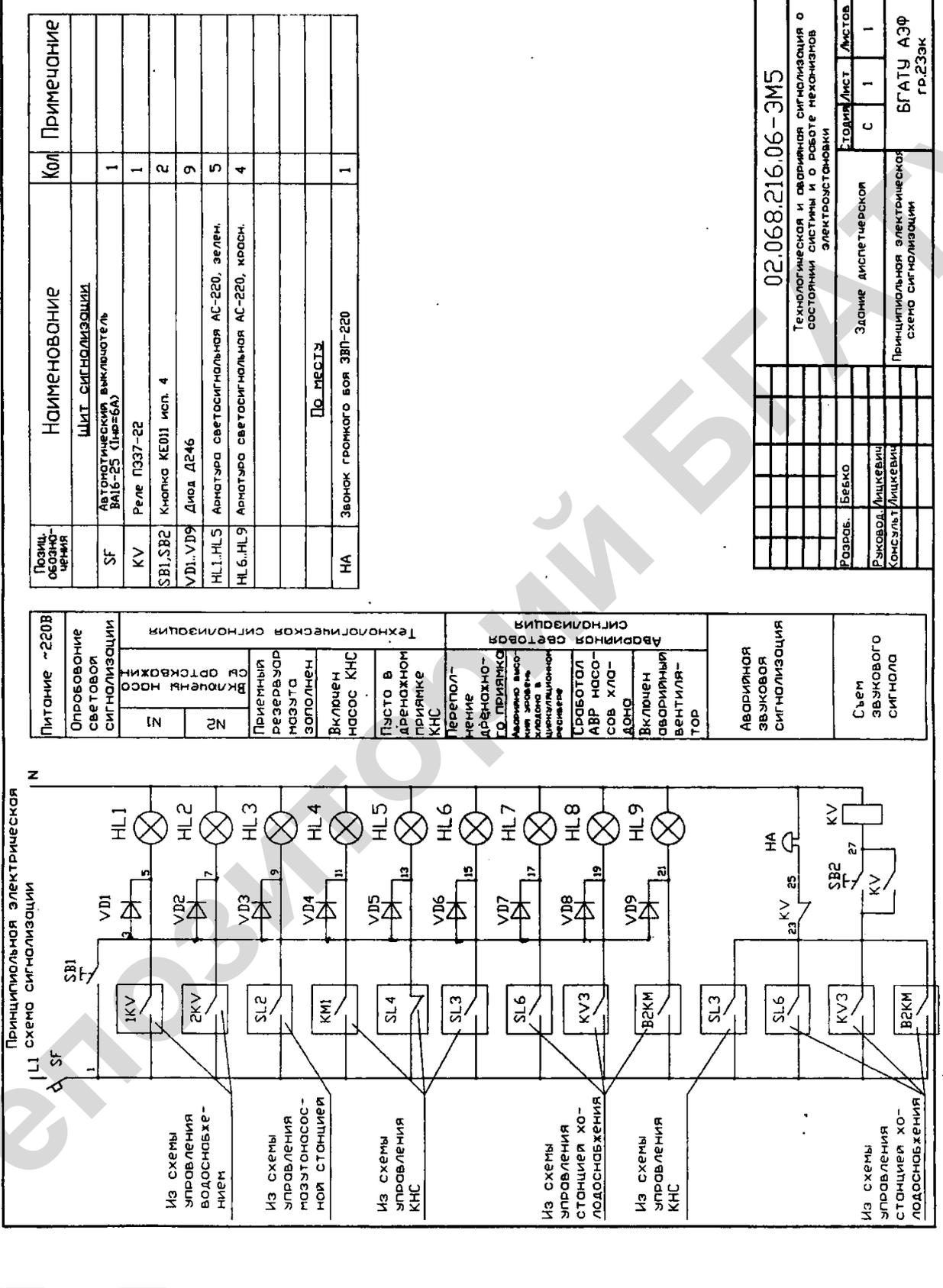
Сигнализацию о работе электроустановок, о состоянии системы управления и о параметрах системы (температуре, давлении, уровнях и т. п.) можно передать на щит сигнализации. В качестве устройства, воспринимающего информацию, может быть использован микропроцессор, компьютер, контроллер, регулятор и т. д. Наглядно и просто можно принять указанную информацию, зажигая лампочки светосигнальной арматуры на щите сигнализации. В предлагаемой схеме принята для сигнализации о нормальном состоянии системы и о работе приводов светосигнальная арматура зеленого цвета, для аварийного состояния системы – светосигнальная арматура красного цвета на напряжение 220 В. Все аварийные сигналы выведены на звонок HA.

Для подключения питания и защиты цепей сигнализации предусмотрен автоматический выключатель SF.

Схемой предусмотрено опробование световой сигнализации нажатием кнопки SB1. При этом все светосигнальные лампочки будут гореть «в полнакала», так как питание на лампочки подается через диоды. Диоды нужны для того, чтобы исключить соединение между собой потенциальных точек схемы 5–7–9 и т. д. Все контакты, сигнализирующие об аварийных состояниях электроустановок, соединены между собой параллельно (цепи 1–23) и через них подается питание на звонок HA.

При замыкании любого контакта аварии будет звенеть звонок и гореть соответствующая лампочка, которая дает расшифровку, где аварийное состояние. Снять звуковой сигнал можно кнопкой SB2 (цепь 23–27). При нажатии кнопки SB2 катушка реле KV попадает под ток, замыкаются контакты реле KV в цепи 23–27 и размыкаются в цепи 23–25. После устранения аварии схема автоматически приходит в исходное положение.

Составление перечня элементов, пояснений и оформление чертежа схемы аналогично как и для схемы управления. Разработанная принципиальная электрическая схема сигнализации представлена на чертеже (см. рис. 5.5).



02.068.216.06-3M5

Технологическая и аварийная сигнализация о состоянии системы и о работе механизмов электроаппаратуры

Стр./Лист	Листов
С	1
1	1

Здание диспетчерской

Принципиальная электрическая схема сигнализации

БГАТУ АЗФ  
гр.23эк

Рис. 5.5. Принципиальная электрическая схема сигнализации

### Содержание отчета

1. Назначение, цель и задачи работы.

2. Выполнить и начертить схему управления задачи своего варианта (по заданию преподавателя).

*Помните*, что на чертеже схемы должны быть приведены: схема; пояснения отдельных цепей схемы в виде таблицы справа, поясняющей назначение цепей; диаграмма замыкания контактов переключателя; перечень элементов схемы в виде таблицы с указанием места расположения аппаратов схемы: «шкаф (щит) управления», «по месту».

3. Выводы по результатам проделанной работы.

### Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе

1. Объяснить работу схемы и назначение всех элементов схемы управления насосом молока, описанной в методических указаниях по выполнению настоящей работы.

2. Объяснить работу исполнительного механизма перекидного клапана и назначение концевых выключателей.

3. Какие элементы схем управления подлежат выбору?

4. По каким условиям выбираются промежуточные реле, предусмотренные в схеме?

5. Как выбрать диаграмму замыкания контактов переключателей выбора режимов работы электрооборудования?

6. По каким основным параметрам выбирают аппараты защиты и управления? Какие характеристики подлежат расчету?

7. Как учитываются условия эксплуатации аппаратов защиты и управления?

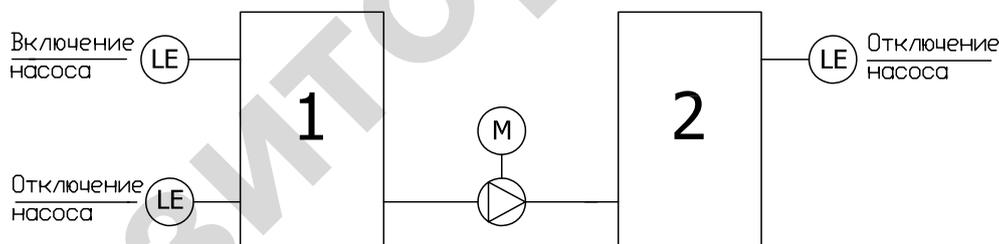
8. Объяснить работу схемы, выполненной по индивидуальному заданию.

### Варианты индивидуальных заданий

#### Задача № 1

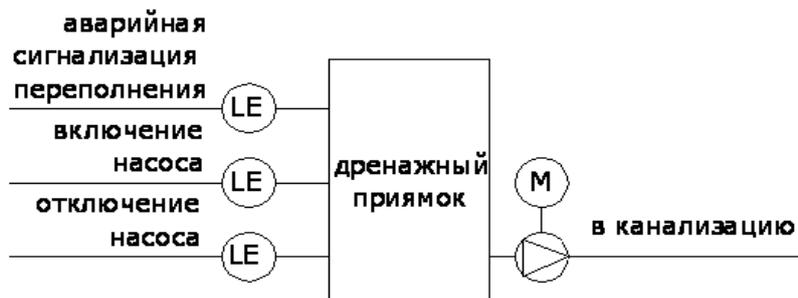
Выполнить схему управления насосом мощностью 1,1 кВт, который откачивает жидкость из резервуара 1 в резервуар 2.

Предусмотреть местный ручной режим управления и автоматический, зависящий от уровней жидкости в резервуарах.



#### Задача № 2

Выполнить схему управления дренажным насосом мощностью 1,1 кВт («Гном»), который откачивает стоки из приемка. Предусмотреть местный ручной и автоматический от уровней стоков в приемке режимы управления насосом, а также предусмотреть аварийную световую сигнализацию переполнения дренажного приемка.



### Задача № 3

Выполнить схему управления вентилятором мощностью 0,55 кВт воздушной завесы ворот гаража. Предусмотреть два режима управления: 1) ручной местный и 2) автоматический: включение при открывании ворот и при закрытых воротах, но при снижении температуры воздуха в гараже ниже +5 °С; отключение вентилятора при закрытии ворот и при повышении температуры выше +5 °С (например, при 7 °С).

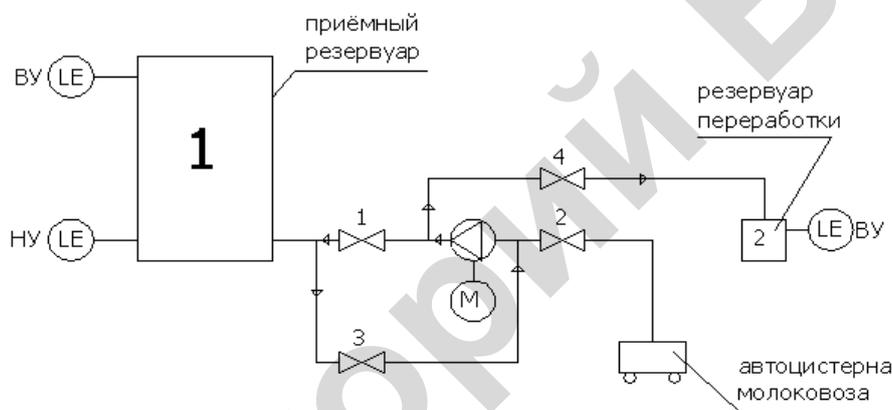
### Задача № 4

Выполнить схему управления насосом молока. Мощность насоса 1,5 кВт. Предусмотрены 3 режима управления насосом.

1. Режим заполнения резервуара 1 из автоцистерны: ручные задвижки 1 и 2 открыты, а задвижки 3 и 4 закрыты. Включение насоса кнопкой, отключение кнопкой, если в молоковозе пусто, или автоматически датчиком верхнего уровня приемного резервуара 1.

2. Режим откачки молока из резервуара 1 в резервуар 2: ручные задвижки 3 и 4 открыты, а задвижки 1 и 2 закрыты. Включение насоса кнопкой, отключение автоматически датчиком нижнего уровня резервуара 1 при его опустошении или датчиком верхнего уровня резервуара 2 при его наполнении.

3. Наладочный режим: без влияния датчиков уровня на включение и отключение насоса (ручной).



### Задача № 5

Выполнить схему управления молочным насосом мощностью 1,1 кВт, который заполняет приемные резервуары 1–3 из молоковозов. Предусмотреть четыре режима управления.

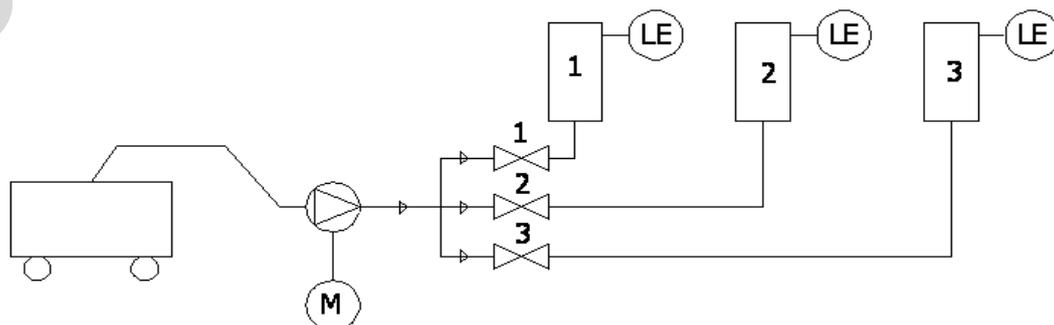
1. Заполнение резервуара 1, включение насоса кнопкой, отключение кнопкой или датчиком верхнего уровня резервуара 1.

2. Заполнение резервуара 2, включение насоса кнопкой, отключение кнопкой или датчиком верхнего уровня резервуара 2.

3. Заполнение резервуара 3 то же, но отключение датчиком верхнего уровня резервуара 3.

4. Наладочный режим, управление кнопками вне зависимости от датчиков уровня.

Задвижки 1, 2, 3 – ручные. Открыта одна, две закрыты.

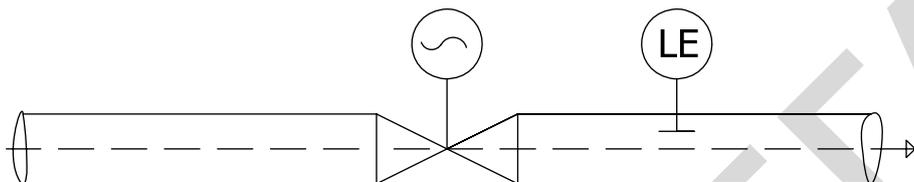


### Задача № 6

Предусмотреть включение аварийного вентилятора вытяжки при повышении концентрации вредных паров в помещении. Выполнить схему управления аварийным вентилятором в ручном наладочном режиме и автоматическом режиме от срабатывания контактов рН-метра, при автоматическом режиме запитать на 220 В прибор рН-метр.

### Задача № 7

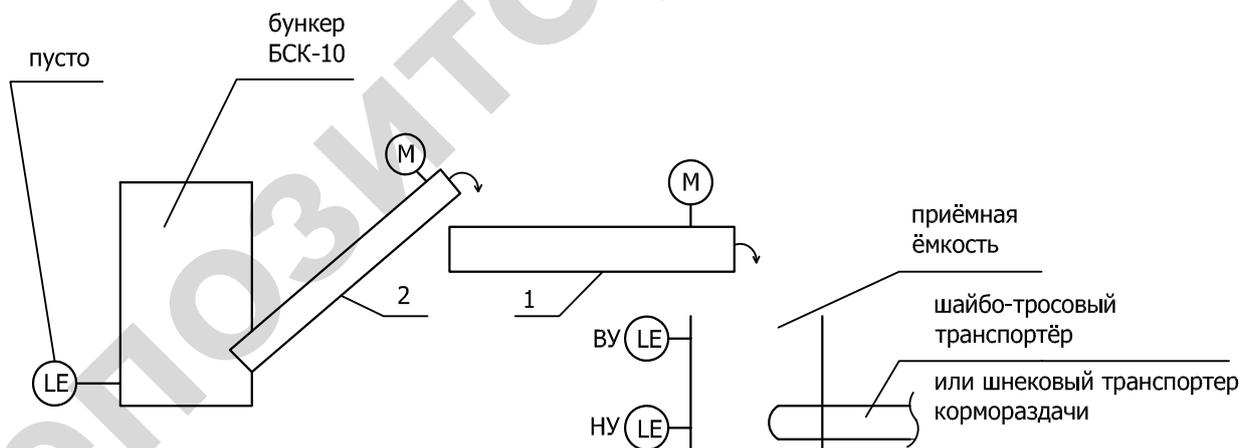
Выполнить схему управления задвижкой на канализационном коллекторе. Предусмотреть автоматическое закрытие задвижки при переполнении коллектора.



### Задача № 8

Выполнить схему управления транспортерами системы заполнения кормом приемной емкости шайбо-тросового кормораздатчика клеточной батареи птичника. Предусмотреть два режима управления транспортерами подачи корма из бункера БСК-10 в приемную емкость:

- 1) местный наладочный деблокированный режим;
- 2) автоматический заблокированный режим: включение транспортеров при нижнем уровне в приемной емкости, их отключение при верхнем уровне, а также отключение при опустошении бункера БСК-10.



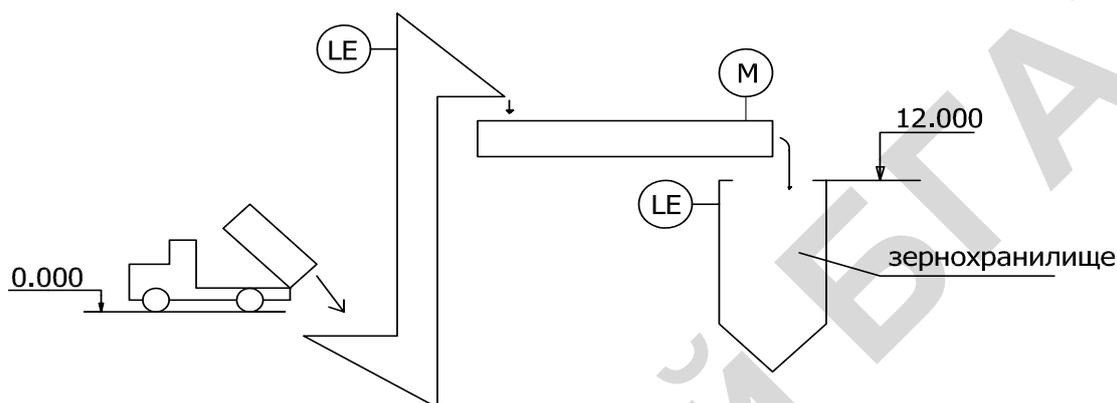
### Задача № 9

Выполнить схему управления транспортером кормораздачи в клеточной батарее птичника. Предусмотреть два режима управления транспортером – ручной местный (наладочный) и автоматический: включение по суточному реле времени, отключение по весовому датчику последней кормушки.

### Задача № 10

Выполнить схему загрузки зернохранилища. Из автотранспорта зерно сгружают в приемный бункер норией, норией поднимают на отметку 12.000, сыплют на транспортер, который подает зерно в емкость (бункер) зернохранилища. Обслуживающего персонала, постоянно работающего на отметке 12.000, нет. Предусмотреть два режима управления транспортером и норией:

- 1) местный наладочный с кнопками управления у приводов на отметке 12.000;
- 2) дистанционный, кнопочным постом с отметки «0», при этом система должна отключиться, если бункер зернохранилища заполнится до верхнего уровня.



### Задача № 11

Выполнить схему управления компрессором холодильной машины и насосом охлаждения рубашки компрессора. Предусмотреть два режима управления приводами:

- 1) ручной (кнопками управления);
- 2) автоматический: включение компрессора при повышении температуры в холодильной камере выше  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отключение при понижении ниже  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; одновременно с включением компрессора должен включиться насос охлаждения рубашки компрессора.

Компрессор не может работать без охлаждения (без насоса).

### Задача № 12

Из резервуара навозных стоков навоз перекачивают насосом НЖН-200 в навозохранилище. Перед включением насоса нужно включить мешалку на определенное время (например, на 3 минуты). Выполнить схему управления насосом и мешалкой. Предусмотреть ручной (наладочный) режим работы и автоматический, зависящий от уровней стоков в резервуаре. При этом при достижении верхнего уровня в резервуаре (ВУ) должна включиться мешалка, а через 3 минуты должен включиться насос, а мешалка отключиться. Насос должен работать до полной откачки навоза из резервуара (до нижнего уровня НУ в резервуаре).

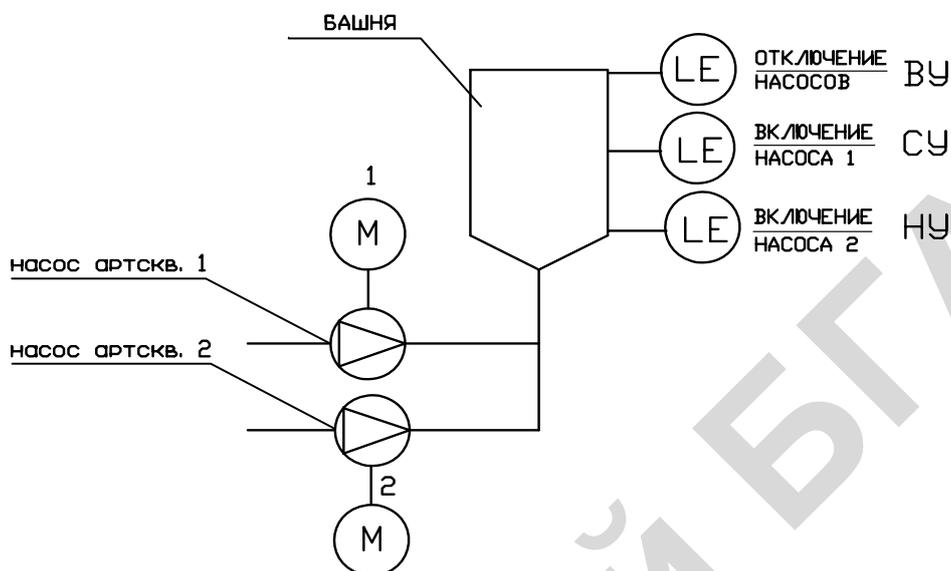
### Задача № 13

Воздушный компрессор поддерживает давление воздуха в резервуаре чистой воды хозяйственного водоснабжения. Выполнить схему управления компрессором. Предусмотреть местный (наладочный) режим и автоматический в зависимости от давления в резервуаре (включение при  $P_{\min}$ , отключение при  $P_{\max}$ ).

### Задача № 14

Наполнение башни производится из двух артскважин.

Выполнить схему управления насосами артскважин в ручном (наладочном) и автоматическом режимах в зависимости от уровня воды в башне по представленной схеме.



Пустую башню заполняют обе скважины до верхнего уровня ВУ и отключаются. При снижении воды до среднего уровня СУ включается насос первой скважины и наполняет до ВУ. Если снижение воды происходит и дальше, то при нижнем уровне НУ включается насос второй скважины и работают оба насоса до достижения ВУ.

### Задача № 15

Опускание и подъем насоса НЖН-200 для перекачки жидкой фракции навозных стоков производится лебедкой с реверсивным приводом и контролируется концевыми выключателями: SQ1 нажат при нижнем уровне расположения насоса, SQ2 нажат при верхнем уровне расположения насоса.

Выполнить схему управления лебедкой. Для управления лебедкой предусмотреть кнопочный пост с тремя толкателями «вверх – вниз – стоп» (трехштифтовую кнопку). Включение передвижения насоса вниз и вверх, т. е. включение лебедки предусмотреть кнопками управления, остановку – концевыми выключателями SQ1, SQ2 или кнопкой «стоп».

## Лабораторная работа № 5.2

### РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМЫХ ЩИТОВ ТИПА Я5000

#### Цель работы

Изучить номенклатуру щитов серийного изготовления для управления приводами и научиться применять их для реализации схем управления.

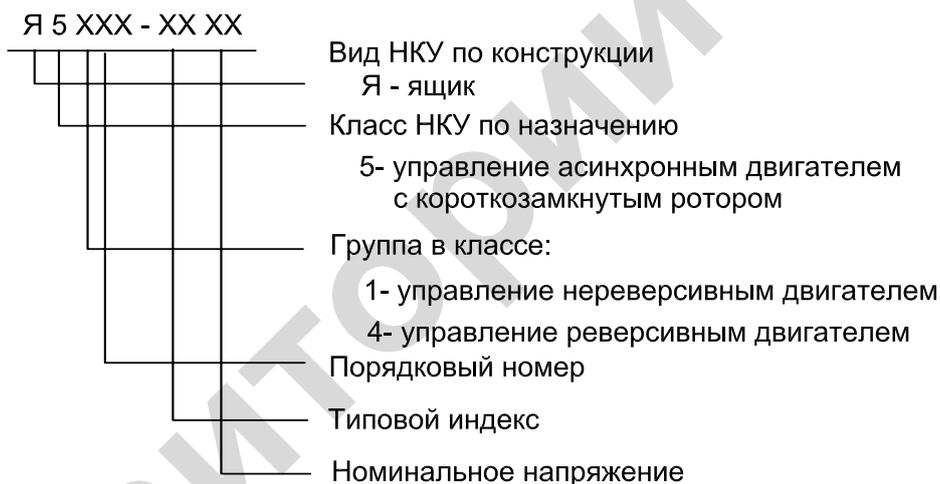
#### Задачи работы

Изучить основные типы щитов Я5000. Выполнить схему управления, используя варианты заданий лабораторной работы 5.1 с применением ящика серии Я5000.

#### Общие сведения

Ящики управления серии Я5000 предназначены для управления электродвигателями с короткозамкнутым ротором (пуска, остановки и реверсивного включения). Основное применение: для одиночных приводов с местным и дистанционным управлением.

#### Структура условного обозначения



Ящики имеют металлическую оболочку, приспособленную для крепления к стене. Степень защиты IP21.

#### Тип исполнения Я5000

Тип ящика управления двигателем		Количество управляемых двигателей (фидеров)	Аппараты на двери
нереверсивным	реверсивным		
1. Ящики с автоматическим выключателем на каждый фидер			
Я5110	Я5410	1	Кнопка и лампа
Я5111	Я5411		Кнопка, лампа и переключатель
Я5112	Я5412		Кнопка и лампа
Я5113	Я5413		Кнопка, лампа и переключатель
Я5114	Я5414	2	Кнопка и лампа
Я5115	Я5415	2	Кнопка, лампа и переключатель

Тип ящика управления двигателем		Количество управляемых двигателей (фидеров)	Аппараты на двери
неревверсивным	реверсивным		
<b>2. Ящики с одним автоматическим выключателем на два фидера</b>			
Я5124	Я5424	2	Кнопка и лампа
Я5125	Я5425		Кнопка, лампа и переключатель
<b>3. Ящики без автоматического выключателя</b>			
Я5130	Я5430	1	Кнопка и лампа
Я5131	Я5431		Кнопка, лампа и переключатель
Я5134	Я5434	2	Кнопка и лампа
Я5135	Я5435		Кнопка, лампа и переключатель

#### Технические данные ящиков Я5000

Тип	Типовой индекс	Номинальный ток ящика, А	Номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, А
Я5110, Я5111, Я5112, Я5113, Я5410, Я5111, Я5412. Я5413, Я5141 (типовой индекс с 18 по 42)	18	0,6	1,6
	20	1,0	1,6
	22	1,6	2,0
Я5114, Я5115 (типовой индекс с 18 по 36)	24	2,5	3,15
	26	4,0	5,0
	28	6,0	8,0
Я5414, Я5415, Я5124, Я5125 (типовой индекс с 18 по 30)	29	8,0	10,0
	30	10,0	12,5
	31	12,5	16,0
Я5424, Я5425 (типовой индекс с 22 по 32)	32	16,0	20,0
	34	25,0	31,5
	35	32,0	40,0
Я5130, Я5131, Я5430, Я5431 (типовой индекс с 31 по 42)	36	40,0	50,0
	37	50,0	63,0
	38	63,0	80,0
Я5134, Я5135, Я5434, Я5435 (типовой индекс с 18 по 34)	39	80,0	100,0
	40	100,0	125,0
	41	125,0	160,0
	42	160,0	180,0

## Номинальное напряжение

3-й и 4-й знаки типового индекса	Номинальное напряжение	
	Силовой цепи	Цепи управления
73	~ 380 В, 50 Гц	~ 110 В, 50 Гц
74		~ 220 В, 50 Гц
77		~ 380 В, 50 Гц

### Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы

По вышеизложенному материалу изучить возможности применения ящиков Я5000 для управления электродвигателями в соответствии с разработанной схемой электрической принципиальной управления.

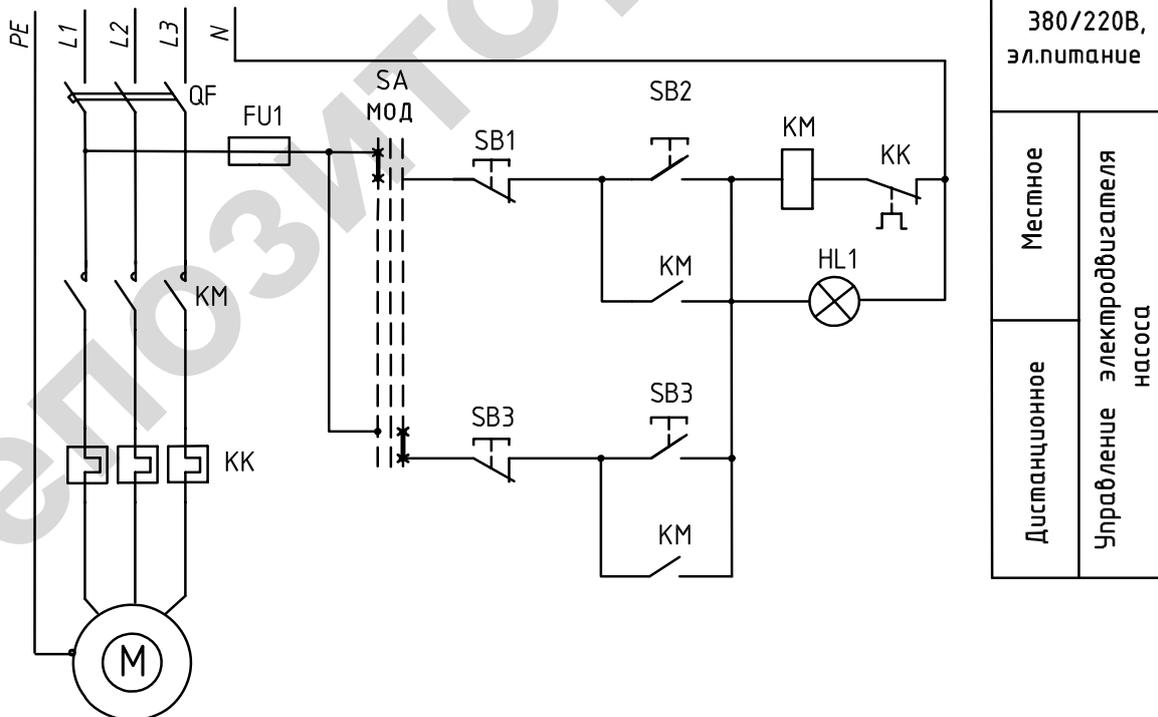
### Методические указания по выполнению работы

1. Изучить схему электрическую принципиальную управления соответствующим электродвигателем.
2. Используя типовые схемы управления ящиков Я5000, выбрать необходимый ящик для реализации управления.
3. Выполнить чертеж схемы управления электродвигателем.
4. Дооформить отчет и подготовиться к его защите.

**Пример.** Выбрать ящик управления электродвигателем насоса воды мощностью 1,1 кВт в местном и дистанционном режимах.

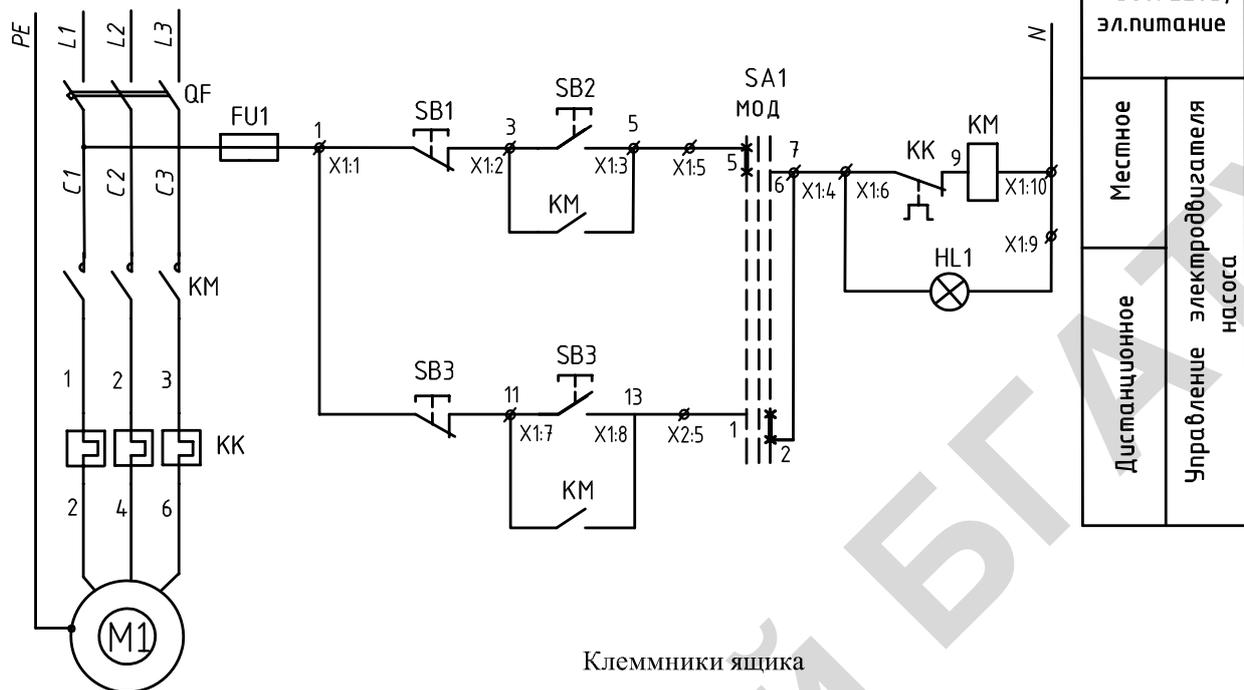
### Схема электрическая принципиальная управления

ЭН РЕ 380/220В, 50Гц



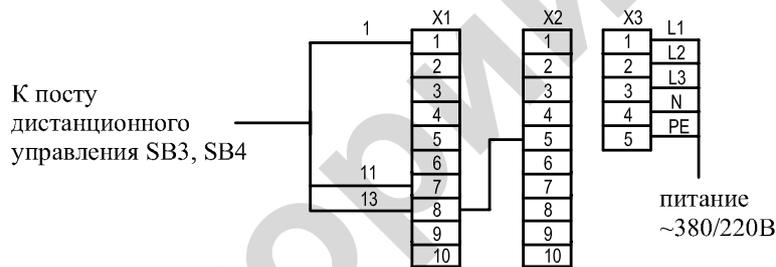
Выбираем ящик управления Я5111-2474 со следующей схемой управления.

3N PE 380/220V, 50Гц



380/220В, эл.питание	
Местное	Управление электродвигателя насоса
Дистанционное	

Клеммники ящика



### Содержание отчета

1. Назначение, цель и задачи работы.
2. Краткие сведения о серийно выпускаемых щитах типа Я5000.
3. Чертеж схемы управления электродвигателями с использованием соответствующего ящика типа Я5000.
4. Выводы по результатам проделанной работы.

### Задания для выполнения схем управления

Выполнить схему управления электродвигателями с использованием типовых схем ящиков Я5000, приведенных ниже в данной лабораторной работе. Вариант задания из лабораторной работы 5.1 задает преподаватель.

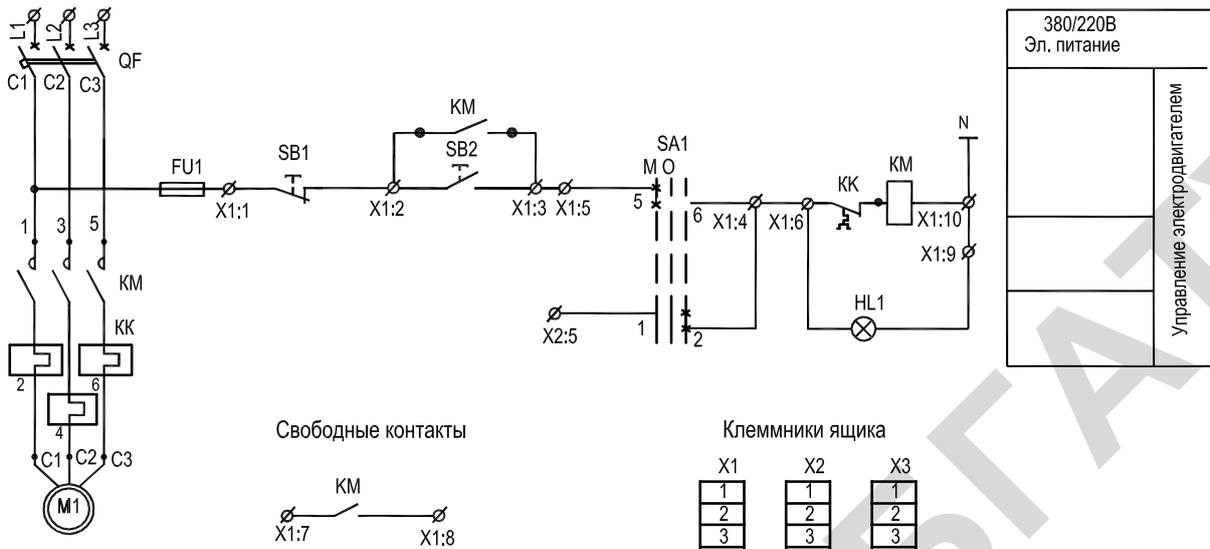
1. Управление электродвигателем в местном и автоматическом режимах (варианты заданий задачи: 1, 2, 3, 6, 9, 13).
2. Управление реверсивным электродвигателем (варианты заданий задачи: 7, 15).
3. Управление электродвигателями, запитанными «в цепочку» (варианты заданий задачи: 8, 10, 11).

### Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе

1. Пояснить основное применение ящиков серии Я5000.
2. Обосновать выбор типоразмера ящика.
3. Пояснить работу схемы управления электродвигателем.

# Схемы типовых ящиков управления серии Я5000

## Схема электрическая принципиальная Я5111



## Схема электрическая принципиальная Я5125

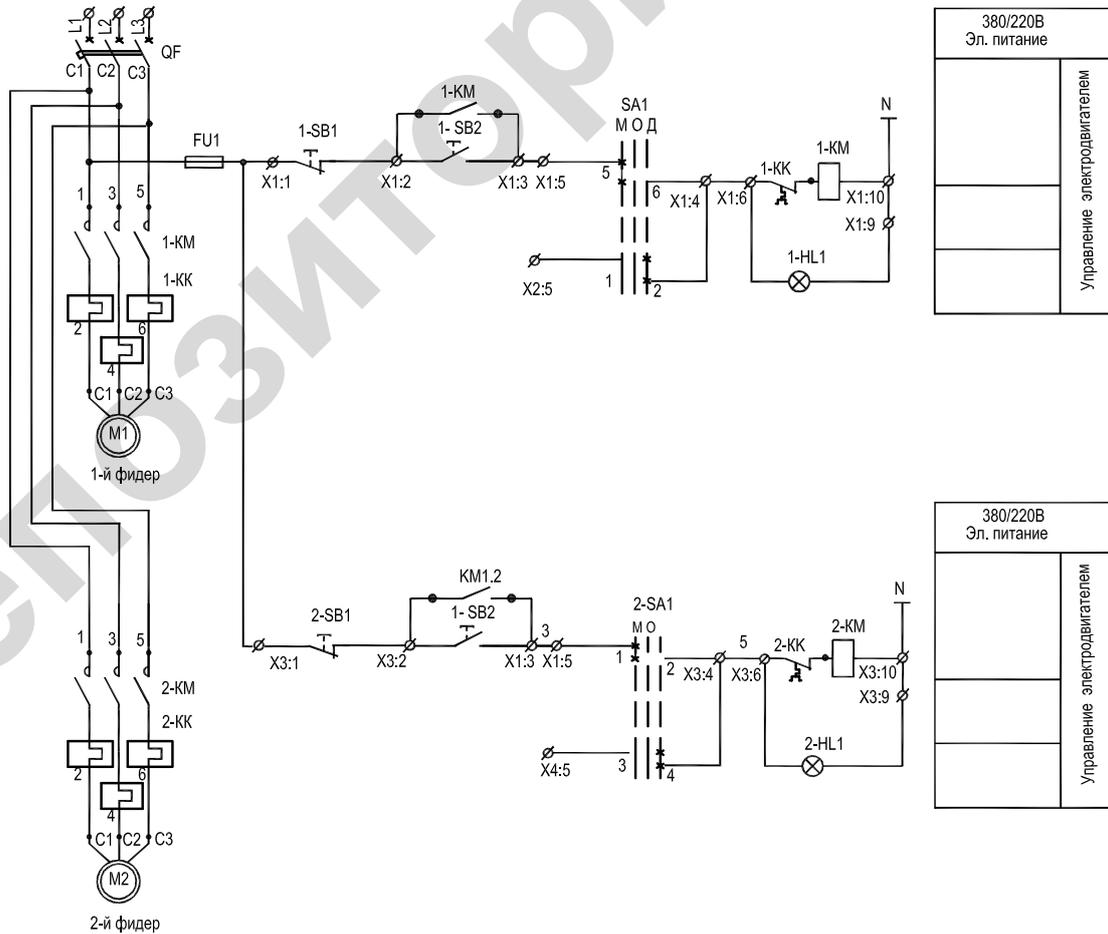


Схема электрическая принципиальная Я5410

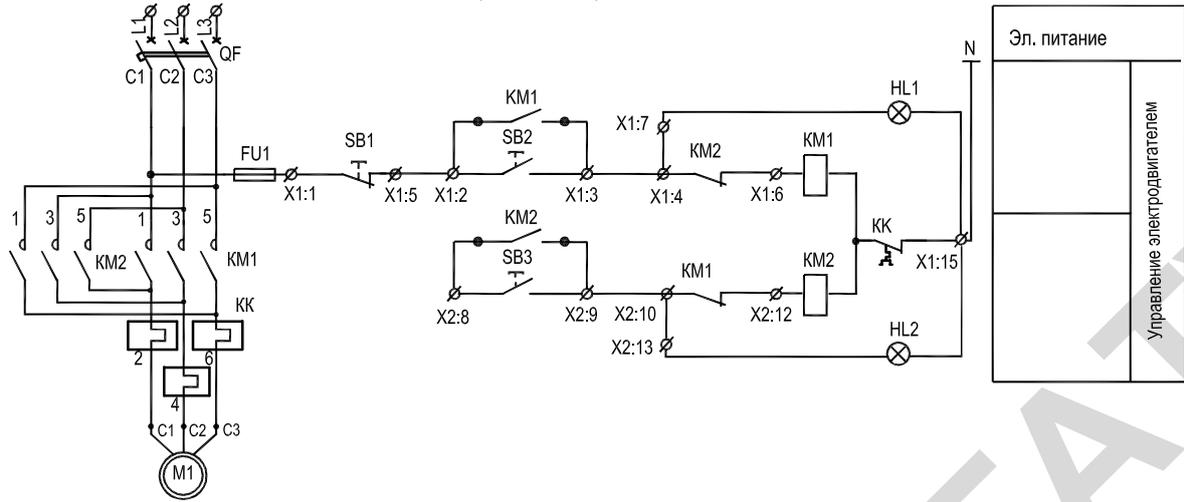
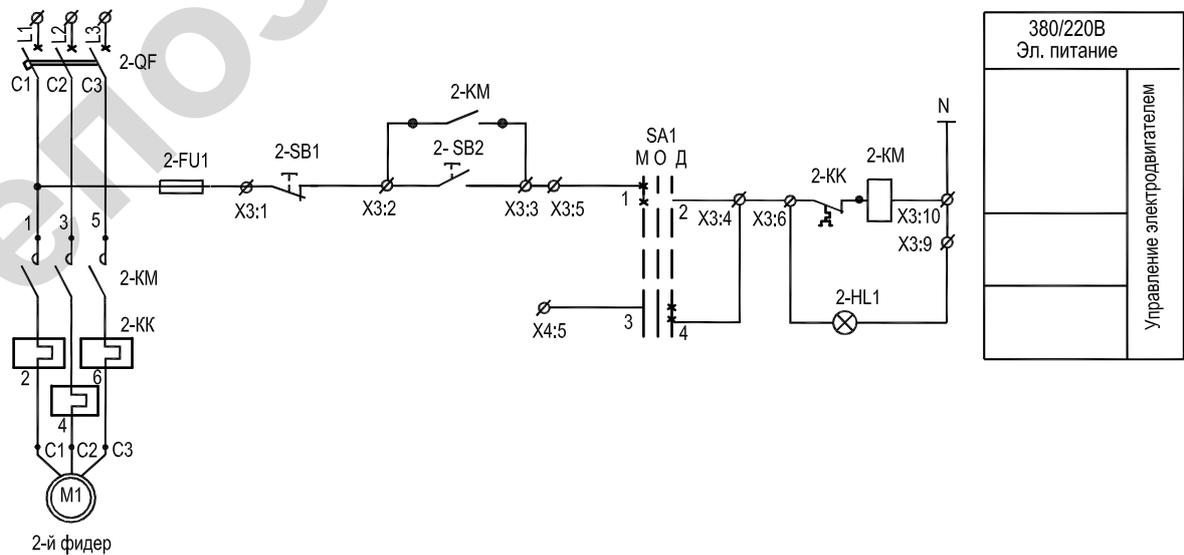
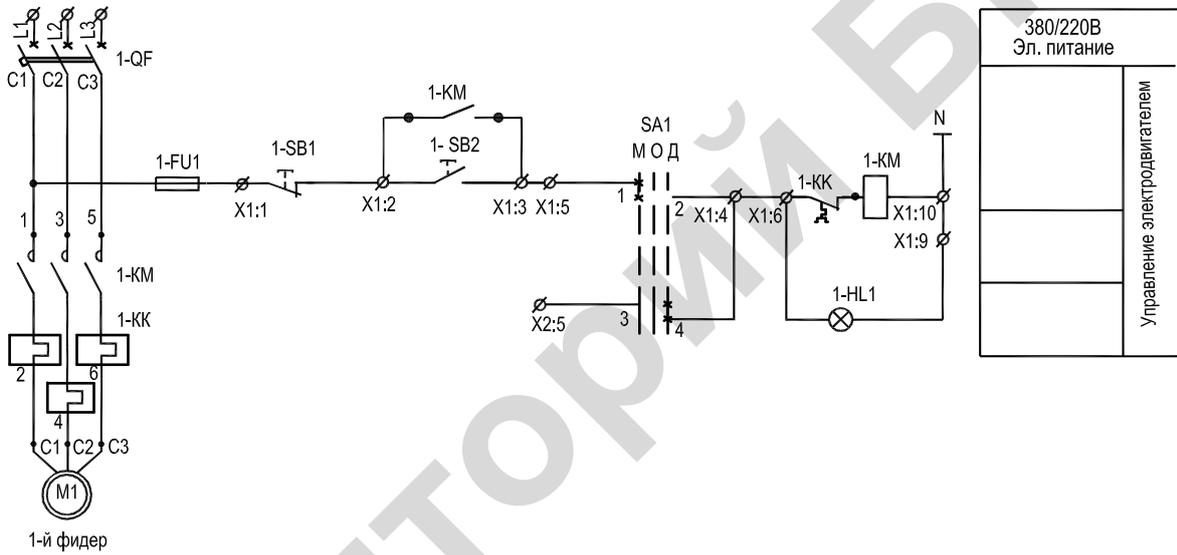


Схема электрическая принципиальная Я5135



## Лабораторная работа № 6

### РАЗРАБОТКА И СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ С ПРЕДПУСКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ О ВКЛЮЧЕНИИ

#### Цель работы

Изучить нормативные требования к проектированию схем с предупредительной сигнализацией о включении приводов механизмов.

#### Задачи работы

Изучить предлагаемые варианты схем управления приводами с предупредительной сигнализацией о их включении. Уметь применить данные варианты схем при проектировании других схем управления механизмами.

#### Общие сведения

В соответствии с п. 7.2.5.11 ТКП 339-2011 при наличии дистанционного или автоматического управления должна быть предусмотрена предварительная (перед пуском) сигнализация или звуковое оповещение о предстоящем пуске. Такую сигнализацию не требуется предусматривать у механизмов:

- а) расположенных в пределах видимости с места управления;
- б) доступных только квалифицированному обслуживающему персоналу (например, вентиляторы, устанавливаемые на крышах, вентиляторы и насосы, устанавливаемые в отдельных помещениях);
- в) конструктивное исполнение которых исключает возможность случайного прикосновения к движущимся и вращающимся частям;
- г) имеющих аппарат местного управления с фиксацией команды на отключение.

Предупредительную сигнализацию можно использовать как сигнал о начале работы установки с целью предупреждения о начале технологического процесса («например, «нагружай транспортер», «открывай вентиль подачи...» и т. д.).

#### Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы

По выданному преподавателем заданию и рекомендованной литературе изучить требования к выполнению схем управления приводами при дистанционном или автоматическом управлении. Подготовить форму для отчета по лабораторной работе, привести в ней краткие сведения о целях и задачах занятия, подготовить таблицу перечня элементов схемы.

#### Методические указания по выполнению работы

Разработку схемы управления нереверсивным электроприводом с предупредительной сигнализацией о включении рассмотрим на примерах.

#### Пример 1

##### Задача.

Выполнить схему управления конвейером. Мощность электродвигателя 7,5 кВт. Предусмотреть два режима управления:

- 1) *местный наладочный* кнопками управления, расположенными рядом с приводом конвейера;
- 2) *дистанционный* из операторской с предупредительной сигнализацией о включении.

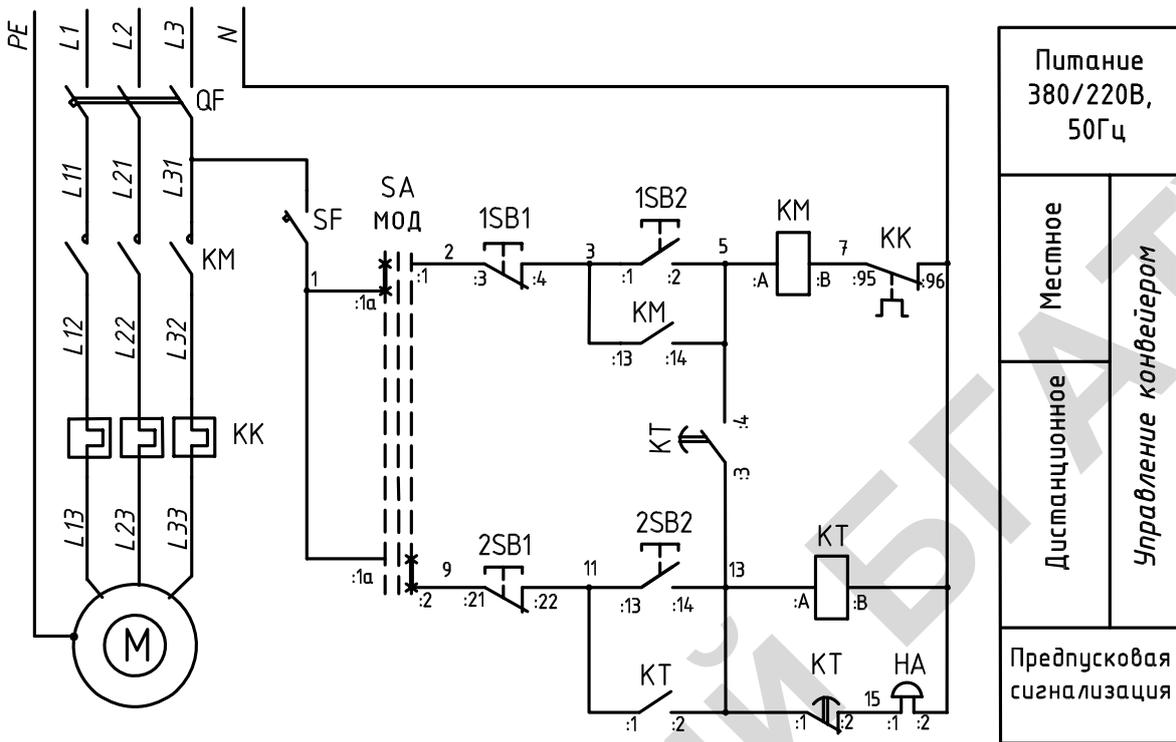
##### Выполнение задачи

В соответствии с заданием в схеме будут присутствовать: переключатель режимов управления; реле времени для настройки времени звучания звонка, сигнализирующего о предстоящем пуске; кнопки управления.

Шкаф управления, в котором разместятся пускатель магнитный, переключатель режимов, кнопки местного управления, реле времени, аппараты защиты главных силовых цепей и цепей управления, расположим рядом с электродвигателем. Это удобно при его наладке и техническом обслуживании (смазке, механической регулировке и т. д.). При таком решении протяженность сети питания (главных силовых цепей) электродвигателя минимальная, что уменьшает потери в сети.

Пример 1 (вариант 1)

3N PE 380/220В, 50Гц



Перечень элементов принципиальной схемы

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Шкаф управления ШУ</u>			
QF	Выключатель автоматический ВА51-25-320010	1	$I_n = 25 \text{ А}$
SF	Выключатель автоматический ВА14-26-14-20 УХЛ4, 220 В	1	$I_F = 2 \text{ А}$
KM	Пускатель магнитный ПМЛ 210004	1	$I_n = 25 \text{ А}$
KK	Реле тепловое РТЛ 102104	1	13,0 А–19,0 А
КТ	Реле времени РВП 72М-3221. $U_k \sim 220 \text{ В}$	1	
1SB1	Кнопка КЕ011 исп. 5 красная	1	
1SB2	Кнопка КЕ011 исп. 4 черная	1	
SA	Переключатель УП 5311-С225У3	1	
<u>По месту</u>			
2SB1, 2SB2	Пост кнопочный ПКЕ 222-2	1	
HA	Звонок громкого боя $U_n = 220 \text{ В}$ ЗВП-220	1	
М	Электродвигатель АИР 132S4. $P_n = 7,5 \text{ кВт}$ ; $U_n = 380 \text{ В}$ , $I_{\text{пуск}}/I_n = 7,5 \text{ А}$	1	$\cos \varphi = 0,86$ $\eta = 87,6 \%$

Рис. 6.1. Принципиальная электрическая схема управления пример 1 (вариант 1)

На чертеже схемы следует приводить диаграмму замыкания сложных элементов схемы. В нашем случае это диаграмма замыкания контактов переключателя SA (рис. 6.2).

Секции	Контакты	Положение рукоятки		
		-45 °	0	45 °
I	1-1а	x		
	1а-2			x
II	3-3а	x		
	3а-4			x

Рис. 6.2. Диаграмма замыкания контактов переключателя УП 5311-С 225У3

В схеме (рис. 6.1) промаркированы провода нечетными цифрами, которые указаны над линией проводника. Маркируется не каждая линия рисунка схемы, а равно потенциальные проводники соединений отдельных элементов схемы. Например, провод «5» будет на зажиме :2 кнопки 1SB2, на зажиме :14 блок-контакта пускателя КМ, на зажиме :4 замыкающего с выдержкой времени контакта реле КТ и на зажиме :А катушки пускателя КМ.

Под линией проводника со знаком «:» указывается заводская маркировка зажима элемента аппарата или устройства (катушки, контакта, сигнального устройства, нагревательного элемента и т. д.).

В реальных схемах маркировку проводников выполняют обязательно. Заводскую маркировку зажимов устройств указывают не всегда. Она нужна при проектировании схем соединений (монтажных схем), где указывают, с какой маркировкой проводник будет при монтаже присоединен к определенному указанному зажиму устройства. В настоящей схеме маркировка зажимов устройств приведена для ознакомления, а в последующих схемах данной лабораторной работы приводиться не будет, чтобы не загромождать чертеж и не рассеивать внимание при чтении схемы.

### **Работа схемы** (см. рис. 6.1)

После включения вводного автоматического выключателя QF и автоматического выключателя защиты цепей управления SF схема подготовлена к работе. Если переключатель SA поставить в положение «М» (местное управление), то замыкается цепь 1–2 и ток по катушке пускателя КМ может протекать только после нажатия кнопки 1SB2. Параллельно кнопке в цепь 3–5 подключен замыкающий контакт КМ, который замкнется и обеспечит цепь питания катушки пускателя после возврата кнопки 1SB2 в исходное положение. Цепь 1–9 переключателем SA не замкнута, и катушка КТ, и звонок НА остаются обесточенными. Привод включается без предпусковой сигнализации. Остановить привод можно кнопкой 1SB1.

Если переключатель SA поставить в положение «Д» (дистанционное управление), то управление приводом конвейера производится кнопками 2SB1, 2SB2, которые расположены в операторской (это может быть отдельный кнопочный пост, либо кнопки на щите оператора). При нажатии кнопки 2SB2 ток потечет по катушке реле времени КТ (цепь L31–1–9–11–13–N) и зазвенит звонок НА (цепь 13–15–N), начнется отсчет времени и с выдержкой времени разомкнется контакт КТ в цепи питания звонка (цепь 13–15). Питание катушки реле КТ поддерживается контактом КТ без выдержки времени, подключенным параллельно кнопке 2SB2 (цепь 11–13). Контакт КТ с выдержкой времени на замыкание (цепь 13–5) «замкнется» цепь питания катушки пускателя КМ. После того как отзвенел звонок, включается электродвигатель привода конвейера.

В дистанционном режиме без предпусковой звуковой сигнализации привод конвейера включить нельзя.

#### *Недостатки схемы.*

1. Во время работы конвейера, включенного дистанционно, по катушкам двух аппаратов (КМ и КТ) протекает ток.

2. Нельзя отключить конвейер по месту кнопкой 1SB1 при необходимости, если он включен в дистанционном режиме.

3. При перегрузке конвейера, включенного в дистанционном режиме, при срабатывании теплового реле КК конвейер отключается, но если блок-контакт теплового реле с самовозвратом, то при остывании термоэлементов теплового реле возможен самозапуск конвейера без нажатия кнопки и без звуковой предпусковой сигнализации.

#### *Попробуем исправить схему.*

Для устранения недостатков схемы необходимо следующее:

1) замыкающие контакты кнопки 1SB1 и теплового реле КК должны быть в цепи, общей для местного и дистанционного режимов управления;

2) катушка реле времени КТ должна обесточиться после включения катушки пускателя КМ.

**Пример 1 (вариант 2)**

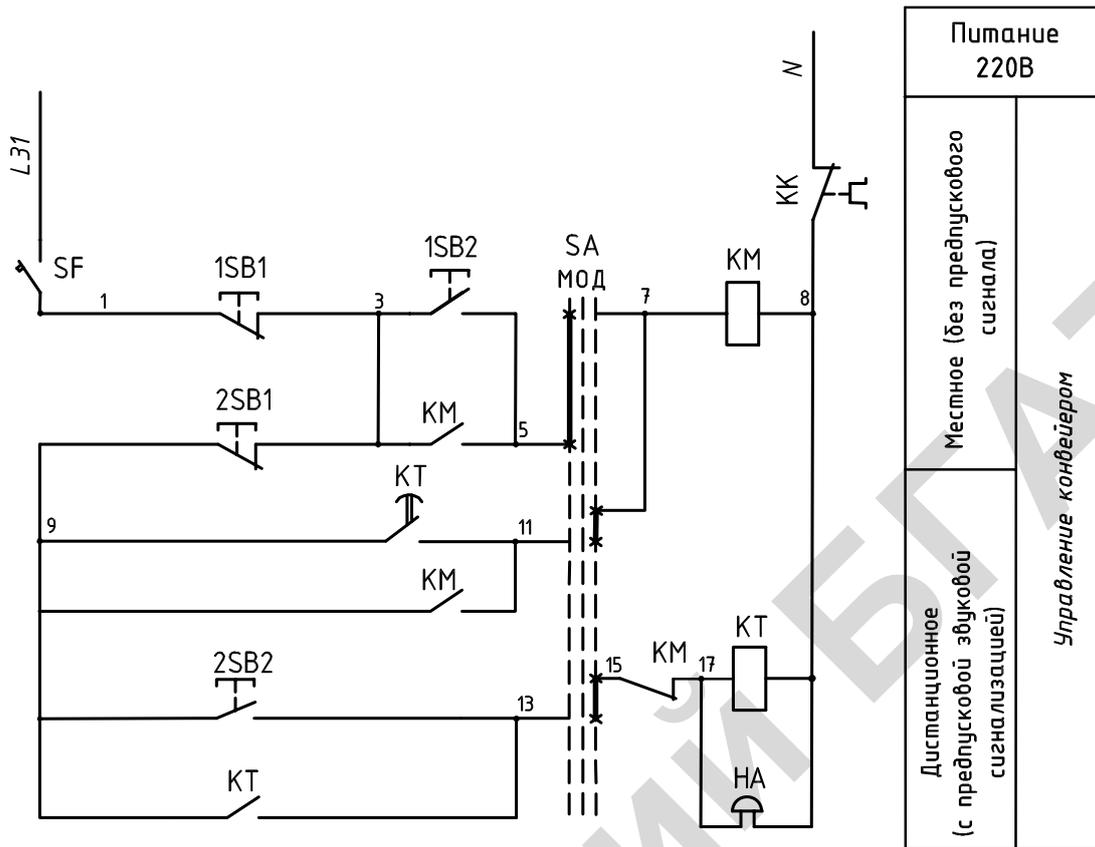


Рис. 6.3. Принципиальная электрическая схема управления, пример 1 (вариант 2)

Аппараты управления, их место расположения и режимы управления – такие же, как и в варианте 1. Дополнительно нужна контактная приставка к пускателю КМ типа ПКЛ-20.

В схеме варианта 2 (рис. 6.3) после предупредительной сигнализации и включения конвейера в дистанционном режиме катушка реле времени обесточивается размыкающим контактом пускателя КМ (цепь 15–17). В этой схеме использованы три цепи переключателя SA. При дистанционном управлении цепь L31–1–3–9–13–15–17–8–N используется для включения предупредительной сигнализации, а цепь L31–1–3–9–11–7–8–N для включения привода конвейера.

При необходимости установки кнопок аварийного останова конвейера их можно включить последовательно в разрыв цепи 1 между SF и 1SB1.

*Недостатки схемы примера 1 варианта 1 устранены.*

**Пример 2**

**Задача.**

Выполнить схему управления длинным транспортером, подающим корнеплоды из склада в кормоцех. Электродвигатель привода транспортера расположен в кормоцехе. Аппараты защиты и управления расположить рядом с приводом транспортера. Предусмотреть предупредительную сигнализацию о включении транспортера. Эта сигнализация нужна работникам склада как для исключения возможности травматизма, так и для технологической сигнализации предупреждений о начале работы («загружай транспортер»).  $P_n = 2,2$  кВт. Вдоль транспортера в складе установить 2 кнопки аварийной остановки (рис. 6.4).

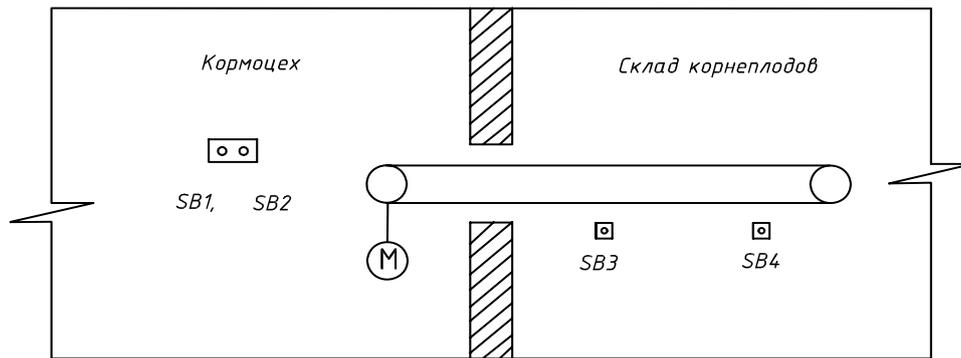


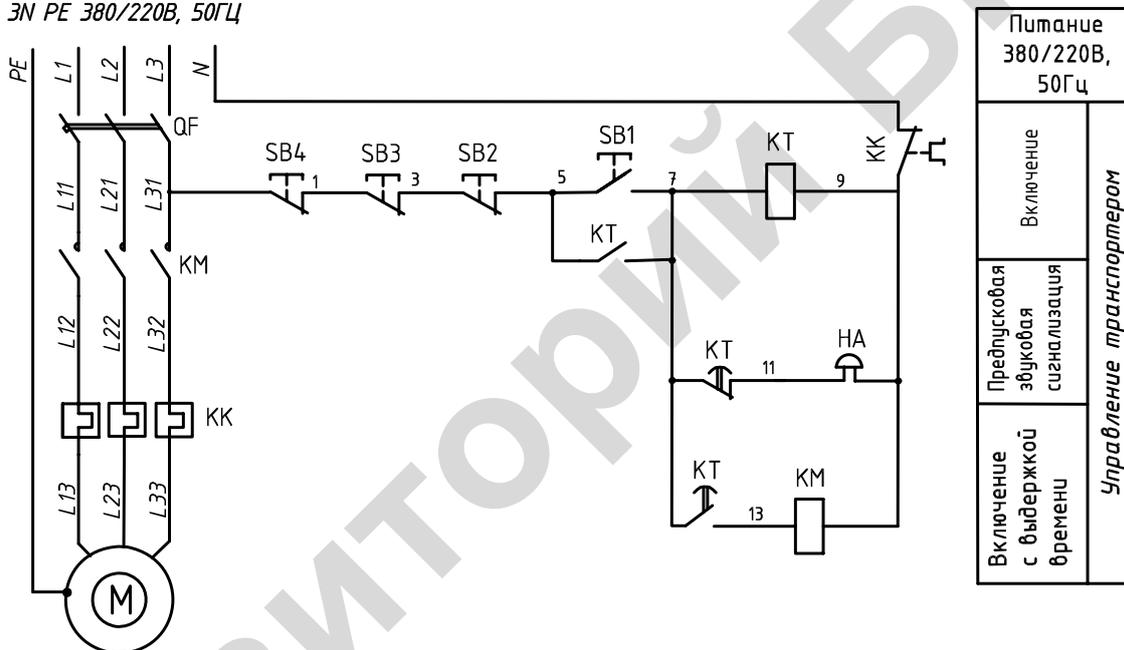
Рис. 6.4. Технологическая структурная схема

**Выполнение задачи**

В соответствии с требованиями задания можно предложить самый простой вариант схемы (рис. 6.5).

**Пример 2 (вариант 1)**

3N PE 380/220В, 50Гц



Питание 380/220В, 50Гц	
Включение	Управление транспортом
Предпусковая звучковая сигнализация	
Включение с выдержкой времени	

**Перечень элементов принципиальной схемы**

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Шкаф управления ШУ</u>			
QF	Выключатель автоматический ВА51-25-320010	1	$I_{нр} = 6,3 \text{ А}$
KM	Пускатель магнитный ПМЛ 110 004	1	$I_n = 10 \text{ А}$
КК	Реле тепловое РТЛ 10 10 D4	1	$I_{Тр} = 4,5 \text{ А}$
КТ	Реле времени РВП 72М-3221 $U_{к} \sim 220 \text{ В}$	1	
SB1	Кнопка КЕ011 исп. 4 черная	1	
SB2	Кнопка КЕ011 исп. 5 красная	1	
SA	Переключатель УП 5311- С225У3	1	Для варианта 2
<u>По месту</u>			
SB3, SB4	Пост кнопочный ПКЕ 222-1 красный	2	
НА	Звонок громкого боя $U_n = 220 \text{ В}$ ЗВП-220	1	
М	Электродвигатель АИР 90L4. $P_n = 2,2 \text{ кВт}$ , $U_n = 380 \text{ В}$ , $I_{пуск}/I_n = 6,5$	1	$\cos \varphi = 0,83$ $\eta = 81 \%$

Рис. 6.5. Принципиальная электрическая схема управления длинным транспортом (вариант 1)

**Работа схемы** (см. рис. 6.5)

После включения автоматического выключателя QF схема к работе готова. При нажатии кнопки SB1 включается катушка реле времени КТ, кнопка SB1 становится «на самопитание» контактом КТ без выдержки времени (цепь 5–7), звенит звонок НА и идет отсчет времени предпусковой сигнализации. С выдержкой времени контакты КТ в цепи 7–11 размыкаются, отключая звонок НА, и в цепи 7–13 замыкаются, включая катушку пускателя КМ. Замыкаются контакты КМ в головной силовой цепи электродвигателя, транспортер включается.

*Недостатки схемы.*

1. При работе транспортера обмотки (катушки) двух аппаратов КТ и КМ находятся под током.
2. Отсутствует наладочный режим.

**Пример 2 (вариант 2)**

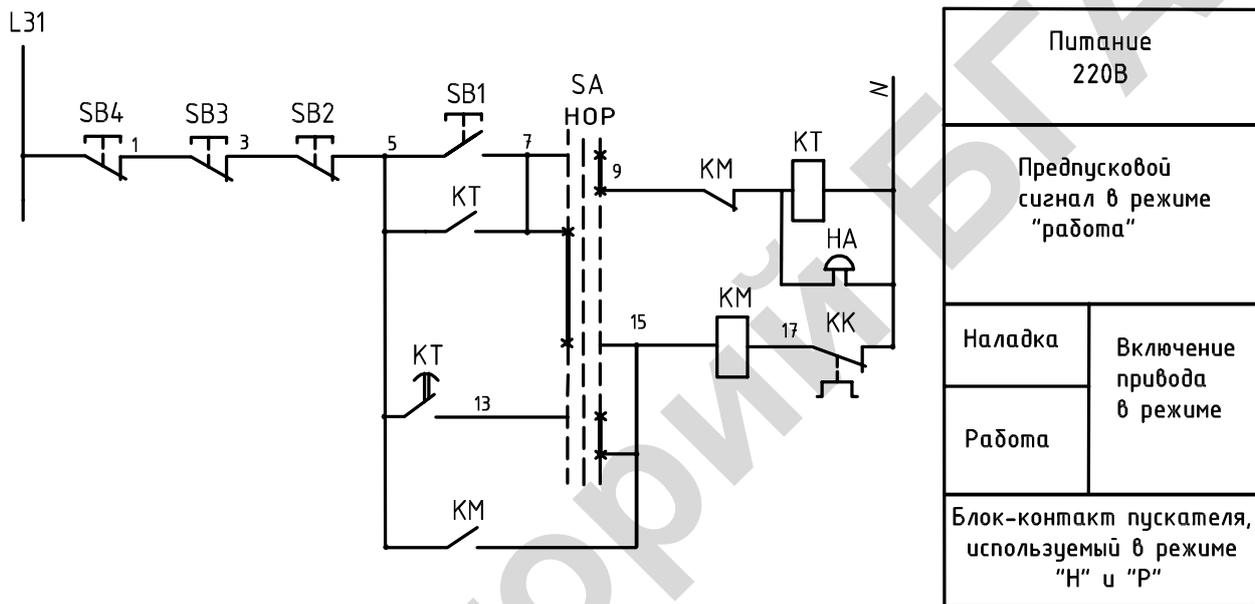


Рис. 6.6. Принципиальная электрическая схема управления длинным транспортером (вариант 2)

По сравнению со схемой примера 2 (вариант 1, рис. 6.5) в схеме управления предусмотрен переключатель SA. В схеме предусмотрены также два режима работы: Н (наладка) и Р (работа).

Секции	Контакты	Положение рукоятки		
		-45°	0	45°
I	1-1a	x		
	1a-2			x
II	3-3a	x		
	3a-4			x

Рис. 6.7. Диаграмма замыкания контактов переключателя УП 5311-С 225У3

Кнопки управления SB1, SB2 размещаются рядом с приводом транспортера и используются как в режиме «наладка» без предупредительной сигнализации, так и в режиме «работа» с предупредительной сигнализацией.

В режиме Р «работа» после предупредительной сигнализации и включения транспортера катушка реле времени КТ обесточивается.

*Недостатки схемы* примера 2 (вариант 1, рис. 6.5) устранены.

В практических задачах, возможно, потребуется местное и автоматическое управление приводами (приводами) с предупредительной сигнализацией о включении при автоматическом режиме управления. В этом случае можно использовать схему примера 1 (рис. 6.3), только вместо кнопок дистанционного управления использовать контакты аппаратов средств автоматизации, по которым производится включение и отключение привода (контакты датчиков уровня, давления, температуры и т. д.).

### **Задачи для самостоятельной разработки схемы**

#### **Задача 1**

Выполнить схему управления линией разделения навозных стоков, которая состоит из установки «ФАН», разделяющей стоки на твердую и жидкую фракции, и транспортера твердой фракции навоза (всего 2 привода).

Предусмотреть два режима управления приводами:

- 1) местный наладочный кнопками у приводов;
- 2) дистанционный – одним кнопочным постом «Пуск–Стоп» включать и отключать линию.

Расположить кнопочный пост на щите диспетчера.

Предусмотреть предупредительную сигнализацию о включении приводов в дистанционном режиме.

#### **Задача 2**

Выполнить схему управления линией дробления камней, которая состоит из транспортера подачи камней и дробилки (два привода).

Предусмотреть два режима управления:

- 1) местный (наладочный) кнопками, расположенными у приводов механизмов;
- 2) дистанционный – одним кнопочным постом «Пуск–Стоп» с поста диспетчера.

Предусмотреть предупредительную сигнализацию о включении приводов.

### **Содержание отчета**

1. Назначение, цель и задачи работы.

2. Выполнить и начертить схему управления задачи № 1 или задачи № 2 (по заданию преподавателя).

*Помните*, что на чертеже схемы должны быть приведены: принципиальная схема управления; пояснения отдельных цепей схемы в виде таблицы справа, поясняющей назначение цепей; диаграмма замыкания контактов переключателя; перечень элементов схемы в виде таблицы с указанием места расположения аппаратов схемы: «шкаф (щит) управления», «по месту».

3. Выводы по результатам проделанной работы.

### **Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе**

1. Объяснить работу схемы и назначение всех элементов схем, описанных в методических указаниях по выполнению настоящей работы (примеры 1, 2; варианты 1, 2) (рис. 6.1, 6.3, 6.5, 6.6).

2. Объяснить работу выполненной студентом схемы, знать назначение всех ее элементов.

## Лабораторная работа № 7

### **РАЗРАБОТКА ОБЩЕГО ВИДА ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ. СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЩИТА. РАЗРАБОТКА СХЕМ СОЕДИНЕНИЙ ЩИТОВ, СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЙ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК**

#### **Цель работы**

Изучить материалы, необходимые для выполнения общего вида щита управления и для составления задания на его изготовление. Изучить способы построения схем соединения щита, схем подключения и внешних проводок.

#### **Задачи работы**

1. Освоить методику разработки общего вида щита и составления задания на его изготовление.
2. Освоить построение схемы соединений щита адресным способом.
3. На основании принципиальной схемы управления асинхронным двигателем в ручном и дистанционном режимах построить схему соединений, разработать общий вид щита, составить задание на его изготовление, выполнить схему внешних проводок.

#### **Общие сведения**

**Разработка щита управления** производится на основании схемы электрической принципиальной управления после ее выполнения. Разработка щита управления включает:

- выполнение чертежа общего вида с сопутствующими материалами (перечень надписей, технические данные аппаратов);
- выполнение схемы соединений.

Выбор размера щита управления зависит от количества встраиваемых в него аппаратов управления, контроля и сигнализации, их типов и параметров, а также от компоновки этих аппаратов на внутренних и наружных панелях ящика.

Типы аппаратов и их количество определяют по схеме электрической принципиальной управления электродвигателя вентилятора (см. рис. 7.10).

Внешней плоскостью щита управления является фасадная сторона – обычно это дверь щита. Иногда отдельные аппараты устанавливают на боковых наружных стенках.

Внутренние плоскости: основная – задняя стенка щита и вспомогательные – левая и правая – боковые стенки.

От правильной компоновки аппаратов на щите, их взаимного размещения в значительной степени зависят уровень удовлетворения требований технологического процесса и качество управления этим процессом.

Разработка общего вида щита начинается с определения его габаритов.

#### **Определение типа и габаритов ящика управления**

Габариты щита определяют расчетами суммарных монтажных зон аппаратов, устанавливаемых:

- а) на задней стенке щита;
- б) на двери щита.

Сначала производят предварительную расстановку аппаратов на соответствующих панелях щита, приводят эскиз. Аппараты размещают с учетом удобства и безопасности обслуживания, удобства наблюдения за работой приборов, удобства подключений и с учетом исключения возможности взаимного влияния работающих аппаратов [19].

Аппараты управления, сигнализации и приборы, за которыми ведется наблюдение, устанавливаются на двери шкафа. Остальные – внутри. Аппараты внутри шкафа устанавливаются на рейках. Внутри шкафа устанавливаются также и ряды зажимов (клеммники).

Расстановку аппаратов производят с учетом их монтажных зон. Размер зоны аппарата определяется его габаритными размерами, а также дополнительными расстояниями сверху, снизу, слева и справа от аппарата, необходимыми для присоединения к нему проводников, размещения марки-

ровки на их концах, размещения пучков проводов по панели, а также для обслуживания в эксплуатации (удобства подвода, например, отвертки для завинчивания крепежных винтов, возможности съема с аппарата какой-либо детали и др.).

Размеры монтажных зон определяют по табл. 7.1. В зависимости от конструктивного исполнения аппаратов (способов крепления) и места установки данного аппарата в щите принимают нужный вариант установки, приведенный в названной таблице и представленный на рис. 7.1.

В одном горизонтальном ряду рекомендуется устанавливать аппараты с одинаковой высотой зоны и одинаковыми расстояниями между рейками.

Размещение аппаратов управления и сигнализации на дверях ящика производят с учетом минимальных расстояний между аппаратами согласно табл. 7.2 и расстояний от аппаратов до краев дверей ящиков согласно табл. 7.3.

Эскизы предварительных вариантов размещения аппаратов выполняют с использованием зон аппаратов. При этом зоны можно располагать вплотную друг к другу.

На чертежах компоновку с использованием зон приводить не допускается. На чертежах общего вида щита аппараты показывают (вычерчивают) исходя из их реальных размеров (габаритов).

При размещении аппаратов необходимо учитывать монтажные зоны для электропроводок между установленными аппаратами согласно табл. 7.1.

После вариантных проработок размещения аппаратов определяют суммарные площади зон аппаратов на соответствующих панелях с учетом клеммников и проводов вторичной коммутации:

$$S_{\text{а.з. однс.т}} = \sum_1^n B_i H_i + S_{\text{пр1}};$$
$$S_{\text{а.двери}} = \sum_1^n B_i H_i + S_{\text{пр2}},$$

где  $B_i$  – размер основания монтажной зоны аппарата;

$H_i$  – высота монтажной зоны аппарата;

$n$  – количество аппаратов (включая клеммники) на соответствующей плоскости (задней стенке или двери);

$S_{\text{пр1}}, S_{\text{пр2}}$  – площади, занимаемые пучками проводов вторичной коммутации на задней стенке и двери.

В том случае, когда на одной из плоскостей щита установлено явно меньшее число аппаратов и оно не может повлиять на выбор габаритов ящика, то эту плоскость из расчетов отбрасывают.

Определяют полезные площади задней стенки ( $S_{\text{пол.задн.ст}}$ ) и двери ( $S_{\text{пол.дв}}$ ) намечаемого к выбору ящика по данным, приведенным на рис. 7.2, 7.3.

Условие выбора ящика рассматривается для каждой сборочной единицы (коробки ящика и двери). При этом должны обеспечиваться неравенства:

$$S_{\text{а.з. однс.т}} < S_{\text{пол. задн.ст}};$$

$$S_{\text{а. дв}} < S_{\text{пол. дв}}.$$

Подбирают щит, удовлетворяющий этим условиям, определяют тип ящика управления и его габариты.

Например, ящик типа ЯУЭ-0863. Габариты: высота – 800 мм, ширина – 600 мм, глубина – 350 мм. В отдельных случаях выбор габаритов ящика производится не по площадям, а по вертикальным или горизонтальным размерам суммарных зон аппаратов.

Далее приступают к выполнению графической части – разработке чертежей.

### **Зона аппаратов НКУ на рейках**

Для определения размера зоны выбранного аппарата вначале принимается решение по способу установки и креплению этого аппарата в проектируемом щите.

В НКУ электрические аппараты и приборы могут крепиться различными способами. Здесь приводятся три основных варианта:

- на одной рейке;
- на двух рейках непосредственно;
- на двух рейках посредством переходной пластины.

Принятие того или иного варианта зависит от конструктивного исполнения аппарата, заводских установочных элементов, а также от месторасположения аппарата в щите (например, один или несколько аппаратов в ряду, на фасадной или внутренней плоскости щита).

На рис. 7.1 показаны рекомендуемые варианты и способы крепления аппаратов.

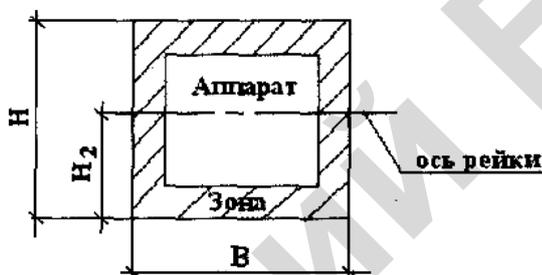
По варианту 1 крепятся аппараты, имеющие два установочных отверстия, расположенные по горизонтальным осям (например, электротепловое реле РТГ, реле промежуточные ПЭ-36).

По варианту 2 крепятся, например, пускатели ПМ12, ПМЛ.

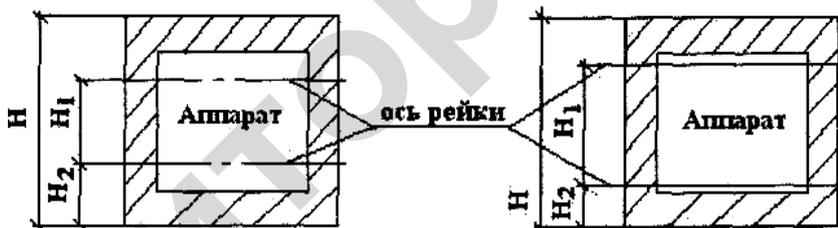
Вариант 3 следует принимать тогда, когда невозможно принять варианты 1 или 2.

Для малогабаритной аппаратуры варианты установки в щитах приведены на рис. 7.2, размеры зон – в табл. 7.2.

В настоящее время на монтажных участках, изготавливающих ящики и щиты, широко применяется установка аппаратов-модулей на дин-рейках. В отличие от аппаратов со степенью защиты IP00, которые устанавливаются с учетом монтажных зон, аппараты-модули монтируются на дин-рейки по ТУ электромонтажных участков.



Вариант 1. Крепление на одной рейке



Вариант 2. Крепление на двух рейках непосредственно

Вариант 3. Крепление на двух рейках при помощи переходной пластины

Рис. 7.1. Варианты крепления аппаратов на рейках



Рис. 7.2. Пример схемы размещения аппаратов по табл. 7.2

Таблица 7.1

## Размеры зон аппаратов

Тип аппарата		Размеры зоны, мм				Вариант
		H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	B	
<b>Контакторы</b>						
МК1; МК2; МК3;		250	150	50	200	
МК4; МК5-01		250	150	50	250	2*, 3
* «2» – в ряду только один контактор						
<b>Пускатели</b>						
ПМЛ1000	ПМЛ110X	150	50	50	60	2
	ПМЛ110X+ПКЛ	200	150	25	75	3
	то же, но 2 шт.	250	150	50	100	3
	ПМЛ110X-ОПН	150	50	50	75	2
	ПМЛ110X-ПКЛ+ОПН	200	150	25	75	3
	ПМЛ110X6+РТЛ	175	50	75	60	2
		250	150	50	75	3
	ПМЛ110X+РТЛ-ОПН	175	50	75	75	2
		250	150	50	75	3
	ПМЛ150X	150	50	50	110	2
	ПМЛ150X-ПКЛ	200	150	25	110	3
	ПМЛ150X+ОПН	150	50	50	150	2
	ПМЛ150X+ПКЛ+ОПН	200	150	25	150	3
	ПМЛ15X+РТЛ	175	50	75	110	2
	250	150	50	110	3	
ПМЛ150X+РТЛ+ОПН	175	50	75	150	2	
	250	150	50	150	3	
ПМЛ2000	ПМЛ210X	150	50	50	60	2
	ПМЛ210X+ПКЛ	200	150	25	80	3
	ПМЛ21X+ОПН	150	50	50	80	2
	ПМЛ210X+ПКЛ+ОПН	200	150	25	80	3
	ПМЛ21X+РТЛ	175	50	75	60	2
		250	150	50	80	3
	ПМЛ210X+РТЛ-ОПН	175	50	75	80	2
		250	150	50	80	3
	ПМЛ250X	150	50	50	130	2
	ПМЛ250X+ПКЛ	200	150	25	130	3
	ПМЛ250X+ОПН	150	50	50	170	2
	ПМЛ250X+ПКЛ+ОПН	200	150	25	170	3
ПМЛ250X+РТЛ	200	50	100	130	2	
	250	150	50	130	3	
ПМЛ250X+РТЛ+ОПН	200	50	100	170	2	
	250	150	50	170	3	
<b>Выключатели автоматические</b>						
ВА16-25	1 шт.	250	150	50	30	3
	2 шт.	250	150	150	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
ВА3 1-3 5		350	200	75	120	3
ВА52-35		450	300	100	120	3
ВА51-37; ВА52-37		400	200	100	150	2
ВА53-37; ВА55-37; ВА56-1		450	250	100	160	2

Тип аппарата		Размеры зоны, мм				Вариант
		$H$	$H_1$	$H_2$	$B$	
<b>Выключатели автоматические</b>						
BA51-37; BA52-37		400	200	100	150	2
BA53-37; BA55-37; BA56-1		450	250	100	160	2
BA5 1-39; BA52-39		450	300	75	230	3
BA53-39; BA55-39; BA56-39		500	250	125	230	3
AE2000	AE2020	200	150	25	75	3
	AE2040M	250	150	50	80	3
	AE2050M	300	200	50	80	2
	AE2060	350	200	75	120	2
АП50Б	трехполюсный $I_{кр} \leq 25$ А	200	150	25	105/140	3
		250		50	105/140	
	двухполюсный $I_{кр} \leq 25$ А	200	150	25	85/120	3
		250		50	85/120	
<b>Реле промежуточное</b>						
РПЛ; РПЛ+ПКЛ		150	50	50	60	2
		200	150	25	75	3
то же, но 2 шт.		250	150	50	100	3
РПУ2-М9	гориз. устан.	150	-	75	90	1
	вертик. устан.	200	100	50	120	3
ПЭ-37	вертик. устан.	150	150	25		
		100	-	50	100	1
		175	100	50	110	3
РП2 1-003		200	150	25	75	3
(с розеткой типа 3)		150	50	50	65	2
РП21М-217		200	150	100	60	1
		250		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	2
РПГ-3520		200	150		75	3
РПГ4-3102; РПГ4-3140;		100	50		50	2
РПГ4-3540		200	150		75	3
РПГ4-3160; РПП 0-3560		100	50		55	2
		200	150		75	3
РПГ4-002; РПГ14-202;		100	50	25	50	2
РПГ14-004		200	150		75	3
<b>Реле управления</b>						
РЭ12-1	$J_H = 0,6...2,5$ А	150	50	50	60	2
РЭ12-2						
РЭ12-3						
РЭ12-4		200	150	25	75	3
РЭ12-5						
РЭ14		150	50	50	80	2
		200	150	25	75	3
РЭ16-22-1; РЭ15-40-1		150	50	50	60	2
		200	150	25	75	3

Тип аппарата		Размеры зоны, мм				Вариант
		H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	B	
РЭ16-12-2; РЭ16-12-3		150	50	50	90	2
РЭ15-30-2; РЭ16-30-3		200	150	25		3
РЭ16-22-4; РЭ16-40-4		150	50	50	110	2
		200	150	25		3
РЭВ 811; РЭВ 821; РЭВ 822; РЭВ 827; РЭВ851; РЭВ853; РЭВ861		200	150	25	130	3
РЭВ815...813; РЭВ825; РЭВ826; РЭВ820; РЭВ825; РЭВ854; РЭВ862		225	-	150	130	1
			150	50		3
РКВ 1 1	двухконтактное	200	150	25	100	3
	четырёхконтактное	250	150	50	100	3
ВЛ-55; ВЛ-59		150	50	50	80	2
		200	150	25	75	3
ВЛ-56; ВЛ-58		200	150	25	125	3
ВЛ 63...69		150	50	50	60	2
		200	150	25	75	3
ВС-33-1		200	150	25	75 100	3
ВС-33-2		200	150	25	100	3
ВС-43-3		200	100	50	90	2
			150	25	95	3
ВС-43-6		200	100	50	125	2
			150	25	130	3
ВС-44-1; ВС-44-2		200	100	50	200	2
			150	25		3
КЭП-12У		400	150	150	400	3
ЕЛ-11; ЕЛ-12; ЕЛ-13		200	150	25	75	3
УКС-1; УКС-2		250		25	180	2
БКС-3		250	150	50	200	3
Реле защиты						
РТ140		250	150	50	140	3
РН-153; РН-154		200	150	25	140	3
РП250		200	150	25	140	3
				25	160	3
РП16-Х3; РП17-Х3; РП18-Х3		200	150	25	140	3
РП11; РП12 (п.п)		200	150	25	160	3
РП111; РП112		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
Реле тепловое						
РТЛ000		100	50	25	45	2
		200	150		70	3
РТГ-11		125	-	100	70	1
РТГ-21		125	-	100	70	1
РТГ-31 I <sub>н</sub> = 63; 80 А		125	-	100	70	1
Реле сигнальные						
РЭУ-11	1 шт.	125	-	100	90	1
		200	150	25	45	3
	2 шт.	200	150	25	140	3

Тип аппарата	Размеры зоны, мм				Вариант
	$H$	$H_1$	$H_2$	$B$	
<b>Предохранители</b>					
ПП24-25	100	-	50	70	1
	200	150	25	75	3
ПП24-25 (2 шт.)	200	150	25	95	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	150	50	150	1
	200		25	75	3
ПРС-25-П (2 шт.)	200	150	25	140	3
<b>Рубильники</b>					
ВР32-31А11Х20; ВР32-31А51Х20	250	50	100	170	2
		150	50		3
<b>Выключатели и переключатели</b>					
ПКУЗ-12; ПКУЗ-16 (флажковая рукоятка)	150	150	75	100	1
	200		25	120	3
ГТКУЗ-12; ПКУЗ-16 (револьверная рукоятка)	200	150	100	140	1
			25	160	3
УП5300	260	150	25	160	3
ПВХ-16; ППХ-16 (исп. 3)	100	150	50	100	1
	200		25		3
ПВХ-25; ППХ-25 (исп. 3)	150	150	75	150	1
	200		25		3
ПВХ-60; ПГТХ-60 (исп. 3)	250	150	125	200	1
			50		3
ПВХ-100; ППХ-3 (100 исп.)	300	150	150	200	1
			75		3
ТШ031; ПЕ032	200	150	25	100	3
<b>Кнопки</b>					
КЕ (1 шт.)	125	-	100	60	1
КЕ (2 шт.)	200	150	25	100	3
<b>Трансформаторы</b>					
ОСМ1-0,063; ОСМ1-0,1	200	150	25	120	3
ОСМ 1-016; ОСМ 1-0,25	200	150	25	140	3
<b>Приборы</b>					
Амперметр, 80×80	150		125	95	1
Вольтметр с габаритами 120×120	200		175	160	1

**Расстояние между аппаратами и приборами.****Расстояние между аппаратами и краями щитов**

При разработке НКУ управления, сигнализации и измерения при размещении аппаратов внутри шкафов или на дверях необходимо выдерживать допустимые расстояния между устанавливаемыми аппаратами, между аппаратами и рядами зажимов, а также между аппаратами и краями дверей шкафов или крышек и дверей пультов и краями соответствующих плоскостей, на которые установлены эти аппараты.

В общем случае при свободном размещении аппаратов расстояния между ними определяются исполнителем проекта с учетом конкретной расстановки – количества аппаратов в ряду, количества рядов, необходимостью учета мест для прохождения пучков проводов, а также отдельных проводов вторичной коммутации и т. д.

Однако, при определении этих расстояний следует выдерживать минимально допустимые расстояния, которые приведены в табл. 7.2. и 7.3.

При пользовании табл. 7.2 следует иметь в виду, что в ней приведены не все аппараты, которые могут быть применены в конкретной разработке, а значит, для требуемого аппарата необходимо подобрать близкий по установочным характеристикам аналог и пользоваться этим аналогом. В таблице приведены расстояния между осями аппаратов.

При определении необходимых величин расстояний используют (примерно) такую схему поиска:

- в вертикальном ряду таблицы (в левой графе) находят аппарат «а», для которого определяются минимальные расстояния;

- в горизонтальном ряду (верхняя строка таблицы) находят тот аппарат «б», расстояние между которым и заданным определяется.

Тогда в клетке на пересечении вертикального и горизонтального рядов верхняя цифра будет обозначать то минимальное расстояние, которое необходимо выдерживать, если аппарат «б» расположен выше аппарата «а», соответственно, левая, правая и нижняя цифры – при расположении аппарата «б» слева, справа или снизу от аппарата «а».

Таблица 7.2

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

Наименование, тип и символ общего вида аппарата			Кнопки, выключатели, переключатели					
			КЕ011 ПЕ011	УП5300 ПКУЗ-12	ПВ...-16 ПП...-16	ПМО	ПТ26-1 ПТ26-2	
								
Кнопки	КЕ011 ПЕ011		60	110	80	80	50	70
			80-80	130-100	90-90	90-90	80-80	80-80
Выключатели, переключатели	УП5300 ПКУЗ-12		95	130	110	120	85	105
			100-130	130-130	120-120	120-120	105 105	85-85
	ПВ...-16 ПП...-16		110	130	125	120	85	105
			75	125	90	100	85	85
	ПМО		80-90	120-120	110-110	110-110	95-95	80-80
			80	110	90	100	65	85
	ПТ26-1		85	120	100	110	75	95
			95-95	120-120	110-110	110-110	95-95	80-80
	ПТ26-2		85	120	100	110	75	95
			80-80	100-100	90-90	95-95	80-80	80-80
Светотехника	АС12011*) АС12015		50	100	65	75	40	
			80-80	100-100	90-90	95-95	80-80	80-80
	Табло ТСМ		60	85	65	75	40	
			70	115	80	95		70
	Табло ТСБ		80-80	85-85	80-80	80-80		80-80
			70	100	80	95		70
	Табло ТСКП		60	130	100	95	60	80
			80-80	90-90	80-80	80-80	80-80	80-80
Табло ТСКП		60	90	70	95	60	80	
		80-80	100-100	90-90	90-90	80-80	80-80	
Табло ТСКП		65	115	80	90	55	75	
		80-80	95-95	85-85	90-90	80-80	80-80	
Табло ТСКП		65	100	80	90	55	75	
		95-95	125-125	115-115	115-115	100-100	80-80	
Табло ТСКП		65	100	80	90	55	75	
		80-80	100-100	90-90	90-90	80-80	80-80	
Табло ТСКП		60	95	75	85	50	70	
		80-80	100-100	90-90	90-90	80-80	80-80	
Табло ТСКП		60	95	75	85	50	70	
		80-80	100-100	90-90	90-90	80-80	80-80	

Наименование, тип и символ общего вида аппарата			Кнопки, выключатели, переключатели					
			КЕ011 ПЕ011	УП5300 ПКУЗ-12	ПВ...-16 ПП...-16	ПМО	ПТ26-1 ПТ26-2	
Приборы	М-381 Э-365		105	155	120	130	95	115
			100-100	130-130	120-120	125-125	110-110	90-90
			140	140	120	130	95	115
	М42100		85	135	100	110	75	95
			80-80	110-110	100-100	100-100	85-83	80-80
			85	120	100	110	75	95
	М42101		75	125	90	100	65	85
			80-80	100-100	90-90	95-95	80-80	80-80
			75	110	90	100	65	85
Реле	РЭУ11 (исп. утол.)		80	115	95	105	70	90
			80-80	105-105	95-95	95-95	80-80	80-80
			80	115	95	105	70	90
Таблички	16×74		30	50	40	55	20	35
			--	--	--	--	--	--
			-	-	-	-	-	-

\* Размер дан с учетом резистора.

Светотехника				Приборы			Реле	Таблички
АС120И*) АС12015	Табло			ЭМ-381 Э-365	М24100	М24101	РЭУ-И (исп. утол.)	16×74
	ТСМ	ТСБ	ТСКП					
60	65	65	60	105	85	75	80	30
80-80	50-50	95-95	80-80	100-100	80-80	80-80	80-80	
80	65	65	60	105	85	75	80	
90	100	100	95	140	120	110	115	55
30-30	95-95	125-125	100-100	130-130	110-110	100-100	105-105	
135	115	115	95	155	135	125	115	
70	80	80	75	120	100	90	95	40
80-80	85-85	115-115	90-90	120-120	100-100	90-90	95-95	
100	80	80	75	120	100	90	95	
90	90	85	130	130	110	100	105	55
95-95	115-115	90-90	123-123	125-125	100-100	95-95	95-95	
90	90	85	130	130	110	100	105	
45	55	55	50	95	75	65	70	20
80-80	80-80	95-95	80-80	100-100	80-80	80-80	80-80	
70	55	55	50	95	75	65	70	
60	70	70	70	110	90	80	90	35
80-80	80-80	80-80	80-80	85-85	80-80	80-80	80-80	
90	70	70	70	110	90	80	90	
80	90	90	70	130	100	90	70	25
80-80	80-80	85-85	80-80	100-100	80-80	80-80	80-80	
80	60	60	70	100	80	70	70	
60	70	70	65	110	90	80	85	35
80-80	80-80	90-90	80-80	95-95	80-80	80-80	80-80	
90	70	70	65	110	90	80	85	
60	70	70	65	110	90	80	85	35
85-85	90-90	120-120	95-95	125-125	105-105	95-95	100-100	
90	70	70	65	110	90	80	85	
70	65	65	60	105	85	75	80	25
80-80	80-80	95-95	80-80	105-105	80-80	80-80	80-80	
70	65	65	60	105	85	75	80	

Светотехника				Приборы			Реле	Таблички
АС120И*) АС12015	Табло			ЭМ-381 Э-365	М24100	М2410I	РЭУ-И (исп. утопл.)	16×74
	ТСМ	ТСБ	ТСКП					
100	110	110	105	150	130	120	125	75
100-100	95-95	125-125	105-105	140-140	120-120	110-110	110-110	
130	110	110	105	150	130	120	125	
80	90	90	85	130	110	100	80	55
80-30	80-80	105-105	80-80	120-120	90-90	80-80	80-80	
100	90	90	85	130	110	100	80	
70	80	80	75	120	100	90	95	45
80-80	80-80	95-95	80-80	110-110	80-80	80-80	80-80	
90	80	80	75	120	100	90	95	
70	85	85	80	125	105	95	100	25
80-80	80-80	100-100	80-80	110-110	85-85	80-80	80-80	
70	85	85	80	125	105	95	100	
25	35	35	25	75	55	45	25	
--	--	--	--	--	--	--	--	
-	-	-	-	-	-	-	-	

Таблица 7.3

Минимальные расстояния от краев дверей ящиков до установочных осей аппаратов и приборов

Наименование и тип аппарата		Символ общего вида аппарата	Размеры, мм								
			до левого края			до правого края	до верхнего края	до нижнего края			
			ЯУЭ-045 ЯУЭ-0432	ЯЭ0643	ЯУЭ-0853 ЯУЭ-1053 ЯУЭ-1263 ЯУЭ-1265						
Кнопки, переключатели	КЕ011, ПЕ011		75	75	75	100	55	55			
Переключатели универсальные	ПКУЗ-12 с числом секций		1	100	100	100	115	75	75		
			2	105	105	100	115	75	75		
			3	110	105	105	115	75	75		
			4	120	110	105	115	75	75		
			5	130	120	110	115	75	75		
			6	140	125	115	115	75	75		
			7	-	130	120	115	75	75		
			8	-	140	115	115	75	75		
			10	-	160	135	115	75	75		
			11	-	175	140	115	75	75		
			12	-	220	160	115	75	75		
			13	-	225	165	115	75	75		
			16	-	-	200	115	75	75		
			УП53М			100	95	85	100	80	95
			УП5312			135	115	95	100	80	95
			УП5313			-	140	110	100	80	95
УП5314			-	170	125	100	80	95			
УП5315			-	225	150	100	80	95			
УП5316 *			--	--	175	100	80	95			

Наименование и тип аппарата		Символ общего вида аппарата	Размеры, мм					
			до левого края			до правого края	до верхнего края	до нижнего края
			ЯУЭ-045 ЯУЭ-0432	ЯУЭ0643	ЯУЭ-0853 ЯУЭ-1053 ЯУЭ-1263 ЯУЭ-1265			
Переключатели пакетные	ПВХ-16		90	90	90	100	85	85
	ППХ-16		95	95	95	110	80	80
Переключатели тумблера	ПТ26-1		85	85	85	105	45	45
	ПТ-26-2		50	50	50	70	80	80
Устройства сигнализации	АС12011... ЛС12015		50	50	50	70	45	45
	Табло ТСМ		105	90	80	35	60	60
	Табло ТСБ		130	115	105	115	60	60
	Табло ТСКП		75	70	70	30	50	50
Измерительные приборы	М381,Э365		100	95	95	120	95	95
	М42100		80	75	75	100	75	75
	И42101		70	55	65	90	65	65
Реле	Указательное РЭУ11		75	70	70	80	80	80

Примечание.

1. При пользовании данной таблицей необходимо учитывать площадь, занимаемую замками, а также глубину ящика.

\* Переключатель устанавливается только на дверь ящика типа ЯУЭ-1255.

### Конструкция ящиков управления (навесных шкафов)

Конструкции, полезные площади внутренних плоскостей ящиков, а также дверей, полезные глубины внутри ящиков приведены на рис. 7.3–7.5.

Номенклатура ящиков, их типовые обозначения и габариты представлены в табл. 7.4.

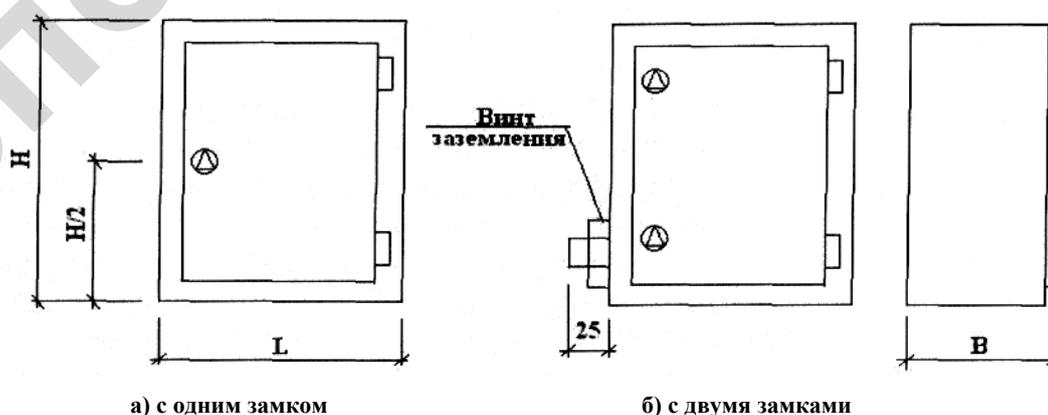


Рис. 7.3. Общие виды ящиков

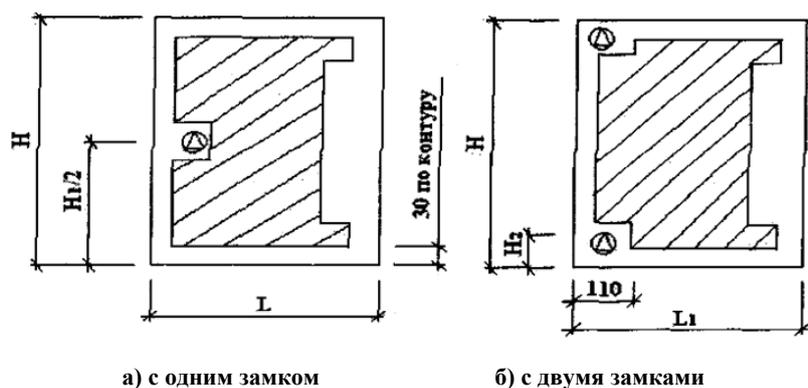


Рис. 7.4. Полезные площади дверей

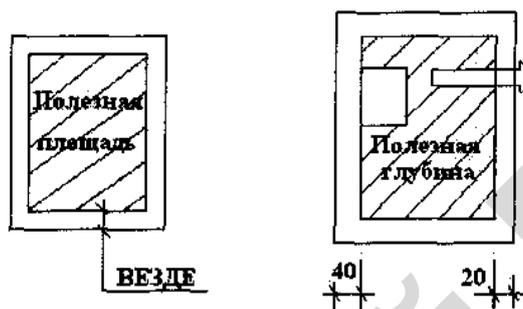


Рис. 7.5. Полезная площадь и объем внутри щита

Таблица 7.4

Номенклатура и габаритные размеры, мм

Тип ЯУЭ	$H$	$L$	$B$	$H_1$	$L_1$	$H_2$
0431	400	300	180	340	240	-
0432	400	300	250	340	240	-
0643	600	400	350	540	340	-
0863	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

### Разработка чертежа общего вида щита управления

Общий вид щита управления (схема расположения) выполняют после определения типа и габаритных размеров ящика (см. рис. 7.11).

Чертеж рекомендуется выполнять в масштабе 1:10.

Рекомендуемый формат листа, как правило, – А4. Для ящиков больших размеров, насыщенных аппаратами, можно принять масштаб 1:5 с выполнением на листе формата большего, чем А4.

На чертеже показывают:

- 1) вид ящика со снятой дверью (вид на заднюю стенку);
- 2) дверь ящика (если на ней установлены аппараты).

На этих чертежах в реальных размерах (в масштабе, естественно) показывают все установленные аппараты, которые изображают обычно прямоугольниками (для сигнальных ламп – окружность), т. е. изображение аналогично реальным изделиям. При этом вместе с аппаратами показывают и ряды зажимов. Способ крепления аппаратов учитывается изображением оси установки реек, на которые крепятся аппараты (сами рейки не изображают).

Для всех размещенных на щите аппаратов показывают их установочные размеры.

При нанесении установочных размеров для аппаратов, расположенных внутри ящика (как правило, на задней стенке), за базу принимают:

- по вертикали - нижний край ящика (днище);
- по горизонтали - левый край ящика.

Размеры наносят слева и снизу изображения для вида спереди без двери, слева и сверху изображения – для чертежа двери. Проставляют точку базы «О» и от этой точки стрелками по нарастающему итогу проставляют необходимые размеры (в большинстве случаев это размеры до установочных осей аппаратов).

Для облегчения чтения чертежа на соответствующей сборочной единице ящика проставляют габаритные размеры (без использования базы) обычными засечками, над размерным числом проставляют знак сноски (\*) и в сноске делают запись: \* – размеры для справок.

На чертеже общего вида для каждого аппарата выполняют выносную линию, на которой проставляют номер аппарата, соответствующий таблице «Технические данные аппаратов».

На чертеже общего вида показывают места нанесения надписей, которые могут быть выполнены по одному из вариантов:

- на корпусе аппаратов;
- на корпусе ящика;
- на табло;
- на табличках, устанавливаемых у аппаратов.

Необходимость выполнения таких надписей решается при разработке принципиальной схемы. Выполнение надписей для аппаратов, устанавливаемых на двери, обязательно.

#### Размещение рядов зажимов (клеммников)

В НКУ применяются зажимы унифицированной серии в блочном исполнении серии БЗ 24 (на ток до 25 А). Для силовых цепей на ток более 25 А – зажимы наборные ЗН 24. Для цепей управления применяются блоки зажимов БЗ 24 на ток до 16 А.

Конструктивно блоки изготавливаются двух видов: на 5 зажимов и на 10 зажимов.

Габаритные размеры и зоны клеммников приведены на рис. 7.6.

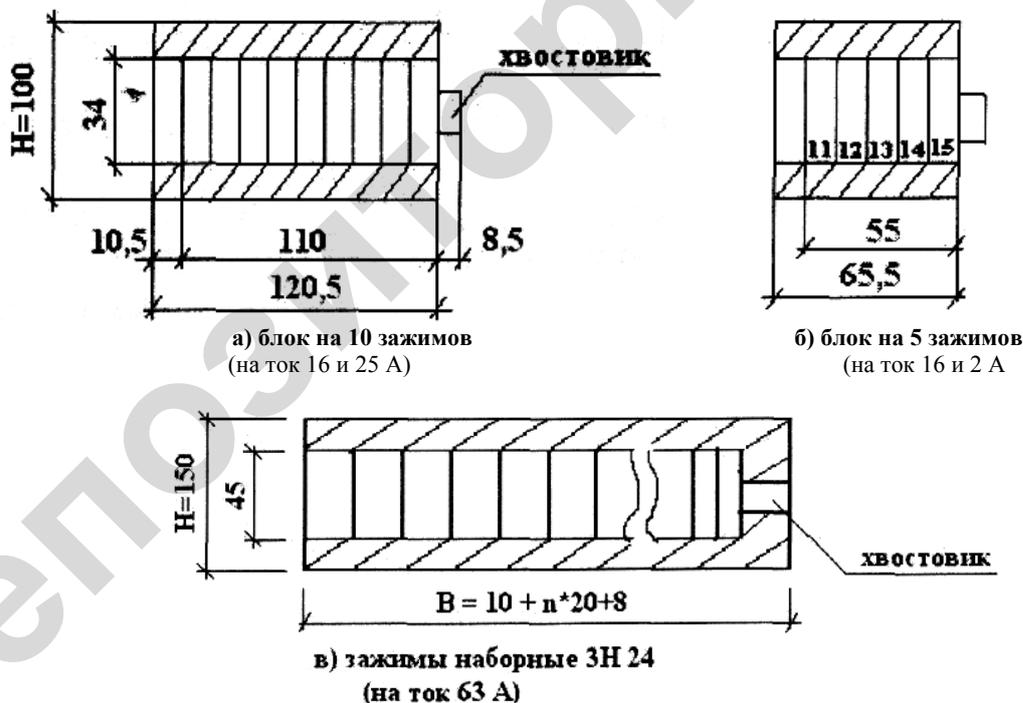


Рис. 7.6. Зажимы. Конструкция. Размеры. Зона

Блок зажимов начинается с торцевой колодки, на которую наносится обозначение клеммника в изделии – X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> и т. д.

Зажимы в блоках имеют собственную маркировку: десятизажимные блоки промаркированы цифрами от 1 до 10, а пятизажимные – от 11 до 15.

При проектировании один из зажимов блока оставляют не задействованным – на нем завод-изготовитель установит флажок с номером привода, закрепляемый под винт контактного узла зажима.

Зажимы в НКУ располагаются не произвольно, а определенным установленным способом. В данных методических указаниях рассматривается размещение клеммников только в ящиках (навесных шкафах).

Блоки зажимов в ящиках располагаются горизонтальными рядами в пределах полезной площади. Первый ряд устанавливается на расстоянии не менее 100 мм от нижнего края (днища) ящика.

Монтажная зона ряда зажимов (включая размеры самих зажимов) – 100 мм.

Количество рядов клеммников в ящике не ограничивается и определяется исполнителем проекта.

Количество зажимов в одном ряду ящика зависит от ширины ящика, максимальное количество зажимов в одном ряду следующее:

ширина ящика 300 мм – 15 (1 блок на 10 зажимов и 1 блок на 5 зажимов);

ширина ящика 400 мм – 25 (2 блока на 10 зажимов и 1 блок на 5 зажимов);

ширина ящика 600 мм – 40 (4 блока на 10 зажимов).

При размещении рядов зажимов следует оставлять места для прохода пучков проводов или кабелей внешних подключений.

Каждому блоку зажимов или клеммнику из наборных зажимов присваивается позиционное обозначение – X1, X2, X3 и т. д. слева-направо, снизу-вверх, которое сохраняется неизменным во всех документах по данному ящику управления – чертеже общего вида, схеме соединений, спецификации.

### Технические данные аппаратов

Чертеж «Технические данные аппаратов» выполняется как пояснительный материал к чертежу общего вида ящика управления. Без этого материала чертеж общего вида не читаем.

Чертеж выполняется в табличной форме установленного образца. Формат чертежа – А4. Если материал не умещается на одном листе, то выполняют последующие листы также формата А4 (рис. 7.12а, 7.12б).

Форма таблицы и размеры приведены на рис. 7.7.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
9	8	8	45	80	10	25
185						

Рис. 7.7. Таблица «Технические данные аппаратов»

На чертеже «Технические данные аппаратов» кроме основного материала по типам, параметрам и количеству принятых проектом аппаратов и устройств, размещают еще и материал по общим данным – перечень документов, относящихся к данному щиту управления. Поэтому чертеж имеет два раздела:

- документация;
- сборочные единицы.

В таблицу в раздел «Документация» записывают все документы, относящиеся к НКУ. При этом вначале в графе «Наименование» на первой строке записывается слово «Документация» и подчеркивается.

Порядок заполнения граф таблицы «Технические данные аппаратов» следующий:

графу «Формат» заполняют только для раздела «Документация»;

графу «Зона» для ящиков не заполняют;

графу «Поз.» для раздела «Документация» не заполняют. Для раздела «Сборочные единицы» проставляют номера позиции аппаратов и приборы порядковыми числами 1, 2, 3 и т. д.

графу «Обозначение» заполняют только для раздела «Документация». В ней проставляют обозначение, указанное в основной надписи соответствующего чертежа.

Далее заполняют графы «Наименование», «Кол.» и, если требуется, «Примечание».

Раздел «Сборочные единицы» также начинается с заголовка, который подчеркивается. Далее в левой части графы ставят знак «Н1», что означает «Набор аппаратов на сборочной единице № 1», т. е. в «коробке» ящика под «Н1» записывают все аппараты, установленные внутри ящика в соответствии с перечнем элементов схемы из чертежа принципиальной схемы управления. По окончании записи для «Н1» на новой строке записывают другой подзаголовок «Н2», т. е. вторая сборочная единица дверь ящика. После подзаголовка записываются все аппараты аналогично «Н1».

### Перечень надписей

Чертеж «Перечень надписей» выполняется как дополнительный материал к чертежу общего вида.

Чертеж выполняется в табличной форме на листе формата А4 (табл. 7.5). Как правило, для ящиков управления материал размещается на одном листе.

Текст надписей формулируется при разработке принципиальной схемы (рис. 7.10). Текст выполняется кратким и четким. Ограничения по числу знаков и текста приведены в табл. 7.6.

Форма чертежа «Перечень надписей»

Таблица 7.5

Панель	Надпись	Поз. обозначение	Место надписи	Текст	Кол	Вид шрифта	Заготовка
8	8	30	25	80	10	10	15
185							

Максимальное количество знаков в табличках

Таблица 7.6

Размеры табличек, мм		Количество строк в табличке	Количество знаков в одной строке
Высота	Ширина		
16	40	1	4
16	74	1 или 2	16
20	100	1 или 2	22

Пример чертежа «Перечень надписей» приведен на рис. 7.13.

### Схема соединений

Схемы соединений выполняют на основании разработанных принципиальной схемы и чертежа общего вида щита управления в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702-75 «Правила выполнения схем».

Схема соединений выполняется общей на весь ящик.

Схема соединений выполняется для вида на изделие со стороны монтажа, со стороны расположения рядов зажимов (рис. 7.14).

Для небольших ящиков рекомендуется схему выполнять на листе формата А3. При более насыщенных аппаратами щитах – на листе формата А2.

На чертеже показывают контуры соответствующих панелей щита (задней стенки и двери).

Схему выполняют без масштаба. При этом аппараты (включая ряды зажимов) показывают в соответствии с их действительным расположением.

Аппараты изображают в виде монтажных символов, представляющих собой схемы внутренних соединений отдельных аппаратов приборов. Символ аппарата обводится тонкой сплошной линией. Для отдельных аппаратов (резисторы, диоды, сигнальные лампы и др.) допускается контур не выполнять.

Символы аппаратов на чертеже размещают свободно с учетом мест для размещения их нумерации, а также с учетом маркировки отходящих от аппаратов проводов.

Схемы соединений выполняют адресным способом.

Каждому аппарату присваивают номер.

Номера проставляют слева направо, сверху вниз по порядку, начиная с 1, сначала для одной сборочной единицы, затем для другой. Для аппаратов всех сборочных единиц нумерация принимается сквозной. Нумерация проставляется в кружочках (или овалах). При этом над чертой записываются порядковый номер аппарата, а под чертой – позиционное обозначение этого аппарата в принципиальной схеме. Блоки зажимов нумеруются X1, X2 и т. д.



Порядковые номера приборов являются адресами проводников, соединяющими элементы по принципиальной схеме устройства. При этом адрес для аппаратов – только цифры порядкового номера, а для ряда зажимов – номер ряда зажима и через знак «:» порядковый номер конкретного зажима, к которому присоединяется провод. Адрес записывают в торце провода, отходящего от элемента аппарата, а номер проводника (так называемая генеральная маркировка) записывают над проводом или возле зажима для клеммника.



Соединения аппаратов, расположенных на двери шкафа, с аппаратами, расположенными внутри шкафа, осуществляются через ряды зажимов.

Провода внутренних соединений шкафа подводятся к внутренней стороне ряда зажимов.

Соединения с двигателями, датчиками и т. п. относятся к внешним соединениям.

Внешние соединения показывают сплошными линиями.

Подсоединения внешних силовых проводников для двигателей осуществляются непосредственно к силовым зажимам аппаратов (пускателей).

На разрабатываемой схеме соединений эти кабели (или пучок проводов) показываются лишь частично – подключение к пускателю и выход за контур щита, на выходе ставится адрес «к эл. двигателю №...».

### Монтажные символы

Монтажные символы – это электрическая схема внутренних соединений аппарата или прибора, на котором выходные зажимы (выводы) показаны в соответствии с действительным их расположением на аппарате или приборе. Элементы аппаратов на символах изображаются в соответствии с требованиями стандартов.

Всем выводам аппаратов присваивается маркировка: либо фактическая (заводская), либо условная – для аппаратов, не имеющих собственной маркировки. Маркировка проставляется внутри окружности, которой обозначен зажим.

При этом принято главные контакты маркировать однозначными числами, а вспомогательные – двухзначными, в которых первая цифра обозначает порядковый номер контакта в пределах данного аппарата, а вторая цифра – вид контакта (рис. 7.8).

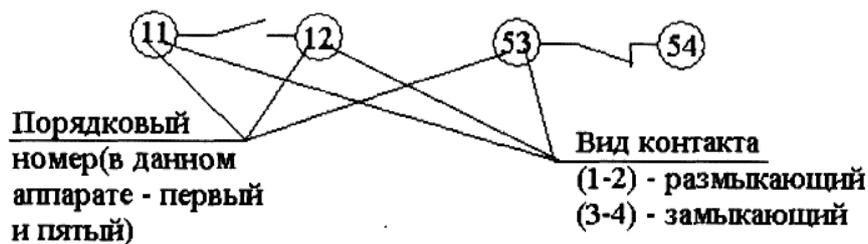


Рис. 7.8. Маркировка контактов

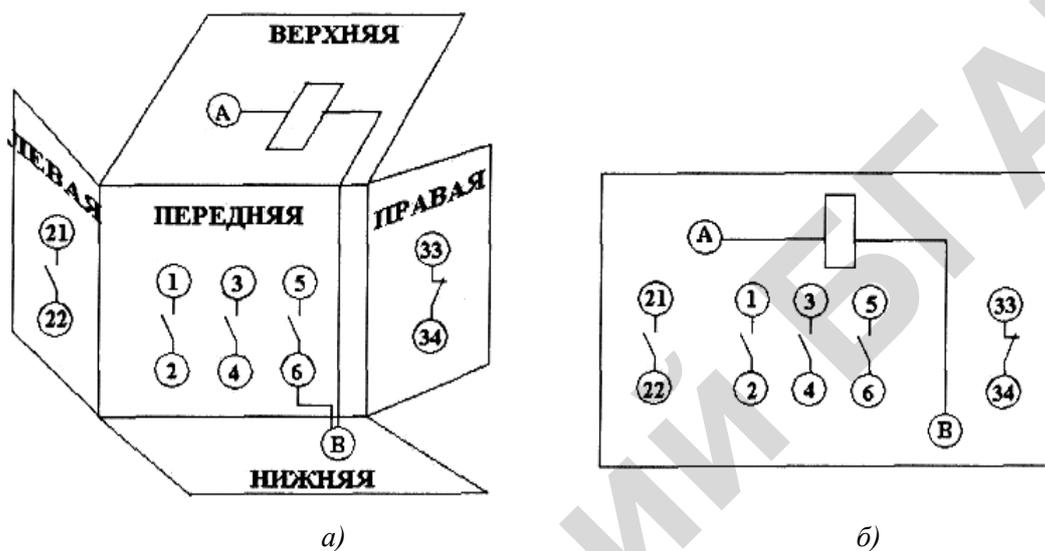


Рис. 7.9. Пример развертки магнитного пускателя  
а – фактическое расположение элементов; б – монтажный символ

Для аппаратов, имеющих элементы и зажимы в разных плоскостях, монтажные символы представляют собой развертку, на которой в соответствующих местах показаны элементы каждой плоскости.

Принята следующая условность по нумерации видов контактов:

- 1-2 – размыкающий контакт;
- 3-4 – замыкающий контакт;
- 1-2-3 – контакт переключающий;
- 5-6 – контакт размыкающий особый;
- 7-8 – контакт замыкающий особый;
- 5-6-7 – контакт переключающий особый;
- 9-0 – контакт импульсный.

В главных и во вспомогательных контактах нечетными числами маркируется вход (неподвижный контакт), четными – выход (подвижный контакт). Для мостиковых и подобных контактов разделение на четные и нечетные не делают.

Катушки аппаратов маркируются прописными буквами латинского алфавита: *A-B* или *A1-L2* – включающая; *C-D* – отключающая (рис. 7.9).

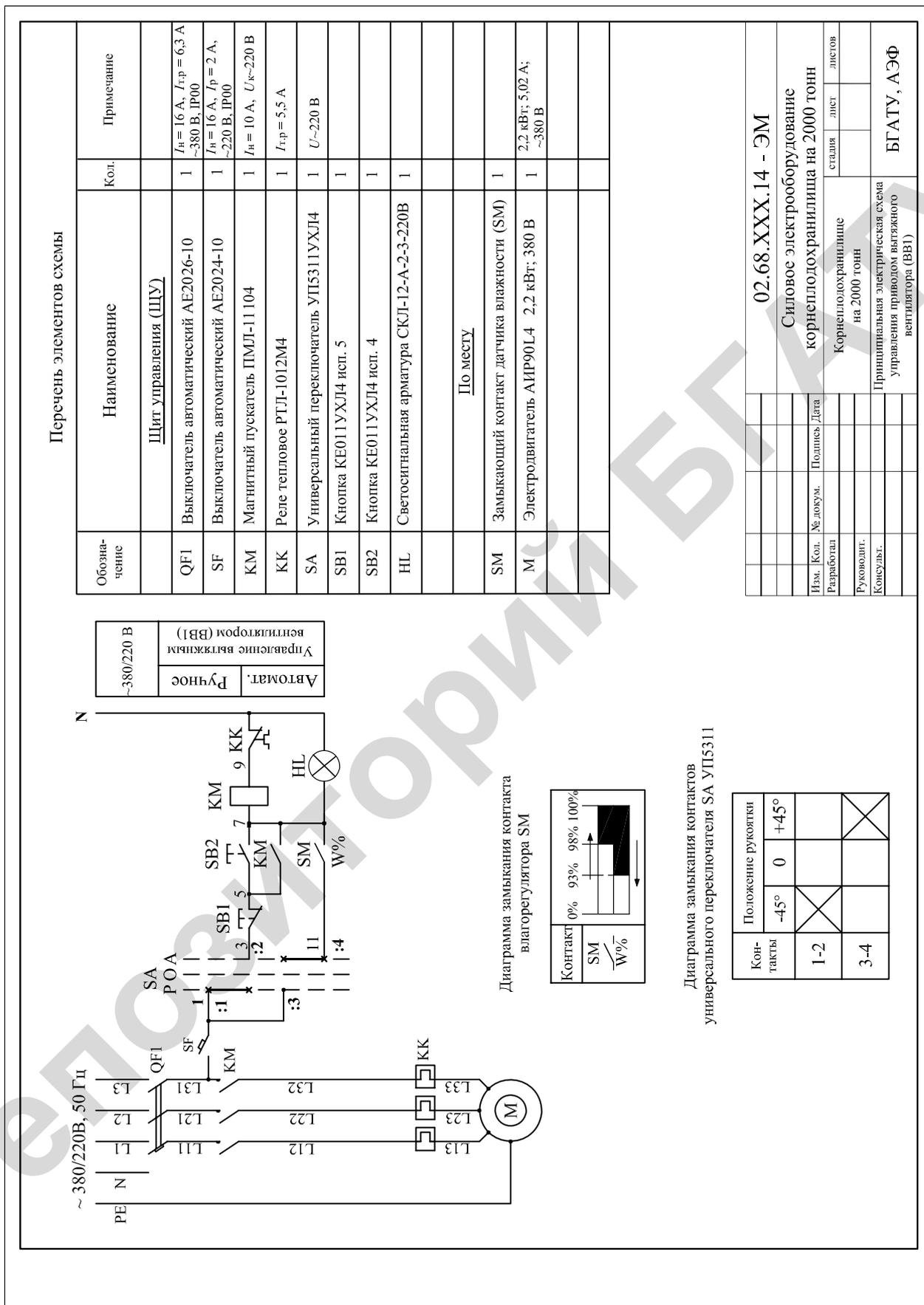
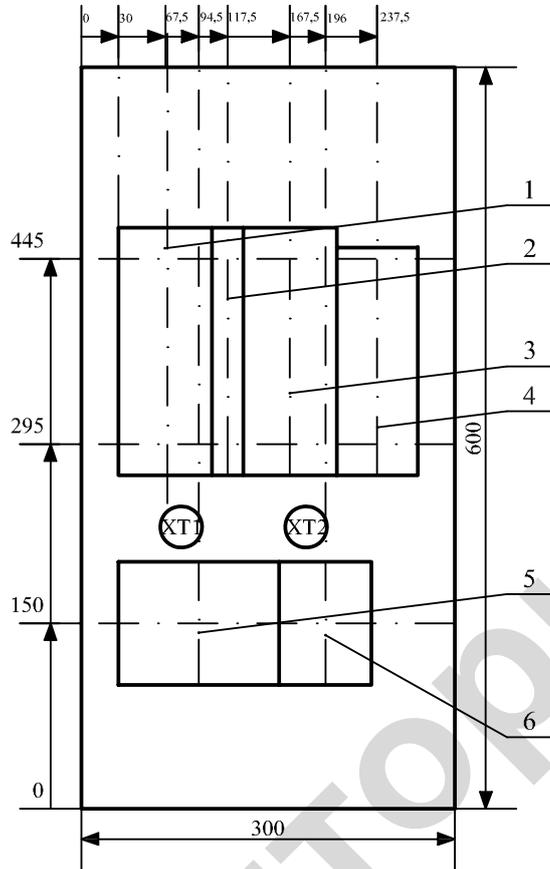


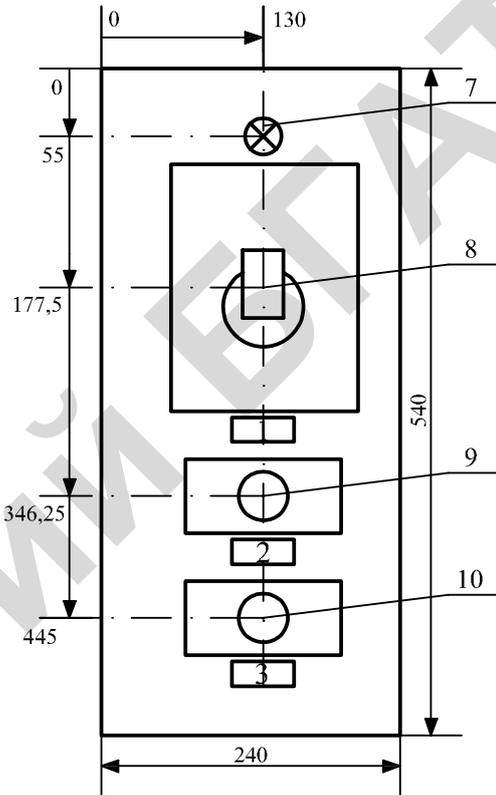
Рис. 7.10. Принципиальная электрическая схема управления приводом вытяжного вентилятора (ВВ1)

М 1:5

Задняя стенка  
(вид спереди)



Дверь  
(вид спереди)



\*Глубина щита управления 250 мм.

					<b>02.68.XXX.14 - ЭМ</b>			
					Силовое электрооборудование корнеплодохранилища на 2000 тонн			
Изм.	Кол.	№ докум.	Подпись	Дата	Корнеплодохранилище на 2000 тонн	стадия	лист	листов
Разработал						С	3	
Руковод.					ШУ. Чертеж общего вида	БГАТУ, АЭФ		
Консульт.								

Рис. 7.11. Щит управления. Чертеж общего вида

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<u>Документация</u>				
A4			02.68.XXX.14-ЭМ	Технические данные аппаратов	2			
A3			02.68.XXX.14-ЭМ	Схема электрическая принципиальная управления	1			
A4			02.68.XXX.14-ЭМ	Чертеж общего вида	1			
A4			02.68.XXX.14-ЭМ	Перечень надписей	1			
A3			02.68.XXX.14-ЭМ	Схема соединений	1			
				<u>Сборочные единицы</u>				
				Н1				
		1		Выключатель автоматический				
				АЕ2026-100-54УХЛ4А, $I_{н.ав.} = 16 А$ ,				
				$I_{н.т.р.} = I_{н.э.р} = 2 А$ , IP54, $U_{н.ав.} = 380 В$	1	QF1		
		2		Выключатель автоматический				
				АЕ2024-100-54УХЛ4А, $I_{н.ав.} = 16 А$ ,				
				$I_{н.т.р.} = I_{н.э.р} = 4 А$ , IP54, $U_{н.ав.} = 220 В$	1	SF		
		3		Магнитный пускатель				
				ПМЛ-1110МУХЛ4А, $I_{н.п} = 10 А$ ,				
				$U_K = 220 В$ , 1 зам. к., IP54	1	KM1		
		4		Реле тепловое РТЛ-1000, $I_{т.р} = 1 А$ , IP54	1	KK1		
				<b>02.68.XXX.14 - ЭМ</b>				
				<b>Силовое электрооборудование корнеплодохранилища на 2000 тонн</b>				
Изм.	Кол.	№ докум.	Подпись	Дата				
Разработал					Корнеплодохранилище на 2000 тонн	стадия	лист	листов
Руковод.				С		1	2	
Консульт.								
					ШУ. Технические данные аппаратов (начало)	БГАТУ, АЭФ		

Рис. 7.12а. Технические данные аппаратов





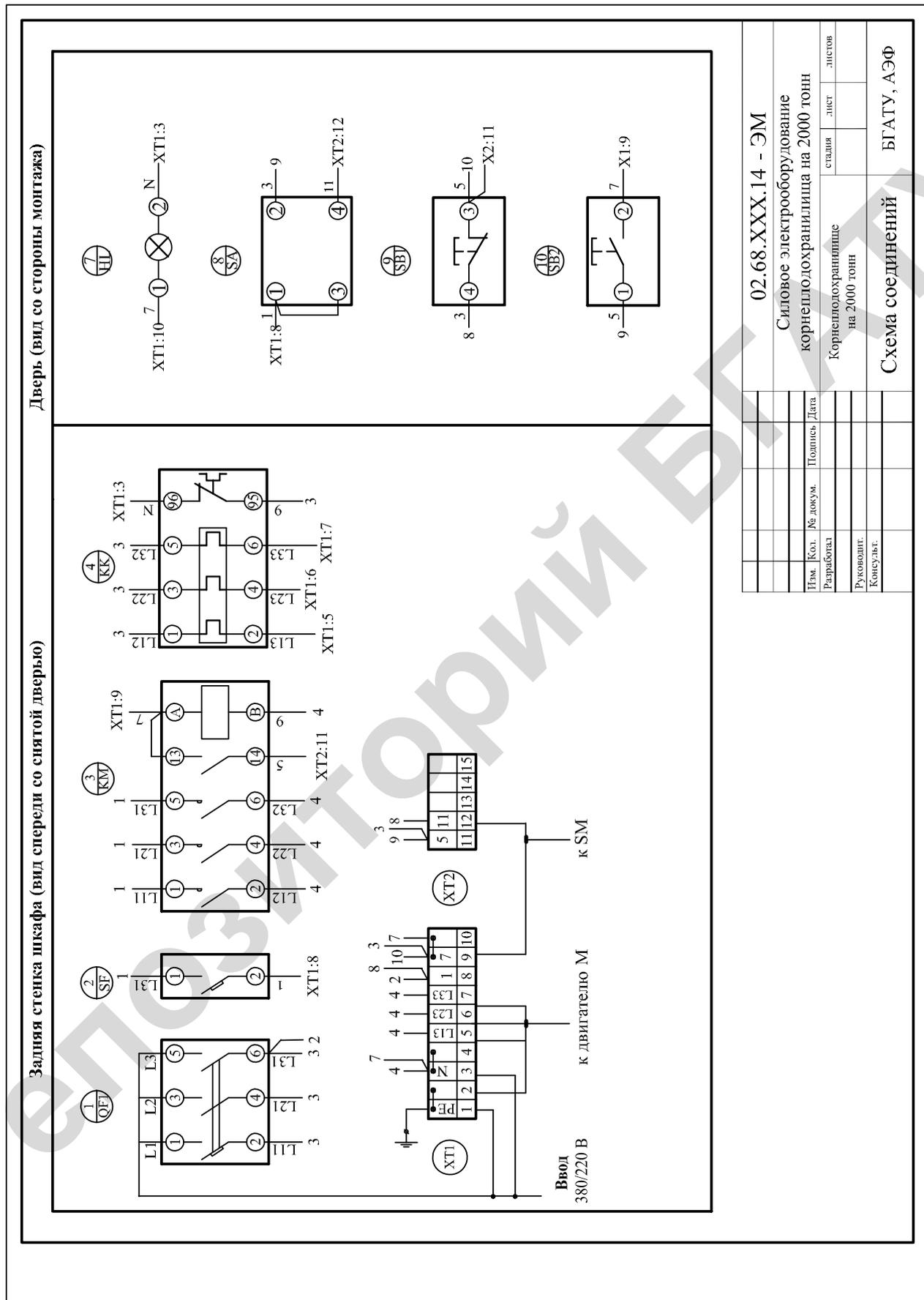


Рис. 7.14. Схема соединений

### **Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы:**

- по теоретическому материалу, приведенному в данной лабораторной работе, на основании принципиальной схемы управления асинхронным двигателем в ручном и дистанционном режимах, изучить материалы для составления задания на изготовление щита:

- а) выполнение общего вида щита;
- б) заполнение таблиц «Технические данные аппаратов» и «Перечень надписей»;
- в) схемы соединений и внешних проводок;

- в соответствии с требованиями ниже приведенного подраздела «Содержание отчета» подготовить форму для отчета по лабораторной работе в соответствии с изученным теоретическим материалом, привести в ней краткие сведения о цели и задачах занятия, назначении общего вида щита, схемы соединений и внешних проводок, указать, какие материалы должны быть представлены в задании на изготовление щита.

### **Методические указания по выполнению работы**

По теоретическому материалу, приведенному в данной лабораторной работе, к занятиям изучить материалы по разработке задания на изготовление щита (рис 7.15).

2. Разработать общий вид щита для принципиальной схемы управления асинхронным двигателем по заданию преподавателя.

3. Разработать схему соединения щита адресным способом для принципиальной схемы управления двигателем.

4. Разработать схему внешних соединений графическим способом.

5. Заполнить таблицу «Технические данные аппаратов».

6. Заполнить таблицу «Перечень надписей».

### **Содержание отчета**

1. Название, цель и задачи работы.
2. Краткие сведения о цели разработки задания на изготовление щита.
3. Принципиальная электрическая схема управления.
4. Общий вид щита.
5. Схема соединений щита адресным способом и схема внешних соединений щита.
6. Таблицы «Технические данные аппаратов» и «Перечень надписей».
7. Выводы по результатам проделанной работы.

### **Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе**

1. Какова цель разработки общего вида щита и составления задания на его изготовление?
2. Порядок разработки общего вида щита.
3. Какие документы входят в задание на изготовление щита?
4. Что является основанием для разработки общего вида щита?
5. Определение полезной площади щита для установки аппаратов.
6. Определение монтажной зоны аппаратов щита.
7. Назначение схемы соединений щита.
8. Какие способы построения схемы соединений щита существуют?
9. Суть построения схемы соединений щита адресным способом.
10. Монтажные символы аппаратов.
11. Способ выполнения схем внешних соединений; их назначение.
12. Схемы подключения, их назначение.

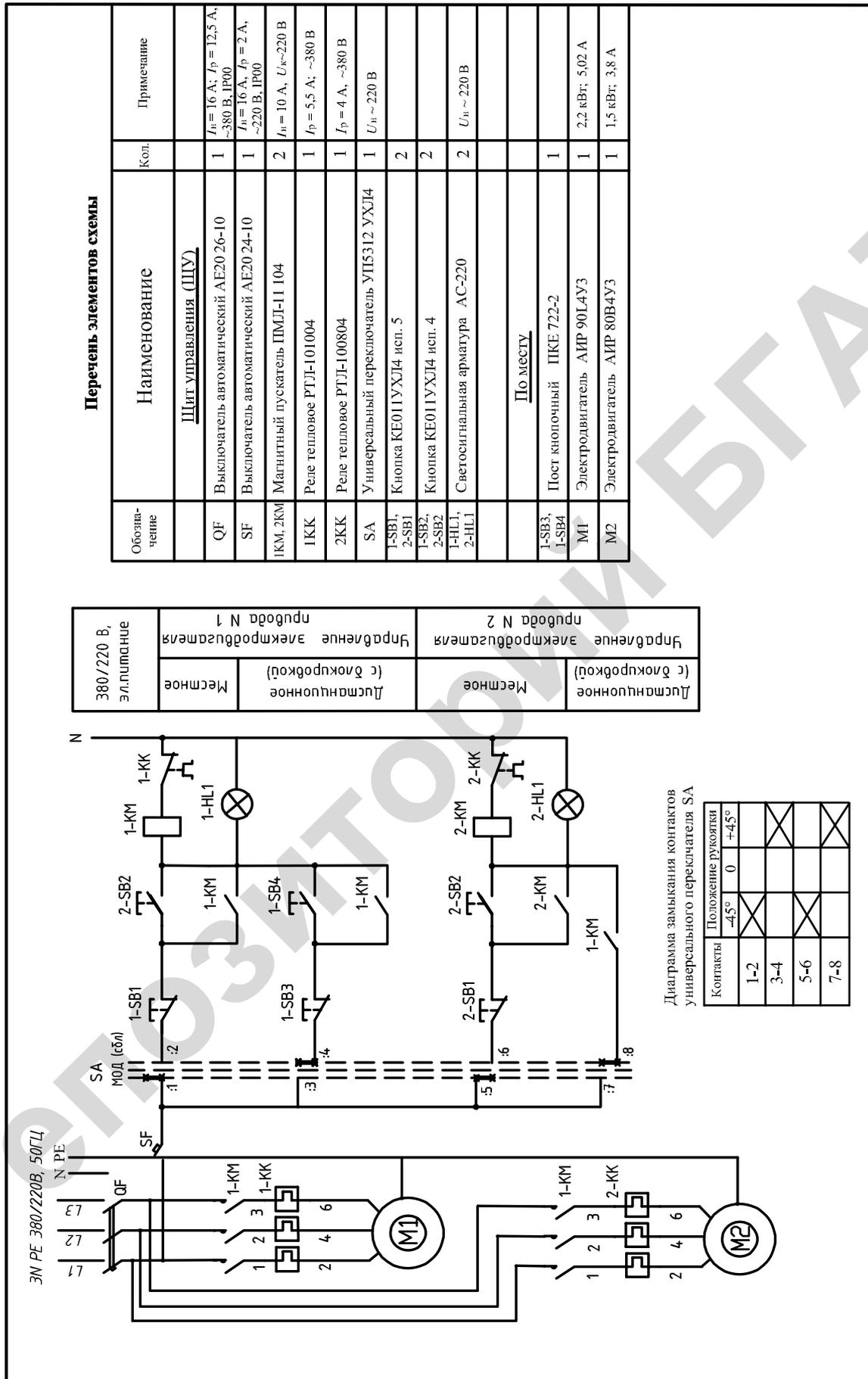


Рис. 7.15. Индивидуальное задание

## Лабораторная работа № 8 ЗАПОЛНЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ. РАЗРАБОТКА ЛИСТА «ОБЩИЕ ДАННЫЕ»

### Цель работы

Изучить форму спецификаций и ее заполнение. Изучить табличные и текстовые материалы, включаемые в лист «Общие данные», согласно ГОСТ 21.613-88.

### Задачи работы

1. Ознакомиться с оборудованием и материалами, включаемыми в спецификацию, по каталогам фирм-производителей.
2. Подсчитать объемы материалов и оборудования (использовать результаты лабораторной работы № 4). Заполнить результаты по образцу (рис. 8.2) на компьютере.
3. Ознакомиться с таблицами и текстовым материалом, включаемыми в лист «Общие данные» по образцу (рис. 8.1).
4. Запроектировать лист «Общие данные» на компьютере.

### Общие сведения

Спецификации выполняются в соответствии с ГОСТ 21.110-95 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования изделий и материалов».

Составление спецификаций является завершающей стадией при проектировании того или иного раздела проекта. Спецификацию оборудования, изделий и материалов составляют по основе рабочих чертежей проекта. В каждом основном комплекте рабочих чертежей любого раздела проекта прилагаются спецификации. Спецификации составляются по форме, в соответствии с ГОСТ 21.110-95. В спецификации выделяют разделы: «поставка заказчика» (оборудование и материалы), «поставка подрядчика» (изделия и монтажные материалы). Спецификации выполняются на листе формата А3.

В раздел «Оборудование и материалы, поставляемые заказчиком» электротехнической части проекта включают: оборудование (распределительные устройства, силовые шкафы, магнитные пускатели, автоматические выключатели, силовые трансформаторы, низковольтные шкафы трансформаторных подстанций, кнопки, кабели, провода и т. д.), т. е. оборудование, которое запроектировано в данном комплекте чертежей.

В раздел «Изделия и материалы, поставляемые подрядчиком» включают электромонтажные изделия и материалы, предназначенные для монтажа оборудования, прокладки проводов и кабелей. Это лотки, трубы, ящики силовые, опоры, линейная арматура, металл (уголки, сталь и т. п.).

*Графы спецификации* заполняются в следующем порядке.

Графа 1 «Позиция» – проставляют позицию оборудования, которая соответствует обозначению на схемах принципиальных и на плане расположения оборудования и прокладки кабеля.

Графа 2 «Наименование и техническая характеристика» – приводят наименование оборудования и его технические характеристики (напряжение, ток, тип устанавливаемых аппаратов в силовых шкафах, уставки аппаратов защиты, степень защиты оболочки и климатическое исполнение оборудования и другие данные, необходимые для заказа и покупки данного оборудования).

*Например:* Пускатель магнитный  $U_n = 380$  В,  $U_k = 220$  В, степень защиты IP54, с тепловым реле РТЛ1004, пределы регулирования 0,38–0,65 А, в комплекте с приставкой ПКЛ2204.

Графа 3 «Тип, марка, обозначение документа, опросного листа» – записывают тип оборудования, марку, технические условия (ТУ) или ГОСТ на оборудование, изделие, номер опросного листа, если изделие изготавливается индивидуально, приводят марку чертежа или ссылку по «типу оборудования» с указанием типа данного оборудования.

Графа 4 «Код оборудования, изделия, материала» – код по классификатору сейчас не заполняют.

Графа 5 «Завод-изготовитель» – указывают изготовителя данного оборудования, можно указать его адрес.

Графа 6 «Единица измерения» – наименование единицы измерения (шт., м, м<sup>3</sup>, кг, т, км).

Графа 7 «Количество» – общее количество по проекту оборудования и материалов.

Графа 8 «Масса единицы, кг» – указывают вес (кг) 1 п.м. (металлических труб, металлических конструкций).

Графа 9 «Примечание» – заполняют, если есть какие-то специальные дополнения, указания.

### **Разработка листа «Общие данные»**

Лист «Общие данные» выполняется в соответствии с ГОСТ 21.110-93 «Основные требования к рабочей документации».

Лист «Общие данные» является первым листом комплекта рабочих чертежей проекта. Данный лист содержит следующие данные по рабочим чертежам:

- ведомость основных комплектов рабочих чертежей;
- ведомость чертежей основного комплекта;
- ведомость ссылочных и прилагаемых документов;
- условные обозначения;
- общие указания;
- основные показатели проекта.

«Ведомость основных комплектов рабочих чертежей» по электрической части проекта включает комплекты, которые разработаны в данной части.

В графе «Обозначение» записывают номер комплекта и марку основных комплектов рабочих чертежей

В графе «Наименование» записывают название комплекта рабочих чертежей.

*Марки основных комплектов чертежей:*

- ЭМ – Электрооборудование силовое;
- ЭО – Электроосвещение внутреннее;
- ЭН – Электроосвещение наружное;
- ЭС – Сети внутриплощадочные;
- ЭП – Электроснабжение. Подстанции;
- ЭК – Линии электропередач кабельные;
- А – Автоматизация;
- ЭГ – Молниезащита и заземление.

«Ведомость чертежей основного комплекта» включает общие данные по рабочим чертежам, чертежи и схемы, предусмотренные соответствующими стандартами СПДС.

Основной комплект рабочих чертежей любой марки может быть разделен на несколько основных комплектов той же марки по любому признаку с добавлением к ней порядкового номера.

«Ведомость ссылочных и прилагаемых документов» составляют по разделам:

- ссылочные документы;
- прилагаемые документы.

В раздел «Ссылочные документы» включают следующие документы, на которые приведены ссылки в рабочих чертежах:

- типовые конструкции изделий и узлов с указанием наименования и обозначения серии, выпусков;
- стандарты, в состав которых включены чертежи для изготовления изделий, с указанием их наименования и обозначения.

В раздел «Прилагаемые документы» включают документы, разработанные в дополнение к рабочим чертежам основного комплекта.

Прилагаемыми документами являются:

- спецификация оборудования;
- опросные листы на оборудование;
- ведомость потребности в материалах;
- другая документация, предусмотренная соответствующими стандартами.

**Условные обозначения** – это обозначения, не установленные государственными стандартами и значения которых не указаны на других листах основного комплекта рабочих чертежей.

**Общие указания** содержат:

основание для разработки рабочих чертежей;

запись о том, что технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям действующих норм и правил и обеспечивают безопасность людей при эксплуатации объекта; другие необходимые указания.

В общих указаниях не следует повторять технические требования, помещенные на других листах основного комплекта рабочих чертежей и давать описания принятых в рабочих чертежах технических решений.

Пример оформления спецификаций и листа «Общие данные» представлены на рис. 8.1, 8.2.

#### **Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы**

По теоретическому материалу, приведенному в настоящей главе, рекомендуемой литературе, ГОСТ 21.110-95 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификаций оборудования, изделий и материалов», ГОСТ 21.613-88 «Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи», ГОСТ 21.110-93 «Основные требования к рабочей документации» изучить составление спецификаций, состав, содержание и порядок разработки проекта силового оборудования.

В соответствии с требованиями нижеприведенного раздела «Содержание отчета» подготовить форму для отчета по лабораторной работе в соответствии с изученным теоретическим материалом, привести в ней краткие сведения о цели и задачах занятия, назначении спецификаций и листа «Общие данные».

#### **Методические указания по выполнению работы**

1. По теоретическому материалу и рекомендуемой литературе, ГОСТ 21.613-95 ознакомится с формой спецификаций. Используя результаты лабораторных работ № 1 и № 4, каталоги на оборудование и материалы фирм производителей, заполнить на компьютере графы листа «Спецификация оборудования изделий и материалов».

2. По теоретическому материалу и рекомендуемой литературе, ГОСТ 21.613-88, ГОСТ 21.110-93 разработать лист «Общие данные» на компьютере.

При разработке листа «Общие данные» *заполнить*:

«Ведомость основных комплектов рабочих чертежей». Перечислить все комплекты, которые разработаны в вашем проекте;

«Ведомость чертежей основного комплекта ЭМ». Перечислить все чертежи, входящие в состав данного комплекта;

«Ведомость ссылочных и прилагаемых документов». Перечислить ссылочные документы – типовые проекты; прилагаемые – спецификации оборудования, изделий и материалов, опросные листы, общие виды щитов (НКУ);

«Условные обозначения» – ввести обозначения, не предусмотренные ГОСТ, если таковые имеются в проекте;

«Общие указания» – перечислить основные решения, принятые в проекте, указать нормативные документы по монтажу и требованиям безопасности, итоговые данные по расчету электрических нагрузок.

#### **Содержание отчета**

1. Название, цель и задачи работы.

2. Краткие сведения о назначении спецификаций.

3. Результаты работы представить на форматах А3: лист 1 «Спецификация оборудования» и лист 2 «Общие данные».

#### **Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе**

1. Назначение спецификаций.

2. На основе каких чертежей составляются спецификации?

3. Какие разделы содержат спецификации?

4. Что записывают в графе «Позиция»?

5. На каком формате выполняются спецификации?

6. В каком стандарте определен состав, содержание и порядок разработки проекта силового оборудования?

7. Какие чертежи включают в ведомость чертежей основного комплекта на листе «Общие данные»?

9. Что включают в ссылочные и в прилагаемые документы?

## ОБРАЗЕЦ ЛИСТА "ОБЩИЕ ДАННЫЕ"

Ведомость основных комплектов рабочих чертежей

Обозначение	Наименование	Примечание
02.68.XXX-ЭМ	Силовое электрооборудование	
02.68.XXX-ЭМ1	Щит управления	
6000	9500	3000

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта ЭМ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Схема принципиальная питающей и распределительной сетей ~ 380/220 В	
3	План расположения электрооборудования и электропроводок	
1500	14000	3000

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	Ссылочные документы	
A10-93	Заземление и зануление электроустановок.	
A26-94	Прокладка кабелей и проводов на лотках типа НЛ.	
	Прилагаемые документы	
02.68.XXX-ЭМ.С	Спецификация оборудования, изделий и материалов, (на х листах)	
6000	9500	3000

Условные обозначения, не установленные государственными стандартами

Общие указания

1. Напряжение сети принято ~380/220 В.
2. Система заземления TN-C-S. В качестве ГЗШ принята шина РЕ вводного устройства (ВРУ).
3. Проход кабелей сквозь стены выполнить в отрезках стальных труб с уплотнением составом УСП-65.
4. Заземление выполнить согласно ПУЭ и ГОСТ 30331.95 "Электроустановки зданий".

Основные показатели

Расчетная нагрузка, кВт	Установленная мощность, кВт				Кэф-фици-ент мощ-ности	Годовой расход электро-энергии (кВт·ч)
	в том числе		в том числе по группам электроприемников			
	по категориям	по группам электроприемников	Всего	электро-тепловые		
Всего	1	2	Всего	электро-тепловые		
2000	1500	1500	1750	1500	1500	2500
1500	1500	1750	2000	1500	1000	
5000						18500

02.68.XXX.14-ЭМ

Изм. Код	Лист	Итого	Листов
Разраб.		С	1
Руковод.		Общие данные	
		БГАТУ	

Формат А3

Рис. 8.1. Образец листа «Общие данные»



## Лабораторная работа № 9

### РАЗРАБОТКА ПЛАНА ВНУТРИПЛОЩАДОЧНЫХ СЕТЕЙ

#### Цель работы

Изучить основные принципы разработки планов внутриплощадочных сетей.

#### Задачи работы

1. Освоить методику построения планов внутриплощадочных сетей.
2. Выполнить план внутриплощадочных сетей, привести условные графические обозначения, заполнить кабельный журнал.

#### Общие сведения

При проектировании внутриплощадочных сетей выполняется чертеж генерального плана объекта. Генплан объекта выполняется на топографической съемке в масштабе 1:500 (1:1000) с нанесением существующих и проектируемых зданий, сооружений, подъездных дорог, зеленых зон, инженерных коммуникаций и электрических сетей. Электрические внутриплощадочные сети могут быть кабельными или воздушными.

Правила прокладки кабельных и воздушных линий (ВЛ) регламентируются ПУЭ и распространяются на линии кабельные до 220 В и ВЛ напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ [1].

Согласно ПУЭ *кабельной линией* называется линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслonaполненных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла.

#### Общие требования при проектировании кабельных линий

1. Проектирование кабельных линий должно производиться на основе технико-экономических расчетов с учетом развития сети, ответственности и назначения сети, характера трассы, способа прокладки, конструкции кабелей и т. п.

2. При выборе трассы кабельной линии следует, по возможности, избегать участков с грунтами, агрессивными по отношению к металлическим оболочкам кабелей.

3. Над подземными кабельными линиями в соответствии с действующими правилами охраны электрических сетей должны устанавливаться охранные зоны в размере площадки над кабелями:

для кабельных линий выше 1 кВ – по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей;

для кабельных линий до 1 кВ – по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей, а при прохождении линии в городах под тротуарами – на 0,6 м в сторону зданий и на 1 м в сторону проезжей части улицы.

4. Трасса кабельной линии должна выбираться с учетом наименьшего расхода кабеля, обеспечения его сохранности при механических воздействиях, обеспечения защиты от коррозии, вибрации, перегрева и от повреждений соседних кабелей электрической дугой при возникновении короткого замыкания на одном из кабелей.

При размещении кабелей следует избегать перекрещивания их между собой, с трубопроводами и пр.

5. Кабельные линии должны выполняться так, чтобы было исключено возникновение в них опасных механических напряжений и повреждений, для чего:

кабели должны быть уложены с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены;

кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам и т. п. должны быть жестко закреплены в конечных точках, у соединительных и стопорных муфт, с обеих сторон изгибов;

кабели, расположенные в местах, где возможны механические повреждения, должны быть защищены по высоте на 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле;

открытая прокладка кабельных линий должна производиться с учетом непосредственного воздействия солнечного излучения.

### **Выбор способов прокладки**

При выборе способов прокладки силовых кабелей необходимо руководствоваться следующим.

1. При прокладке кабелей в земле рекомендуется в одной траншее прокладывать не более шести кабелей. При большем количестве кабелей рекомендуется прокладывать их в отдельных траншеях с расстоянием между группами кабелей не менее 0,5 м или в каналах, туннелях, по эстакадам (при количестве кабелей, идущих в одном направлении, более 20).

2. Прокладка кабелей в блоках применяется в местах пересечений с железнодорожными путями и проездами.

3. На территориях промышленных предприятий кабельные линии должны прокладываться в земле (в траншеях, туннелях, блоках, по эстакадам и по стенам зданий).

4. В городах и поселках одиночные кабельные линии следует, как правило, прокладывать в земле (в траншеях) по непроезжей части улиц (под тротуарами), по дворам и техническим полосам в виде газонов.

### **Выбор кабелей**

Для кабельных линий, прокладываемых в земле или воде, должны применяться преимущественно бронированные кабели.

Кабели с другими конструкциями внешних защитных покрытий (небронированные) должны обладать необходимой стойкостью к механическим воздействиям при прокладке во всех видах грунтов, при протяжке в блоках и трубах.

При смешанной прокладке (земля – кабельное сооружение или производственное помещение) рекомендуется применение тех же марок кабелей, что и для прокладки в земле, но без горючих наружных защитных покрытий.

Для открытой прокладки не допускается применять кабели с горючей полиэтиленовой изоляцией.

### **Прокладка кабельных линий в земле**

1. При прокладке кабельных линий в земле кабели должны прокладываться в траншеях и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем мелкой земли.

Кабели на всем протяжении должны быть защищены от механических повреждений путем покрытия глиняным обыкновенным кирпичом в один слой поперек трассы кабелей.

Кабели до 1 кВ должны иметь такую защиту лишь на участках, где вероятны механические повреждения (например, в местах частых раскопок).

2. Глубина заложения кабельных линий от планировочной отметки должна быть не менее 0,7 м; при пересечении улиц и площадей – 1 м.

3. Расстояние в свету от кабеля, проложенного непосредственно в земле, до фундаментов зданий и сооружений должно быть не менее 0,6 м.

Прокладка кабелей непосредственно в земле под фундаментами зданий и сооружений не допускается.

4. При параллельной прокладке кабельных линий расстояние по горизонтали между кабелями должно быть не менее:

100 мм между силовыми кабелями;

500 мм между кабелями, эксплуатируемыми различными организациями.

5. При прокладке кабельных линий в зоне насаждений расстояние от кабелей до стволов деревьев должно быть не менее 2 м.

6. При параллельной прокладке расстояние от кабельных линий до трубопроводов, водопровода, канализации должно быть не менее 1 м, газопроводов – не менее 1 м, до теплопроводов – 2 м.

*Параллельная прокладка кабелей над и под трубопроводами – не допускается.*

7. При прокладке кабельной линии параллельно с железными дорогами кабели должны прокладываться, как правило, вне зоны отчуждения.

Расстояние от кабеля до оси пути железной дороги должно быть не менее 3,25 м, а для электрифицированной дороги – не менее 10,75 м.

8. При прокладке кабельной линии параллельно с автомобильной дорогой кабели должны прокладываться на расстоянии не менее 1 м от борвки или не менее 1,5 м от бордюрного камня.

9. При пересечении кабельными линиями других кабелей они должны быть разделены слоем земли толщиной не менее 0,5 м.

Согласно ПУЭ *воздушной линией* электропередачи до 1 кВ называется устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам, стойкам на зданиях и инженерных сооружений (мостах, путепроводах и т. п.).

ВЛ электропередачи должны размещаться так, чтобы опоры не загромождали входы в здания и въезды во дворы и не затрудняли движения транспорта и пешеходов. В местах, где имеется опасность наезда транспорта, опоры должны быть защищены от наезда (например, отбойными тумбами).

Климатические условия для расчета ВЛ должны приниматься в соответствии с картами климатического районирования и региональными картами по скоростному напору ветра и толщине стенки гололеда.

Для ВЛ могут применяться одно- и многопроволочные провода, расчет которых на прочность должен производиться для следующих условий: при наибольшей внешней нагрузке, при низшей температуре и отсутствии внешних нагрузок.

Для выполнения ВЛ могут применяться следующие типы опор: опоры промежуточные, анкерные, угловые, концевые, ответвительные, перекрестные.

В настоящее время ВЛ напряжением 0,4 кВ (ВЛИ) рекомендуется выполнять самонесущими изолированными проводами.

**Самонесущими изолированными (СИИ)** называются многожильные провода для ВЛ электропередачи, содержащие изолированные жилы и несущий элемент, предназначенный для крепления или подвески провода.

Пример оформления плана внутриплощадочных сетей представлен на рис. 9.1.

#### **Задание на самостоятельную подготовку к выполнению работы:**

по теоретическому материалу, приведенному в данной работе, изучить требования нормативных материалов по прокладке кабелей на планах внутриплощадочных сетей;

в соответствии с требованиями ниже приведенного подраздела «Содержание отчета» подготовить отчет по лабораторной работе в соответствии с изученным теоретическим материалом, привести в нем краткие сведения о цели и задачах занятия, выполнить план внутриплощадочных сетей, заполнить кабельный журнал.

#### **Методические указания по выполнению работы**

1. По приведенному теоретическому материалу изучить требования по прокладке кабелей на планах внутриплощадочных сетей:

начертить план внутриплощадочных сетей по заданию;

заполнить кабельный журнал (рис. 9.2);

привести примененные условные графические обозначения (рис. 9.3).

2. Оформить отчет и подготовить его к защите.

#### **Содержание отчета**

1. Назначение, цель и задачи работы.

2. Краткие сведения о требованиях к прокладке кабелей внутриплощадочных сетей.

3. План внутриплощадочных сетей, кабельный журнал.

4. Выводы по результатам проделанной работы.

#### **Вопросы для подготовки к защите отчета по лабораторной работе**

1. Что называется кабельной линией?

2. Каковы общие требования к проектированию кабельных линий?

3. Какие марки кабелей применяются для прокладки кабельных линий?

4. Как прокладываются кабельные линии в земле?

5. Как выполняются воздушные линии, какие типы проводов применяются для выполнения ВЛ?

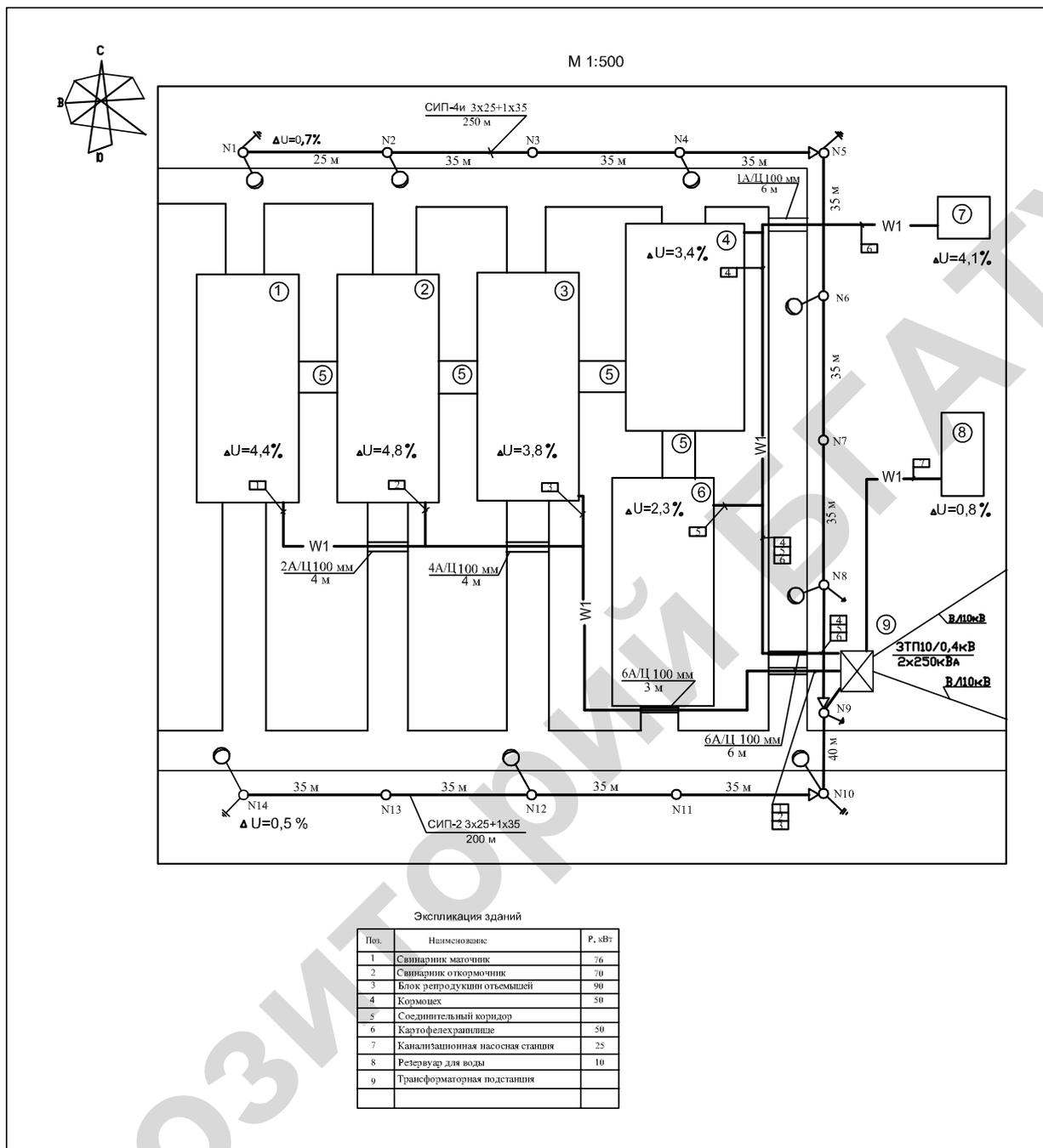


Рис. 9.1. Образец листа «План внутриплощадочных сетей»

## Кабельный журнал

№ ка-бе-ля	Направление кабеля			Напря-жение, В	Марка	Сечение и число жил	Прокладка кабеля						
	Откуда	№ по пл.	Куда				№ по пл.	В грубе		В тран-шее, не-посредств., м	В зда-нии, м	По опоре, м	Всего, м
								Длина, м	Диаметр, мм				
1	Трансформаторная подстанция	11	Свинарник-маточник	1	АВБбШв	2(4x50)	2(25)	100	170	10	-	180	
2	Трансформаторная подстанция	11	Свинарник-откормочник	2	АВБбШв	2(4x50)	2(20)	100	140	10	-	150	
3	Трансформаторная подстанция	11	Блок репродукции отъемшей	3	АВБбШв	2(4x70)	2(15)	100	123,5	1,5	-	130	
4	Трансформаторная подстанция	11	Кормоцех	4	АВБбШв	2(4x50)	2(5)	100	140	10	-	150	
5	Трансформаторная подстанция	11	Картофелехранилище	6	АВБбШв	2(4x50)	2(10)	100	90	10	-	100	
6	Трансформаторная подстанция	11	Канализационная насосная станция	7	АВБбШв	2(4x25)	2(10)	100	175	5	-	180	
7	Трансформаторная подстанция	11	Резервуар для воды	8	АВБбШв	4x25	-	-	58,5	1,5	-	60	
10	40	10	40	10	30	3,5	15	15	20	10	15	20	

Рис. 9.2. Образец оформления кабельного журнала

### Условные графические обозначения



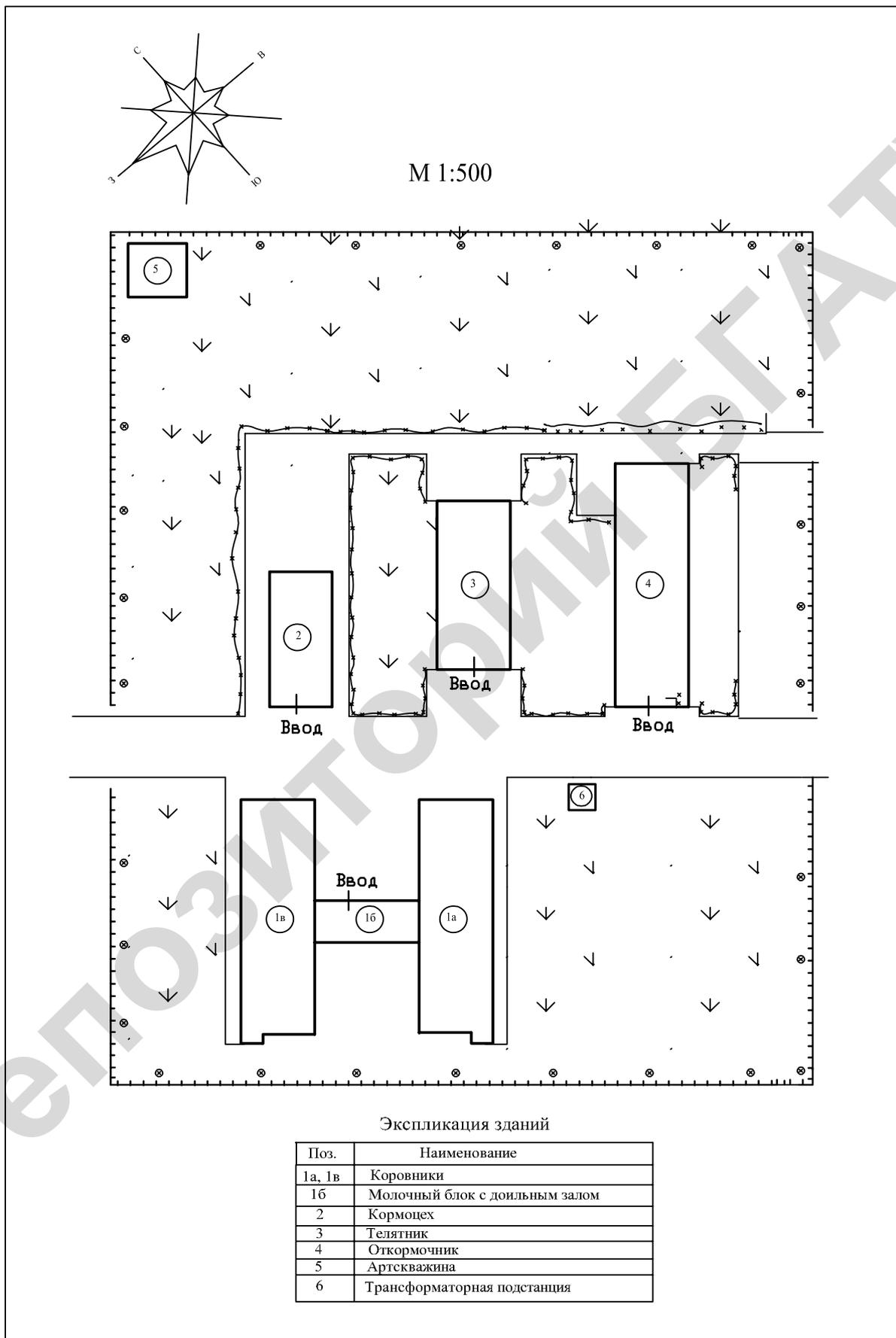
### Ведомость опор

№ п/п	Тип опор	Номер опоры по генплану	К-во
1	Промежуточная П41-1	2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13	10
2	Угловая УП41-1	5, 10	2
3	Концевая К41-1	1, 14	2

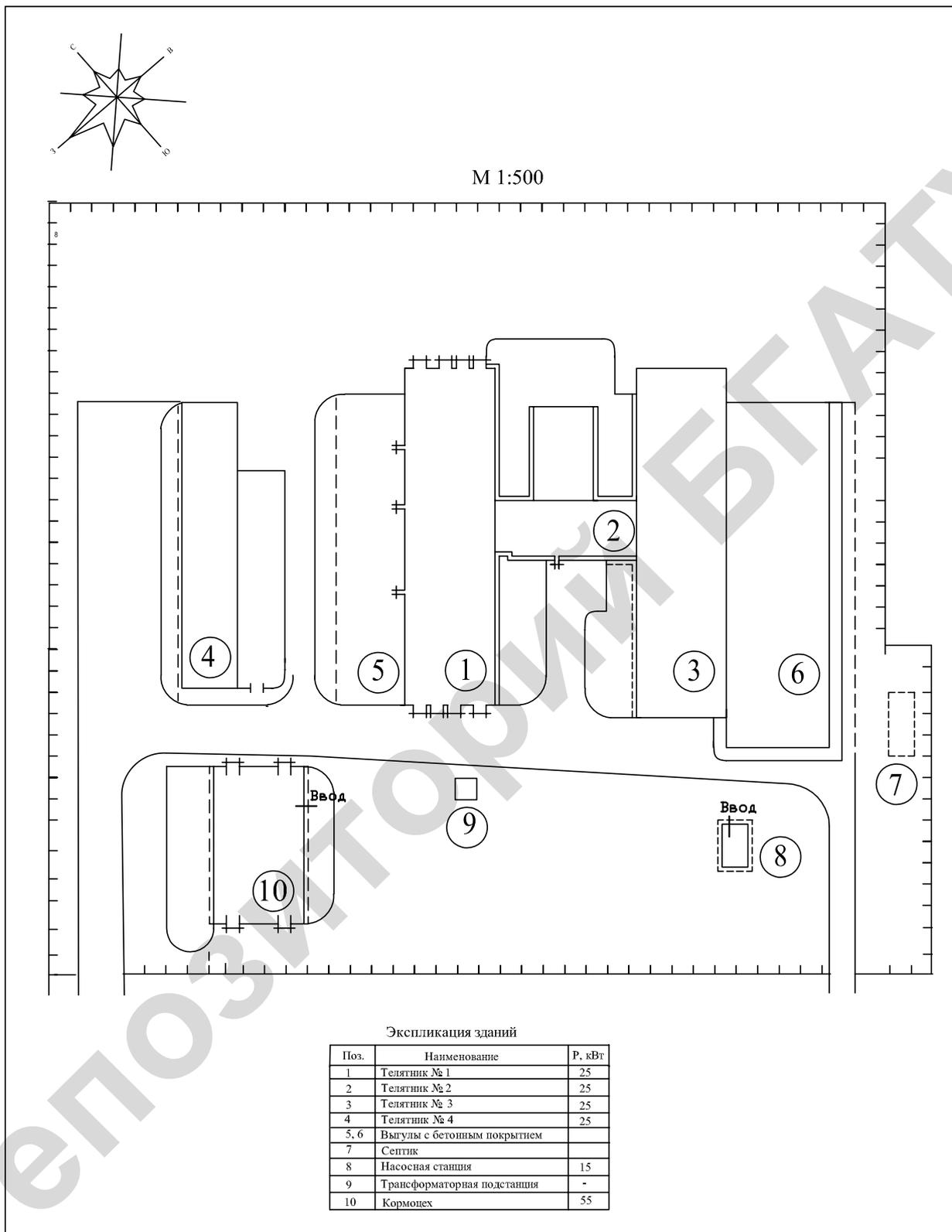
Рис. 9.3. Образец оформления ведомости опор и условные графические обозначения

# Варианты индивидуальных заданий

## Задание 1



Задание 2



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок. – 6 изд., перераб. и доп. – Минск : Дизайн ПРО, 2007. – 720 с.
2. ТКП 45-4.04-149-2009. Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования : технический кодекс установившейся практики. – Введ. 15.09.09. – Минск : Минстройархитектуры РБ, 2009. – 24 с.
3. ТКП 45-3.02-141-2009. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения. Строительные нормы проектирования. – Введ. 01.01.2010. – Минск : НПП РУП «Стройтехнорм», 2010. – 16 с.
4. ТКП 121-2008. Пожарная безопасность и аппараты защиты внутри зданий. Правила устройства и монтажа. – Введ. 05.01.2008. – Минск : НПП РУП «Стройтехнорм», 2010. – 13 с.
5. ТКП 339-2011 (02230). Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний. – Введ. 01.12.2011. – Минск : филиал «Информационно-издательский центр» ОАО «Экономэнерг», 2011. – 593 с.
6. ТКП 385-2012. Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения 0,4-10 кВ сельскохозяйственного назначения. – Введ. 10.07.2012. – Минск : РУП «Белэнергосетьпроект», 2012. – 88 с.
7. СНБ 01. 03. 02-06. Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве : строительные нормы. – Утверждены 04.10.96. – Минск : Минстройархитектуры РБ, 1996. – 24 с.
8. ГОСТ 21.613-88. Межгосударственный стандарт. СПДС. Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи, переиздание, 2002. – Введ. 1.07.88. – Минск : НПП РУП «Стройтехнорм», 2012. – 16 с.
9. ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – Введ. 31.03.81. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1981. – 13 с.
10. ГОСТ 2.755-87. ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. – Введ. 01.01.88. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 21 с.
11. ГОСТ 21.614-88. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах. – Введ. 01.07.88. – Москва : Государственный строит. Комитет СССР, 1988. – 17 с.
12. Защита электрических цепей : учеб.-метод. пособие / сост.: В. В.Гурин, Е. В.Бабаева, А. С. Дробышев. – Минск : БГАТУ, 2008. – 242 с.
13. Карякин, Р. И. Заземляющие устройства электроустановок : справочное пособие / Р. И. Карякин. – Москва : ЗАО Энергосервис, 2002. – 376 с.
14. ГОСТ 30331.1..5.95. Электроустановки зданий. – Введ. 01.06.1999. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999.
15. Проектирование электроустановок. Принципиальные схемы питающей и распределительной сети : учебно-метод. пособие к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства / сост.: Е. И. Лицкевич, П. В. Кардашов. – Минск : БГАТУ, 2008. – 53 с.

16. Проектирование электрооборудования : учебно-метод. пособие к практическим занятиям для студентов специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства / сост.: Е. И. Лицкевич, П. В. Кардашов. – Минск : БГАТУ, 2007. – 48 с.
17. Занберов, А. К. Сборник задач к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование систем электрообеспечения» для специальности С.03.02.00 / А. К. Занберов. – Минск : БГАТУ, 2002. – 135 с.
18. Проектирование электрооборудования : метод. указания к курсовому проекту для студентов специальности 1-74 06 05 / сост.: А. К.Занберов, Е. И.Лицкевич, А. Г. Мамчиц. – Минск : БГАТУ, 2005. – 135 с.
19. Занберов, А. К. Практикум по дисциплине «Основы проектирования энергооборудования» для специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства : практикум . В 2 ч.Ч. 1 / А. К. Занберов. – Минск : БГАТУ, 2004. – 62 с.
20. Занберов, А. К. Практикум по дисциплине «Основы проектирования энергооборудования» для специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства : практикум . В 2 ч.Ч. 1 / А. К. Занберов. – Минск : БГАТУ, 2004. – 82 с.
21. ГОСТ 21.110-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования изделий и материалов. – Введ. 01.06.95. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 6 с.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

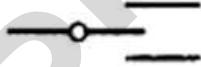
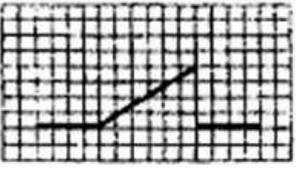
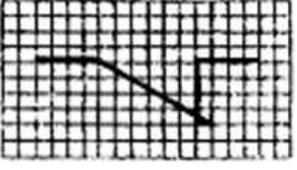
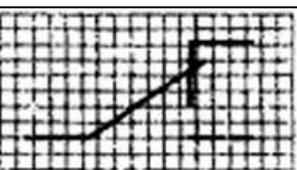
---

Репозиторий БГАТУ

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ  
И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

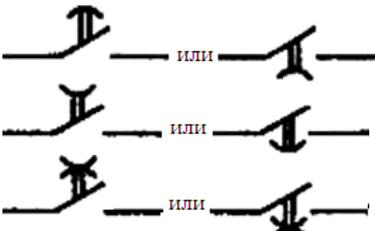
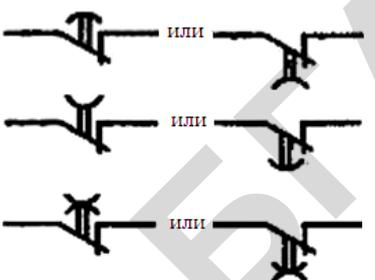
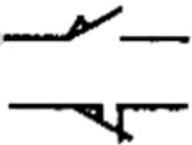
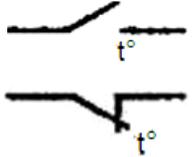
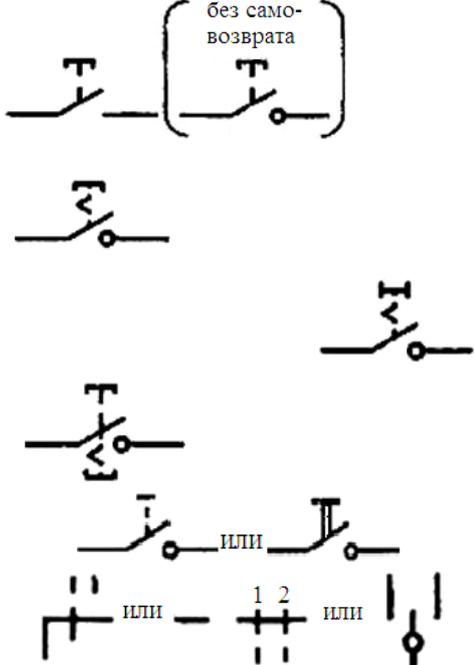
Таблица П.1.1

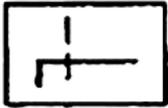
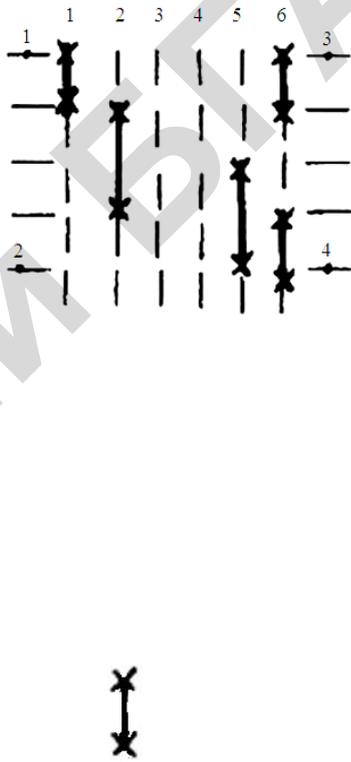
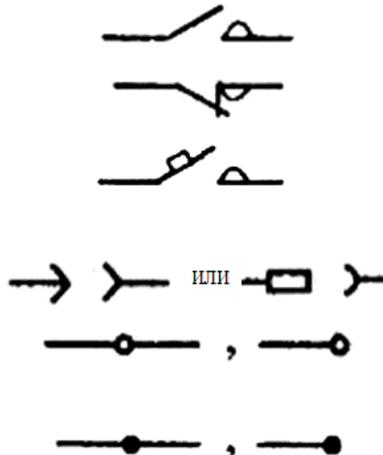
Устройства коммутационные и контактные соединения (по ГОСТ 2.755-87)

Наименование	Обозначение
Контакт замыкающий	
Контакт размыкающий	
Контакт переключающий	
Контакт, переключающий с нейтральным центральным положением	
<p>Квалифицирующие символы на контакт деталях для пояснения принципа работы коммутационных устройств (изображают при необходимости)</p> <p>1 Функция контактора 2 Функция выключателя 3 Функция разъединителя 4 Функция выключателя-разъединителя 5 Автоматическое срабатывание 6 Функция путевого или концевого выключателя 7 Самовозврат 8 Отсутствие самовозврата 9 Дугогашение</p> <p><i>Примечание.</i> Обозначения 5 и 6 помещают на подвижных контакт-деталях, остальные – на неподвижных</p>	
<p>Размеры основных УГО (приведены в модульной сетке для определения соотношений между контакт-детальями)</p> <p>Замыкающий контакт</p>	
Размыкающий контакт	
Переключающий контакт	

## Примеры построения УГО

Наименование	Обозначение
<p>Контакт коммутационного устройства:</p> <p>1) переключающий без размыкания цепи</p> <p>2) с двойным замыканием</p> <p>3) с двойным размыканием</p>	
<p>Контакт импульсный:</p> <p>1) при срабатывании</p> <p>2) при возврате</p> <p>3) при срабатывании и возврате</p>	<p>Замыкающий      размыкающий</p>
<p>Контакт без самовозврата:</p> <p>1) замыкающий</p> <p>2) размыкающий</p>	<p>или</p>
<p>Контакт с самовозвратом:</p> <p>1) замыкающий</p> <p>2) размыкающий</p>	<p>или</p>
<p>Контакт переключающий с нейтральным центральным положением с самовозвратом из левого положения и без возврата из правого положения</p>	
<p>Контакт замыкающий выключателя:</p> <p>1) однополюсный</p> <p>2) трехполюсный</p>	
<p>Контакт замыкающий выключателя трехполюсного с автоматическим срабатыванием максимального тока</p>	
<p><i>Примечание.</i> При необходимости указания величины, при изменении которой происходит возврат, используют знаки:  максимального тока – <math>I &gt;</math>  минимального тока – <math>I &lt;</math>  обратного тока – <math>I \leftarrow</math>  максимального напряжения – <math>U &gt;</math>  минимального напряжения – <math>U &lt;</math>  максимальной температуры – <math>T^\circ &gt;</math></p>	

Наименование	Обозначение
<p>Контакт замыкающий с замедлением, действующим:</p> <p>1) при срабатывании</p> <p>2) при возврате</p> <p>3) при срабатывании и возврате</p>	
<p>Контакт размыкающий с замедлением, действующим:</p> <p>1) при срабатывании</p> <p>2) при возврате</p> <p>3) при срабатывании и возврате</p>	
<p>Контакт концевого выключателя:</p> <p>1) замыкающий</p> <p>2) размыкающий</p>	
<p>Контакт чувствительный к температуре:</p> <p>1) замыкающий</p> <p>2) размыкающий</p>	
<p>Контакт замыкающий нажимного кнопочного выключателя с размыканием и возвратом элемента управления:</p> <p>1) автоматически (без самовозврата/с возвратом элементов управления)</p> <p>2) посредством вторичного нажатия кнопки</p> <p>3) посредством вытягивания кнопки</p> <p>4) посредством отдельного привода (пример нажатия «кнопки-сброса»)</p> <p>Выключатель ручной без самовозврата</p> <p>Переключатель однополюсный двухпозиционный</p>	

Наименование	Обозначение
<p>Многопозиционные коммутационные устройства.</p> <p>Переключатели со сложной коммутацией изображают на схемах одним из следующих способов.</p> <p><i>Способ первый</i></p> <p>Переключатель изображают в виде символа в контуре, а на поле чертежа схемы помещают таблицу замыкания контактов</p>	
<p><i>Способ второй (рекомендуемый)</i></p> <p>В обозначении переключателя по второму способу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вертикальные штриховые линии обозначают положение рукоятки переключателя (в примере шесть положений);</li> <li>– цифры над штриховыми линиями – условное цифровое обозначение положений рукоятки переключателя, соответствующее поясняющим надписям, наносимым на изделие, например, «МЕСТ», «ДИСТ», «АВТ». Цифровое обозначение должно иметь соответствующее разъяснение на свободном поле чертежа схемы.</li> <li>– Вместо условных цифровых обозначений положений рукоятки над штриховыми линиями можно проставлять сами поясняющие надписи «МЕСТ», «АВТ» и т. п. или положение рукоятки обозначать в градусах: 0°, +45°, +90° и т. д.;</li> <li>– цифры над кружками на сплошных горизонтальных линиях (например, 4)</li> <li>– обозначение вывода контактов переключателя; утолщенная линия на штриховой линии означает позицию замыкания соответствующих контактов (здесь знаки «х» – символ функции выключателя)</li> </ul>	
<p>Контакт контактора:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) замыкающий</li> <li>2) размыкающий</li> <li>3) замыкающий с автоматическим срабатыванием</li> </ol> <p>Обозначения контактных соединений:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) разъемное соединение – штырь (гнездо)</li> <li>2) разборное соединение</li> <li>3) неразборное соединение</li> </ol>	

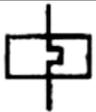
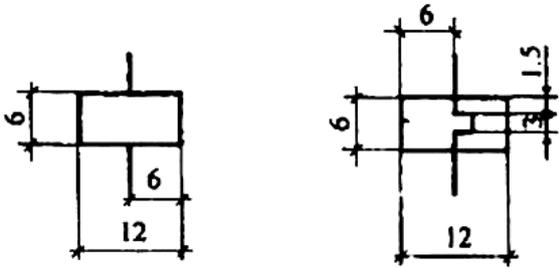
Наименование	Обозначение
<p><i>Примечание.</i> В практике в проектно-конструкторских организациях при выполнении принципиальных схем управления обозначение разборного соединения (винтовое присоединение проводов) зачастую ввиду неудобства выполнения кружка без заливки (особенно при вычерчивании схем «от руки») условно заменяют на обозначение кружком с заливкой (жирной точкой), что для принципиальных схем можно считать допустимым.</p> <p>4) соединение контактное разборное</p>	<p>однопроводное      четырехпроводное</p>

*Примечание.* Обозначения иных элементов – см. ГОСТ 2.755-87.

Таблица П.1.3

**Условные обозначения воспринимающих частей электромеханических устройств (по ГОСТ 2.756-76\*)**

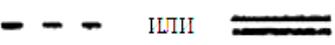
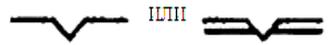
Наименование	Обозначение
<p>1. Катушка электромеханического устройства. Общее обозначение</p> <p><i>Примечание.</i> Выводы допускается изображать с одной стороны прямоугольника</p>	
<p>2. Катушка электромеханического устройства с одной обмоткой</p> <p><i>Примечание.</i> Знак \ внутри изображения катушки допускается не показывать, если нет необходимости подчеркивать, что катушка с одной обмоткой</p>	
<p>3. Катушка электромеханического устройства с указанием вида обмотки</p> <p>— обмотка тока</p> <p>— обмотка максимального тока</p> <p>— обмотка напряжения</p> <p>— обмотка минимального напряжения</p>	

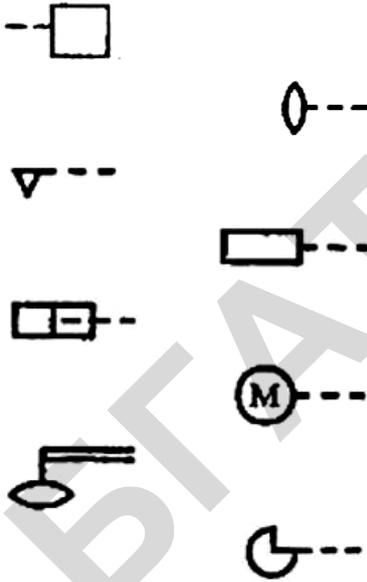
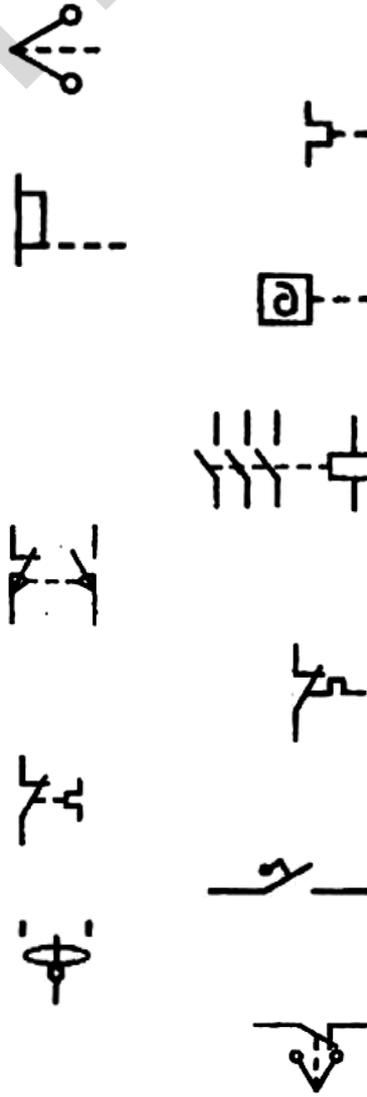
Наименование	Обозначение
4. Воспринимающая часть электротеплового реле	
Размеры изображений катушек электромеханических устройств	

## Приложение 2

**ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРИВОДОВ И СВЯЗЕЙ ОСНОВНЫХ  
НЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ**

Таблица П.2.1

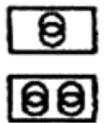
Наименование	Обозначение
1. Линия механической связи (при небольших расстояниях между элементами и составными частями допускается штриховую линию, которую использовать неудобно, заменять двумя сплошными параллельными линиями)	
2. Общее обозначение фиксирующего механизма (например, защелки)	
Приводы	
3. Общее обозначение (без конкретизации) <i>Примечание.</i> Показанное в скобках – см. пояснения к позиции (линия механической связи)	
4. Привод ручной, приводимый в движение:	
— нажатием	
— вытягиванием	
— поворотом кнопки	
— рычажный	
— ножной	

Наименование	Обозначение
<p align="center"><b>Приводы конкретные:</b></p> <p>1) общее обозначение</p> <p>2) мембранный</p> <p>3) струйный (поток, проток жидкости)</p> <p>4) электромагнитный</p> <p>5) пневматический или гидравлический</p> <p>6) электромашинный</p> <p>7) поплавковый</p> <p>8) кулачковый</p>	
<p>9) центробежный</p> <p>10) с помощью биметалла</p> <p>11) привод линейкой (рейкой)</p> <p>12) привод механической пружиной</p> <p>Примеры УГО контактов, совмещенных с приводом:</p> <p>1) выключатель электромагнитный (реле)</p> <p>2) выключатель концевой с двумя отдельными цепями</p> <p>3) выключатель термический саморегулирующий</p> <p><i>Примечание.</i> Следует делать различие в изображении контакта и контакта термореле, изображаемого следующим образом:</p> <p>4) выключатель инерционный</p> <p>5) переключатель ртутный трехконечный</p> <p>6) контакт центробежного устройства</p>	

**УСЛОВНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ И ПРОВОДОВ НА ПЛАНАХ**

Таблица П.3.1

Изображение электроприемников, электротехнических устройств

Номер	Наименование	Изображение	Размер, мм
1	Электродвигатель		Ø 5...6
2	Устройство электротехническое. Общее изображение		
3	Механизм (машина, агрегат) с многодвигательным электроприводом		
4	Устройство электронагревательное. Общее изображение		
5	Трансформатор малой мощности		Ø 3...4
6	Комплектное трансформаторное устройство – с одним трансформатором – с несколькими трансформаторами		
7	Установка конденсаторная комплектная		
8	Установка преобразовательная комплектная		
9	Батарея аккумуляторная		
10	Силовой трансформатор: – масляный, с расширительным баком – то же, без расширительного бака		

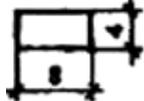
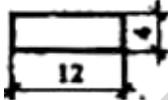
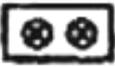
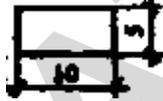
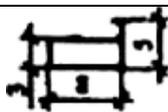
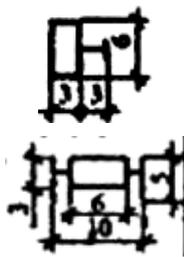
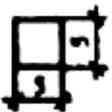
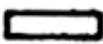
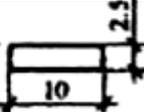
Изображение шкафов, щитов, пультов, ящиков с аппаратурой, щитков

Но-мер	Наименование	Изображение	Размер, мм
1	Шкаф, панель, щит, пульт, щиток одностороннего обслуживания, пост местного управления		
2	Шкаф, панель двустороннего обслуживания		
3	Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей: – одностороннего обслуживания <i>Пример. Щит из трех шкафов</i> – двустороннего обслуживания <i>Пример. Щит из четырех шкафов</i>	 	
4	Щит открытый <i>Пример. Щит из трех панелей</i>		
5	Ящик с аппаратурой		
6	Щиток магистральный рабочего освещения		
7	Щиток групповой рабочего освещения		– // –
8	Щиток групповой аварийного освещения		– // –
9	Щиток лабораторный		– // –
10	Коробка осветительная		
11	Коробка вводная		
12	Коробка протяжная, ящик протяжной		
13	Коробка, ящик с зажимами		

Таблица П.3.3

Изображение аппаратов управления, контроля, сигнализации

Но-мер	Наименование	Изображение	Размер, мм
1	Устройство пусковое для электродвигателей. Общее изображение		
2	Электромагнитный пускатель ( пускатель с кнопкой –  ) (пускатель с кнопкой и лампой –  )		
3	Автоматический выключатель		
4	Пост кнопочный: 4.1 на одну кнопку		

Но- мер	Наименование	Изображение	Размер, мм
	4.2 на две кнопки		
	4.3 на три кнопки		
	4.4 с двумя светящимися кнопками		
5	Переключатель управления		
6	Выключатель путевой		
7	Командоаппарат, командоконтроллер: — с ручным приводом — с ножным приводом		
8	Тормоз		
9	Звонок		
10	Сирена, гудок, ревун		
11	Табло сигнальное		
12	Светильник с лампой накаливания. Общее изображение		
13	Светильник с люминесцентными лампами		

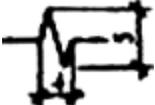
Изображение выключателей, переключателей и штепсельных розеток

Но- мер	Наименование	Изображение	Размер, мм
1	Выключатель, общее изображение		
2	Выключатель со степенью защиты от IP20 до IP23 для открытой установки / для скрытой установки  2.1 однополюсный  2.2 однополюсный сдвоенный  2.3 однополюсный строенный  2.4 двухполюсный  2.5 трехполюсный		
3	Выключатель со степенью защиты от IP44 до IP55 для открытой установки однополюсный / двухполюсный / трехполюсный		
4	Переключатели на два направления без нулевого положения. Степень защиты – от IP20 до IP23 / IP44 до IP55  4.1 однополюсный  4.2 двухполюсный  4.3 трехполюсный		
5	Штепсельные розетки со степенью защиты от IP20 до IP23 для открытой установки / для скрытой установки  5.1 двухполюсная  5.2 двухполюсная сдвоенная  5.3 двухполюсная с защитным контактом  5.4 трехполюсная с защитным контактом		

Но- мер	Наименование	Изображения	Размер, мм
6	Штепсельные розетки со степенью защиты от IP44 до IP55		
	6.1 двухполюсная		
	6.2 двухполюсная с защитным контактом		
	6.3 трехполюсная с защитным контактом		

Таблица П.3.5

## Изображение линий электропроводок и токопроводов

Но- мер	Наименование	Изображение	Размер, мм
1	Линия проводки. Общее изображение		Толщина 1 мм
2	Прокладка проводов и кабелей		
	1.1 Открытая прокладка одного проводника		
	2.2 Открытая прокладка нескольких проводников		
	2.3 Проводка в лотке		
	2.4 Проводка в коробе		
	2.5 Проводка под плинтусом		
	2.6 Проводка на тросе и его концевое крепление		
	2.7 Конец проводки кабеля		
3	Вертикальная проводка		
	3.1 Проводка уходит на более высокую отметку или приходит с более высокой отметки		
	3.2 Проводка уходит на более низкую отметку или приходит с более низкой отметки		
	3.3 Проводка пересекает отметку изображенную на плане сверху вниз или снизу вверх и не имеет горизонтальных участков в пределах данного плана		

Но-мер	Наименование	Изображения	Размер, мм
4	Проводка в трубах. Общее изображение		
	4.1 Проводка в трубе, прокладываемой открыто		
	4.2 Проводка в трубах, прокладываемых открыто		
	4.3 Проводка в трубе, прокладываемой под перекрытием		
	4.4 Проводка в трубе, прокладываемой скрыто (в бетоне, в грунте и т. п.) с указанием отметки заложения		
	4.5 Проводка в трубах, прокладываемых скрыто		
	4.6 Проводка в трубе, прокладываемой от отметки вверх		
	4.7 Проводка в трубе, прокладываемой от отметки вниз		
	4.8 Конец проводки в трубе		
	4.9 Проводка в патрубке через стену		
	4.10 То же, сквозь перекрытие		
	4.11 Разделительное уплотнение в трубах для взрывоопасных помещений		
4.12 Проводка гибкая для передвижных электроприемников			
5	Прокладка шин и шинопроводов		
	5.1 Общее изображение		Толщина 2 мм 
	5.2 Шины на изоляторах		
	5.3 Шины и шинопроводы на стойках		
5.4 Троллейная линия			

Примечание. Изображения иных элементов электропроводок (см. ГОСТ 21.614-88).

**СПОСОБЫ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ**

Таблица П.4.1

Выбор электропроводки (по материалам ГОСТ 30331.15-2001)

Провода и кабели		Способ монтажа							
		Без крепления	С непосредственным креплением	В трубах	В коробах	В специальных коробах	На лотках и кронштейнах	На изоляторах	На тросе (струне)
Неизолированные		-	-	-	-	-	-	+	-
Изолированные		-	-	+	+	+	-	+	-
Изолированные провода в защитной оболочке и кабели в оболочках	Многожильные	+	+	+	+	+	+	0	+
	Одножильные	0	+	+	+	+	+	0	+

Обозначения:

«+» – разрешается;

«-» – не разрешается;

«0» – не применяется или обычно в практике не используется.

*Примечание.* Специальный короб – это короб прямоугольного сечения, предназначенный для прокладки проводов и кабелей, не имеющий съемных или открывающихся крышек.

Таблица П.4.2

**Способы монтажа электропроводок в зданиях**

Место прокладки	Способ монтажа							
	Без крепления	С непосредственным креплением	В трубах	В коробах	В специальных коробах	На лотках и кронштейнах	На изоляторах	На тросе (или струне)
Открытая прокладка по строительным конструкциям	-	11	3	31,32, 71,72	4	12...16	18	-
В строительных конструкциях	52,53	51	1,2,5	33	24	0	-	-
В пустотах строительных конструкций	21,25 73,74	0	22,73, 74	-	23	12...16	-	-
В кабельных каналах	43	43	41,42	31,32	4, 23	12...16	-	-
В воздухе	-	-	0	34	-	12...16	18	17
В земле	62,63	0	61	-	61	0	-	-
В воде	81	81	0	-	0	0	-	-

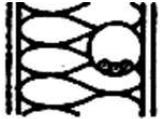
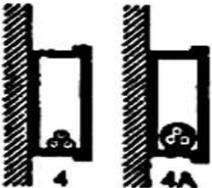
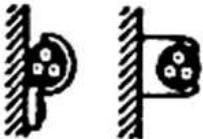
Обозначения:

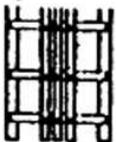
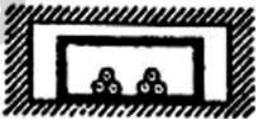
(-) – не разрешается;

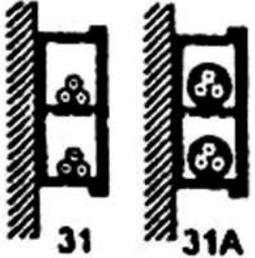
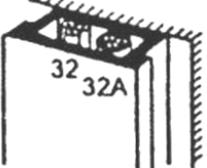
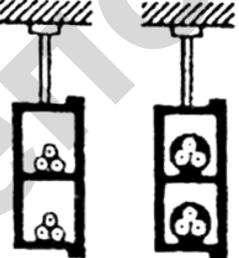
(0) – не применяется или обычно в прокладке не используется.

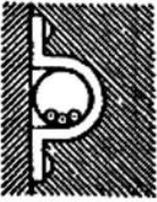
*Примечание.* Цифрами в таблице П.4.2 обозначены справочные номера иллюстраций, приведенных в таблице П.4.3.

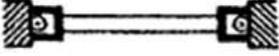
## Примеры монтажа электропроводок в зданиях

Пример	Описание	Справочный номер
	Изолированные провода в трубах, заделанных в стенах	1
	Многожильные кабели в трубах, заделанных в стенах	2
	Изолированные провода в открыто проложенных трубах	3
	Одно- или многожильные кабели в открыто проложенных трубах	3A
	Изолированные провода в специальных коробах на стенах	4
	Одно- или многожильные кабели в специальных коробах на стенах	4A
	Изолированные провода в трубах в кладке	5
	Одно- или многожильные кабели в трубах в кладке	5A
	Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке и/или бронированные кабели одно- или многожильные:  – на стене	11

Пример	Описание	Справочный номер
	– на потолке	11А
	– на неперфорированных лотках	12
	– на перфорированных лотках	13
	– на кронштейнах, закрепленных горизонтально или вертикально	14
	– на клицах	15
	– на лотках лестничного типа	16
	<i>Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке одно- или многожильные, подвешенные на тросе (струне) или имеющие несущий трос (струну)</i>	17
	Голые или изолированные провода на изоляторах	18
	<i>Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке одно- или многожильные в пустотах строительных конструкций</i>	21
	Изолированные провода в трубах в пустотах строительных конструкций	22
	Кабели одно- или многожильные в трубах в пустотах строительных конструкций	22А
	Изолированные провода в специальных коробах в пустотах строительных конструкций	23
	Кабели одно- или многожильные в специальных коробах в пустотах строительных конструкций	23А

Пример	Описание	Справочный номер
	Изолированные провода в специальных коробах в кладке	24
	Кабели одно- или многожильные в специальных коробах в кладке	24А
	Кабели одно- или многожильные в оболочке: – проложенные в пустотах потолка – в двойных полах	25
	<i>Изолированные провода</i> , кабели одно- или многожильные в коробах на стене:  – проложенные горизонтально	31, 31А
	– проложенные вертикально	32, 32А
	Изолированные провода в коробах, утопленных заподлицо в стены или полы	33
	Кабели одно- или многожильные в коробах, утопленных заподлицо в стены или полы	33А
	Изолированные провода в подвешенных коробах  Кабели одно- или многожильные в подвешенных коробах	34  34А
	Изолированные провода в трубах, проложенных в горизонтальных или вертикальных закрытых кабельных каналах	41

Пример	Описание	Справочный номер
 	<p>Изолированные провода в трубах в вентилируемых кабельных каналах в полах</p> <p>Кабели в оболочке одно- или многожильные в горизонтальных или вертикальных открытых или вентилируемых кабельных каналах</p>	<p>42</p> <p>43</p>
  	<p>Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке многожильные, заделанные непосредственно в стены</p> <p>Изолированные провода в защитной оболочке, кабели в оболочке одно- или многожильные, заделанные непосредственно в кладку:</p> <p>– без дополнительной механической защиты</p> <p>– с дополнительной механической защитой</p>	<p>51</p> <p>52</p> <p>53</p>
  	<p>Кабели в оболочке одно- или многожильные в трубах или в специальных коробах в земле</p> <p>Кабели в оболочке одно- или многожильные в земле:</p> <p>– без дополнительной механической защиты</p> <p>– с дополнительной механической защитой</p>	<p>61</p> <p>62</p> <p>63</p>

Пример	Описание	Справочный номер
	<p>Изолированные провода и кабели в карнизах</p>	71
	<p>Изолированные провода и кабели в плинтусных коробах * Место для кабелей связи и сетей ЭВМ</p>	72
	<p>Изолированные провода в трубах или кабели в оболочке одно- и многожильные, проложенные: – в дверных коробах</p>	73
	<p>– в оконных рамах</p>	74
	<p>Кабели в оболочке одно- или многожильные, проложенные в воде</p>	81

*Примечание.* Иллюстрации не дают точное описание изделий или практики монтажа, а рассматривают способ монтажа.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АППАРАТОВ**

**Технические данные плавких предохранителей серии ПН2**

Таблица П.5.1

Тип предохранителей	Номинальный ток предохранителя, А	Номинальный ток плавкой вставки, А					
		31,5	40	50	63	80	100
ПН2-100	100						
ПН2-250	250	80	100	125	160	200	250
ПН2-400	400	200	250	315	355	400	
ПН2-600	600	315	400	500	630		

**Технические данные плавких предохранителей серии НПН**

Таблица П.5.2

Тип предохранителей	Номинальный ток предохранителя, А	Номинальный ток плавкой вставки, А					
		6	10	15	20	25	35
НПН-15	15						
НПН-60	60	15	20	25	35	45	60

*Примечание.* Предохранители серии ПН2, НПН допускается применять в сетях переменного тока напряжением до 500 В. Предельно отключаемый ток при напряжении 380 В переменного тока для предохранителей серий: НПН – 10 кА, ПН2-100 – 50 кА, ПН2-250 – 40 кА, ПН2-400(600) – 25 кА.

**Основные технические данные автоматических выключателей ВА47-29М с номинальным током до 63 А, напряжением до 400 В**

Таблица П.5.3

Технические характеристики	Значения
Номинальное напряжение, В	230/400
Номинальный ток, А	63
Номинальный ток расцепителя, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Номинальная отключающая способность, А	4500
Характеристика срабатывания электромагнитного расцепителя	C, D
Число полюсов	1, 2, 3
Максимальное сечение присоединяемых проводов	25
Условия эксплуатации	УХЛ4
Степень защиты выключателя	IP20
Масса одного полюса, кг	0,11
Размер одного модуля	В×Ш×Г 84×18×75 мм

*Примечание.* Выключатели предназначены для монтажа на DIN-рейку.

Таблица П.5.4

**Основные технические данные дифференциальных автоматов  
АД12 и АД14 с номинальным током до 63 А, напряжением до 400 В**

Тип исполнения	АД12	АД14
Номинальное напряжение, В	230/400	
Номинальный ток, А	63	
Номинальный ток расцепителя, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	
Номинальная отключающая способность, А	4500	
Номинальный отключающий дифференциальный ток, А	10, 30, 100, 300	
Рабочая характеристика при наличии дифференциального тока	АС	
Время отключения при дифференциальном токе, мс	40	
Число полюсов	2	4
Максимальное сечение присоединяемых проводов	35	
Условия эксплуатации	УХЛ4	
Степень защиты выключателя	IP20	
Масса, кг	0,25	0,45
Размер одного модуля В × Ш × Г	94×62×75 мм	94×117×75 мм

*Примечание.* Выключатели предназначены для монтажа на DIN-рейку.

Таблица П.5.5

**Основные технические данные дифференциальных выключателей ВД1-63**

Номинальное напряжение, В	230/400	
Номинальный ток, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100	
Номинальная отключающая способность, А	3000	
Номинальный отключающий дифференциальный ток, А	10, 30, 100, 300	
Рабочая характеристика при наличии дифференциального тока	АС	
Время отключения при дифференциальном токе, мс	40	
Число полюсов	2, 4	
Максимальное сечение присоединяемых проводов	35	
Условия эксплуатации	УХЛ4	
Степень защиты выключателя	IP20	
Масса, кг	двухполюсных 0, 2	четырёхполюсных 0,4
Размер одного модуля В × Ш × Г	82×36×75 мм	82×72×75 мм

*Примечание.* Выключатели предназначены для монтажа на DIN-рейку.

**Основные технические данные трехполюсных автоматических выключателей АЕ 2026 и АЕ2046 напряжением до 66 В**

Тип выключателя	$I_{н.авт}, А$	$I_{н.расц}, А$	$I_{ср.элм}/I_{н.элм}$	$I_{ср.теп}/I_{н.теп}$
АЕ 2026	16	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16	12	0,9-1,15
АЕ 2046	63	10; 12; 5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	12	0,9-1,15

**Основные технические данные трехполюсных автоматических выключателей ВА51 и ВА52 с номинальным током до 250 А, напряжением до 660 В**

Тип выключателя	$I_{н.авт}, А$	$I_{н.расц}, А$	$I_{ср.элм}/I_{н.элм}$	$I_{ср.теп}/I_{н.теп}$
ВА51-25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	7; 10	1,35
ВА51Г-25			14	1,2
ВА51-31 ВА52-31	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	3; 7; 10	1,35
				1,25
ВА51Г-31 ВА52Г-31	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	14	1,2
ВА51-33 ВА52-33	160	80; 100; 125; 160	10	1,25
ВА51Г-33 ВА52Г-33	160	80; 100; 125; 160;	14	1,2
ВА51-35 ВА52-35	250	80; 100; 125; 160; 250	12	1,25

### Структура условного обозначения серии ВА51-25

**ВА51Г25-3 X X X 10 X X X X X**

1	2	3	4	5	6	7	8

**ВА51** – серия;

**Г** – выключатели для защиты электродвигателей, отсутствие буквы **Г** – для защиты сетей;

**25** – номинальный ток, А;

**3** – количество максимальных расцепителей тока;

**1** – исполнение максимальных расцепителей тока (**2** – расцепитель в зоне токов короткого замыкания; **4** – расцепитель в зоне токов перегрузки и короткого замыкания);

**2, 3** – наличие расцепителей и свободных контактов (**00** – без дополнительных расцепителей и контактов, **11** – свободные контакты);

**1** – ручной привод, стационарное исполнение;

**0** – дополнительные механизмы отсутствуют;

**4** – наличие регулировки нормального тока теплового расцепителя (**Р** – регулировка; **О** – без регулировки);

**5, 6** – степень защиты оболочки (**00** – IP00, **20** – IP20, **54** – IP54);

**7, 8** – климатическое исполнение и категория размещения.

## Пускатели магнитные трехфазные серии ПМЛ

Величина пускателя	Номинальный ток, А	Тип в зависимости от исполнения системы пуск		
		I		IP54
		Без кнопок «Пуск» и «Стоп»		Без кнопок «Стоп» и «Пуск»
		нереверсивный	реверсивные	нереверсивный
1	10	ПМЛ-110004 ПМЛ-110104	ПМЛ-150104	ПМЛ-121002
2	25	ПМЛ-210004 ПМЛ-210104	ПМЛ-250104	ПМЛ-221002
3	40	ПМЛ-310004	ПМЛ-350004	ПМЛ-321002
4	63	ПМЛ-410004	ПМЛ-450004	ПМЛ-421002
5	80	ПМЛ-510004 ПМЛ-510104 ПМЛ-510204 ПМЛ-510304 ПМЛ-510404	ПМЛ-550004 ПМЛ-550104 ПМЛ-550204 ПМЛ-550304 ПМЛ-550404	ПМЛ-521002 ПМЛ-521102 ПМЛ-521202 ПМЛ-521302 ПМЛ-521402
6	125	ПМЛ-610004 ПМЛ-610104 ПМЛ-610204 ПМЛ-610304 ПМЛ-610404	ПМЛ-650004 ПМЛ-650104 ПМЛ-650204 ПМЛ-650304 ПМЛ-650404	ПМЛ-621002 ПМЛ-621102 ПМЛ-621202 ПМЛ-621302 ПМЛ-621402
7	200	ПМЛ-710004 ПМЛ-710104 ПМЛ-710204 ПМЛ-710304 ПМЛ-710404	ПМЛ-750004 ПМЛ-750104 ПМЛ-750204 ПМЛ-750304 ПМЛ-750404	ПМЛ-721002 ПМЛ-721102 ПМЛ-721202 ПМЛ-721302 ПМЛ-721402

Данные тепловых реле, встраиваемых в пускатели серии ПМЛ

Номинальный ток пускателя, А	Тип реле	Номинальный ток реле, А	Среднее значение теплового элемента, А	Пределы регулирования тока несрабатывания, А
10	РТЛ-100104	25	0,14	0,1 - 0,17
	РТЛ-100204		0,21	0,16 - 0,76
	РТЛ-100304		0,32	0,74 - 0,4
	РТЛ-100404		0,52	0,38 - 0,65
	РТЛ-100504		0,8	0,61 - 1
	РТЛ-100604		1,3	0,95 - 1,6
	РТЛ-100704		2,0	1,5 - 2,6
	РТЛ-100804		3,2	2,4 - 4,0
	РТЛ-101004		5,0	3,8 - 6,0
	РТЛ-101204		6,8	5,5 - 8,0
	РТЛ-101404		8,5	7,0 - 10
25	РТЛ-101404	25	8,5	7,1 - 10
	РТЛ-101604		12	9,5 - 14
	РТЛ-102104		16	13 - 19
	РТЛ-102204		21,5	18 - 25
40	РТЛ-102204	80	21,5	18 - 25
	РТЛ-205304		27,0	23 - 32
	РТЛ-205504		35,5	30 - 40
63	РТЛ-205504	80	35	30 - 40
	РТЛ-205704		44	38 - 50
	РТЛ-205904		52	47 - 57
	РТЛ-206104		60	54 - 66
80	РТЛ-206104	80	60	54 - 66
	РТЛ-206304		71,5	63 - 80
	РТЛ-206304		71,5	63 - 80
125	РТЛ-310504	200	90	75 - 110
	РТЛ-312504		110	95 - 125
200	РТЛ-312504	200	110	95 - 125
	РТЛ-316004		140	120 - 160
	РТЛ-320004		175	150 - 200

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

Таблица П.6.1

Тип двигателя	Мощность, кВт	КПД, %	cosφ, %	S <sub>ном</sub> , %	K <sub>п</sub>	K <sub>max</sub>	K <sub>min</sub>	K <sub>Г</sub>	Масса, кг
Синхронная частота вращения 3000 об/мин									
АИР50А2	0,09	60	0,75	11,5	2,2	2,2	1,8	4,5	2,5
АИР50В2	0,12	63	0,75	11,5	2,2	2,2	1,8	4,5	2,8
АИР56А2	0,18	68	0,78	9	2,2	2,2	1,8	5	3,4
АИР56В2	0,25	69	0,79	9	2,2	2,2	1,8	5	3,9
АИР63А2	0,37	72	0,86	9	2,2	2,2	1,8	5	4,7
АИР63В2	0,55	75	0,85	9	2,2	2,2	1,8	5	5,45
АИР71А2	0,75	78,5	0,83	6	2,1	2,2	1,6	6	6,5
АИР71В2	1,1	79,0	0,83	6,5	2,1	2,2	1,6	6	8,8
АИР80А2	1,5	81,0	0,85	5	2,1	2,2	1,6	7	9,8
АИР90L2	3	84,5	0,88	5	2	2,2	1,6	7	16,7
АИР100S2	4	87,0	0,88	5	2	2,2	1,6	7,5	21,6
АИР100L2	5,5	88,0	0,89	5	2	2,2	1,6	7,5	27,4
АИР112М	7,5	87,5	0,88	3,5	2	2,2	1,6	7,5	41
АИР132М	11	88,0	0,9	3	1,6	2,2	1,2	7,5	64
АИР160S2	15	90	0,89	3	1,8	2,7	1,7	7	100
Аир180S2	22	90,5	0,89	2,7	2	2,7	1,9	7	160
АИР180М2	30	91,5	0,9	2,5	2,2	3	1,9	7,5	180
АИР200М2	37	91,5	0,87	2	1,6	2,8	1,5	7	220
АИР200L2	45	92	0,88	2	1,8	2,8	1,5	7,5	240
АИР255М2	55	92,5	0,91	2	1,8	2,6	1,5	7,5	320
АИР250S2	75	93	0,9	2	1,8	3	1,6	7,5	425
АИР250М2	90	93	0,92	2	1,8	3	1,6	7,5	455
Синхронная частота вращения 1500 об/мин									
АИР50А4	0,06	53	0,63	11	2,3	2,2	1,8	4,5	2,6
АИР50В4	0,09	57	0,65	11	2,3	2,2	1,8	4,5	2,9
АИР56А4	0,12	63	0,66	10	2,3	2,2	1,8	5	3,35
АИР56В4	0,18	64	0,68	10	2,3	2,2	1,8	5	3,9
АИР63В4	0,37	68	0,7	12	2,3	2,2	1,8	5	5,6
АИР71А4	0,55	70,5	0,7	9,5	2,3	2,2	1,8	5	7,8
АИР71В4	0,75	73	0,76	10	2,2	2,2	1,6	5	8,8
АИР80А4	1,1	75	0,81	7	2,2	2,2	1,6	5,5	9,9
АИР80В4	1,5	78	0,83	7	2,2	2,2	1,6	5,5	12,1
АИР90L4	2,2	81	0,83	7	2,1	2,2	1,6	6,5	17
АИР100S4	3	82	0,83	6	2	2,2	1,6	7	21,6
АИР100L4	4	85	0,84	6	2	2,2	1,6	7	27,3
АИР112М4	5,5	85,5	0,86	4,5	2	2,5	1,6	7	41
АИР132S4	7,5	87,5	0,86	4,0	2	2,5	1,6	7,5	58
АИР132М4	11	87,5	0,87	3,5	2	2,7	1,6	7,5	70

Тип двигателя	Мощность, кВт	КПД, %	cosφ, %	S <sub>ном</sub> , %	K <sub>п</sub>	K <sub>max</sub>	K <sub>min</sub>	K <sub>л</sub>	Масса, кг
АИР160S4	15	90	0,89	3	1,9	2,9	1,8	7	100
АИР160M4	18,5	90,5	0,89	3	1,9	2,9	1,8	7	110
АИР180S4	22	90,5	0,87	2,5	1,7	2,4	1,5	7	170
АИР180M4	30	92	0,87	2	1,7	2,7	1,5	7	190
АИР200M4	37	92,5	0,89	2	1,7	2,7	1,6	7,5	245
АИР200L4	45	92,5	0,89	2	1,7	2,7	1,6	7,5	270
АИР225M4	55	93	0,89	2	1,7	2,6	1,6	7	335
АИР250S4	75	94	0,88	1,5	1,7	2,5	1,4	7,5	450
АИР250M4	90	94	0,89	1,5	1,5	2,5	1,3	7,5	480
АИР280S4	100	93,5	0,91	2,2	1,6	2,2	1	6,5	594
АИР280M4	132	94	0,93	2,2	1,6	2,2	1	6,5	752
АИР315S4	160	93,5	0,91	2	1,4	2	1	5,5	896
АИР315M4	200	94	0,92	2	1,4	2	0,9	5,5	1000
АИР355S4	250	94,5	0,92	2	1,4	2	0,9	7	1275
АИР355M4	315	94,5	0,92	2	1,4	2	0,9	7	1480
Синхронная частота вращения 1000 об/мин									
АИР63A6	0,18	56	0,62	14	2	2,2	1,6	4	4,65
АИР63B6	0,25	59	0,62	14	2	2,2	1,6	4	5,5
АИР71A6	0,37	65	0,65	8,5	2	2,2	1,6	4,5	7,8
АИР71B6	0,55	68,5	0,7	8,5	2	2,2	1,6	4,5	8,6
АИР80A6	0,75	70	0,72	8	2	2,2	1,6	4,5	11,6
АИР80B6	1,1	74	0,74	8	2	2,2	1,6	4,5	13,4
АИР90L6	1,5	76	0,72	7,5	2	2,2	1,6	6	16,9
АИР100L6	2,2	81	0,74	5,5	2	2,2	1,6	6	22,8
АИР112MA6	3	81	0,76	5	2	2,2	1,6	6	35
АИР112MB6	4	82	0,81	5	2	2,2	1,6	6	40,4
АИР132S6	5,5	85	0,8	4	2	2,2	1,6	7	57
АИР132M6	7,5	85,5	0,81	4	2	2,2	1,6	7	68
АИР160S6	11	88	0,83	3	2	2,7	1,6	6,5	100
АИР160M6	15	88	0,85	3	2	2,7	1,6	6,5	120
АИР180M6	18,5	89,5	0,85	2	1,8	2,4	1,6	6,5	180
АИР200M6	22	90	0,83	2	1,6	2,4	1,4	6,5	225
АИР200L6	30	90	0,85	2,5	1,6	2,4	1,4	6,5	250
АИР225M6	37	91	0,85	2	1,5	2,3	1,4	6,5	305
АИР250S6	45	92,5	0,85	2	1,5	2,3	1,4	6,5	390
АИР250M6	55	92,5	0,86	2	1,5	2,3	1,4	6,5	430
АИР280S6	75	92,5	0,9	2,2	1,3	2,2	1	6,5	637
АИР280M6	90	93	0,9	2,2	1,4	2,4	1	6,5	702
АИР315S6	110	93	0,92	2,3	1,4	2,3	1	6	847

Тип двигателя	Мощность, кВт	КПД, %	cosφ, %	S <sub>ном</sub> , %	K <sub>п</sub>	K <sub>max</sub>	K <sub>min</sub>	K <sub>l</sub>	Масса, кг
Синхронная частота вращения 750 об/мин									
АИР315М6	132	93,5	0,9	2,3	1,4	2,3	1	6,5	950
АИР355S6	160	94	0,9	2,2	1,6	2	1	7	1136
АИР355М6	200	94,5	0,9	2,2	1,6	2	0,9	7	1280
АИР71В8	0,25	56	0,65	8	1,8	1,9	1,4	4	7,8
АИР80А8	0,37	60	0,61	6,5	1,8	1,9	1,4	4	13,8
АИР80В8	0,55	64	0,63	6,5	1,8	1,9	1,4	4	15,5
АИР90LА8	0,75	70	0,66	7	1,6	1,7	1,2	3,5	19,7
АИР90LВ8	1,1	72	0,70	7	1,6	1,7	1,2	3,5	22,3
АИР100L8	1,5	76	0,73	6	1,6	1,7	1,2	5,5	31,3
АИР112МА8	2,2	76,5	0,71	5,5	1,8	2,2	1,14	6	36
АИР112МВ8	3	79	0,74	5,5	1,8	2,2	1,4	6	41
АИР132S8	4	83	0,7	4,5	1,8	2,2	1,4	6	56
АИР132М8	5,5	83	0,74	5	1,8	2,2	1,4	6	70
АИР160S8	7,5	87	0,75	3	1,6	2,4	1,4	5,5	100
АИР160М8	11	87,5	0,75	3	1,6	2,4	1,4	6	120
АИР180М8	15	89	0,82	2,5	1,6	2,2	1,5	5,5	180
АИР200М8	18,5	89	0,81	2,5	1,6	2,3	1,4	6	225
АИР200L8	22	90	0,81	2,5	1,6	2,3	1,4	6	250
АИР225М8	30	90,5	0,81	2,5	1,4	2,3	1,3	6	305
АИР250S8	37	92,5	0,78	2	1,5	2,3	1,4	6	400
АИР250М8	45	92,5	0,79	2	1,4	2,2	1,3	6	430
АИР280S8	55	92	0,86	3	1,3	2,2	1	6	643
АИР280М8	75	93	0,87	3	1,4	2,2	1	6	735
АИР315S8	90	93	0,85	1,5	1,2	2,2	1	6	927
АИР315М8	110	93	0,86	1,5	1,1	2,2	0,9	6	1001
АИР355S8	132	93,5	0,85	2	1,2	2	0,9	6,5	1175
АИР355М8	160	93,5	0,85	2	1,2	2	0,9	6,5	1280

**СОРТАМЕНТ ТРУБ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ  
ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ**

Таблица П.7.1

**Трубы стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-91**

Условный диаметр, мм	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м труб, кг
20	26,8	21,8	2,5	-
25	33,5	27,9	2,8	-
32	-	-	-	-
40	48	42	3	-
50	66	54	3	-
65	75,5	69,1	3,2	-
80	88,5	81,5	3,2	-

Таблица П.7.2

**Трубы стальные электросварные по ГОСТ 10704-91**

Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м труб, кг	
Соединение на резьбе	20	16,8	1,6	0,72
	26	22,4	1,8	1,07
	32	28	2	1,48
	40	-	-	-
	60	56	2	2,86
Соединение в раструб	18	14,8	1,6	0,64
	25	21,4	1,8	1,03
	30	26	2	1,38
	33	29	2	1,53
	33	29	2	1,53
	45	41	2	2,12
	48	44	2	2,27
	57	53	2	2,71
	60	56	2	2,86

## Трубы поливинилхлоридные по ТУ 6-19-307-86

Наружный диаметр (средний), мм	Тип	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м труб, кг
16	Усиленные	13,6	1,2	0,099
20	У	17	1,5	0,148
25	У	22	1,3	0,188
32	У	28,4	1,8	0,282
40	У	36,2	1,9	0,373
50	Нормальные	46,4	1,8	0,453
	Усиленные	45,2	2,4	0,581

## Трубы полиэтиленовые по ГОСТ Р51613-2000

Таблица П.7.4

## Полиэтилен низкого давления

Наружный диаметр (средний), мм	Тип	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м труб, кг
16	Тяжелые	12	2	0,11
20	Тяжелые	16	2	0,17
25	Средние	21	2	0,19
32	Средние	28	2	0,80
40	Средне-легкие	36	2	0,35
50	Средне-легкие	46	2	0,53

Таблица П.7.5

## Полиэтилен высокого давления

Наружный диаметр (средний), мм	Тип	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м труб, кг
16	Средние	12	2	0,090
20	Средние	15,6	2,2	0,110
25	Средне- легкие	21	2	0,150
32	легкие	28	2	0,190
40	Легкие	36	2	0,241
50	Легкие	45,2	2,4	0,364

**ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ СТОЙКИ,  
ПОЛКИ КАБЕЛЬНЫЕ, ЛОТКИ**

Стойки (табл. П.8.1; рис. П.8.1) применяются для установки полок, крепления к строительным конструкциям сваркой или пристрелкой.

Таблица П.8.1

Тип стойки	Число отверстий для полок	Размеры, мм		Масса, кг
		A	L	
К 1150 УЗ	8	350	400	0,69
К1150цУТ1,5	8	350	400	0,71
К 1151 УЗ	12	550	600	1,04
К1151цУТ1,5	12	550	600	1,07
К 1152 УЗ	16	750	800	1,38
К1152цУТ1,5	16	750	800	1,43
К 1153 УЗ	24	1150	1200	2,07
К 1154 УЗ	36	1750	1800	зд
К 1155 УЗ	44	1950	2200	3,7

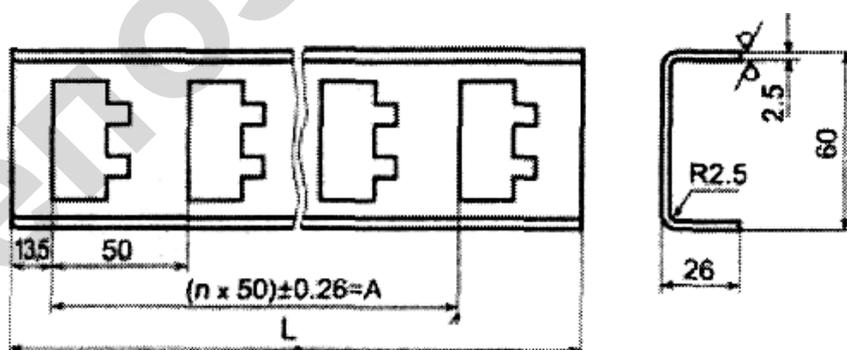


Рис. П.8.1.

Полки (табл. П.8.2; рис. П.8.2) применяются для прокладки на них проводов, кабелей, лотков и коробов.

Таблица П.8.2

Тип полки	Число отверстий	Нагрузка, Н		Размеры, мм			Масса, кг
		Рабочая	Предельно допустимая	$L$	$n$	$H$	
К 1160 УЗ	5	175	975	177	4	51	0,20
К1160цУТ1,5	5	175	975	177	4	51	0,20
К 1161 УЗ	8	275	1075	267	7	63	0,375
К1161цУТ1,5	8	275	1075	267	7	63	0,375
К 1162 УЗ	11	400	1200	367	10	63	0,675
К1162цУТ1,5	11	400	1200	367	10	63	0,675
К1163 УЗ	13	500	1300	467	13	80	0,84
К1163цУТ1,5	13	500	1300	467	13	80	0,84

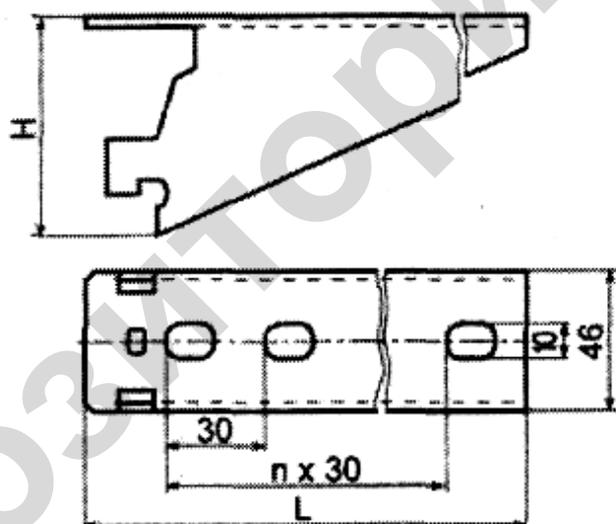


Рис. П.8.2

## ЛОТКИ НЛ-5, НЛ-10, НЛ-20, НЛ-40

Лотки НЛ применяются для прокладки проводов и кабелей напряжением до 1000 В. Представляют собой готовые для сборки элементы, обеспечивающие создание трассы с необходимыми поворотами и разветвлениями в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Изготавливаются согласно ТУ 36-2486-82.

Таблица П.8.3

Технические данные

Тип	Номер рисунка	Размер, мм*			Масса, кг	Интенсивность распределенной нагрузки, Н/м	Сосредоточенная нагрузка, Н
		A	L	L <sub>1</sub>			
НЛ-5-П1,87УЗ НЛ-5-П1,87УТ2,5**	1	50	2000	1870	2,03	50	—
		50	2000	1870	2,03	50	
НЛ-10-П1,87УЗ НЛ-10-П1,87УТ2,5**	1	100	2000	1870	3,13	100	—
		100	2000	1870	злз	100	
НЛ-20-П1,87УЗ НЛ-20-П1,87УТ2,5**	2	200	2000	1870	5,13	300	800
		200	2000	1870	5,13	300	
НЛ-40-П1,87УЗ НЛ-40-П1,87УТ2,5**		400	2000	1870	5,93	600	800
		400	2000	1870	5,93	600	

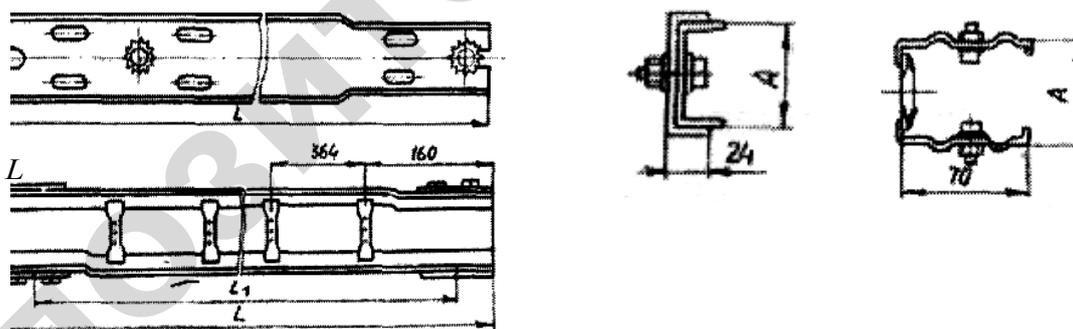


Рис. П.8.3

Обозначение:  $l$  – расстояние между осями соединения секции;

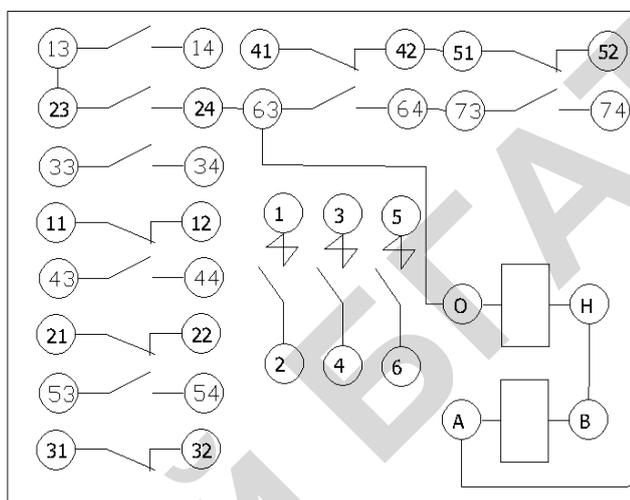
$L$  – длина секции.

\*\* Изготавливается из оцинкованной стали.

ОБРАЗЦЫ СИМВОЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Контакты

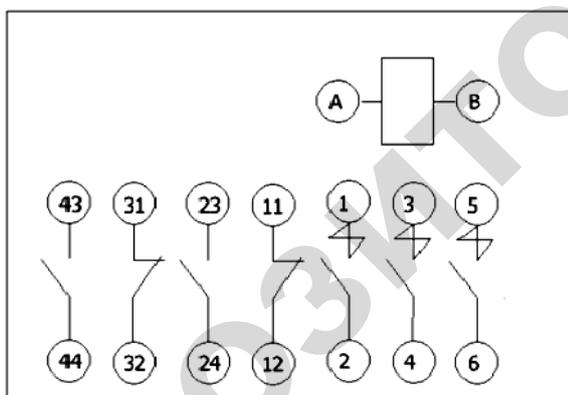
КТ 6043/2Б  
КТ 6053/2Б



1.4

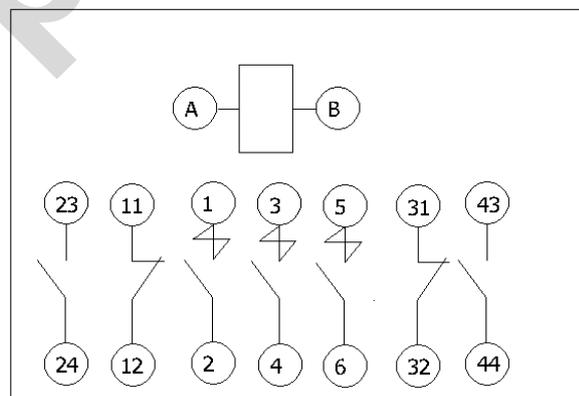
КМ 15-37  
КМ 15-39

1.7

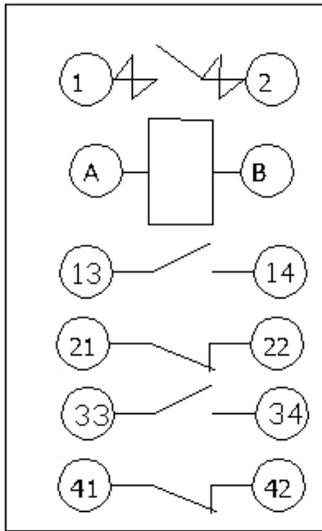


КМ 15-23  
КМ 15-35

1.6

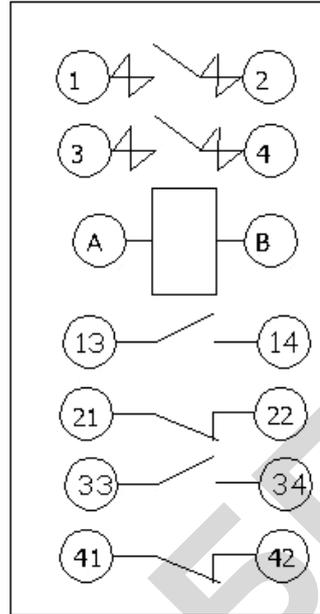


**МК 1-10, МК 2-10  
МК 3-10, МК 4-10**



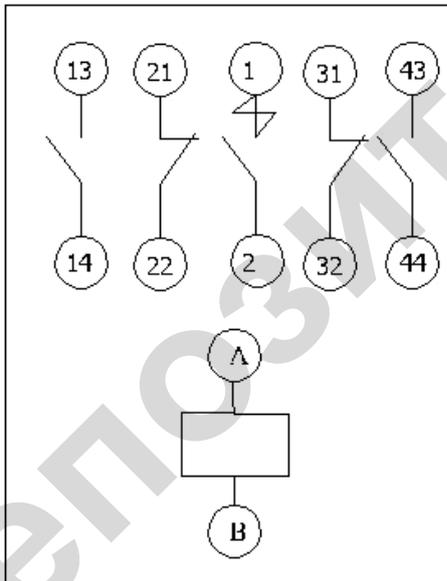
1.8

**МК 1-20, МК 26-20**



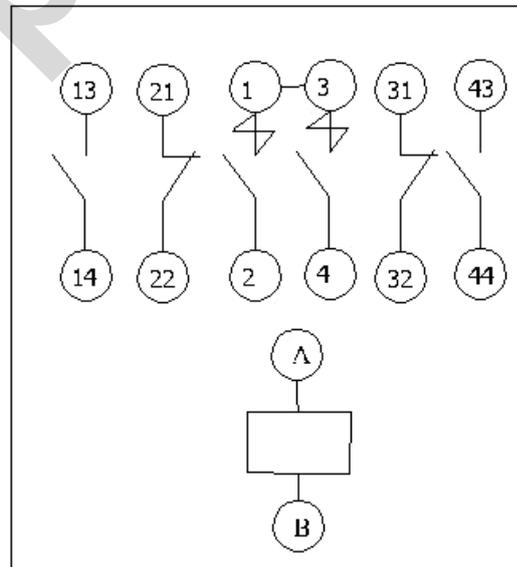
1.9

**МК 5-10, МК 6-10**



1.10

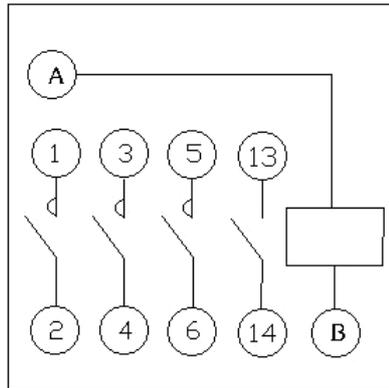
**МК 5-20, МК 6-20**



1.11

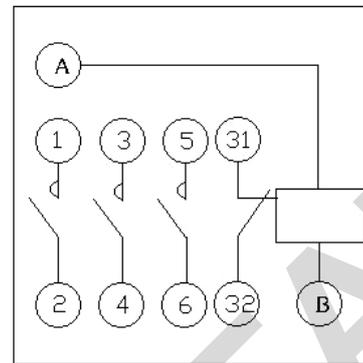
Пускатели магнитные

ПМЛ-1100  
ПМЛ-2100



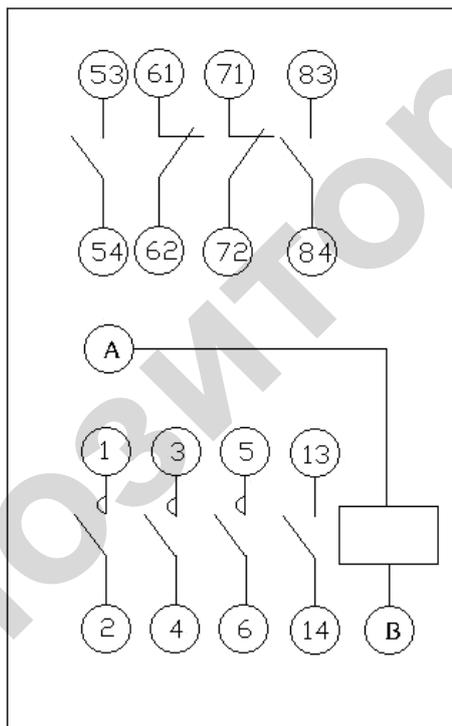
2.1

ПМЛ-1101  
ПМЛ-2101



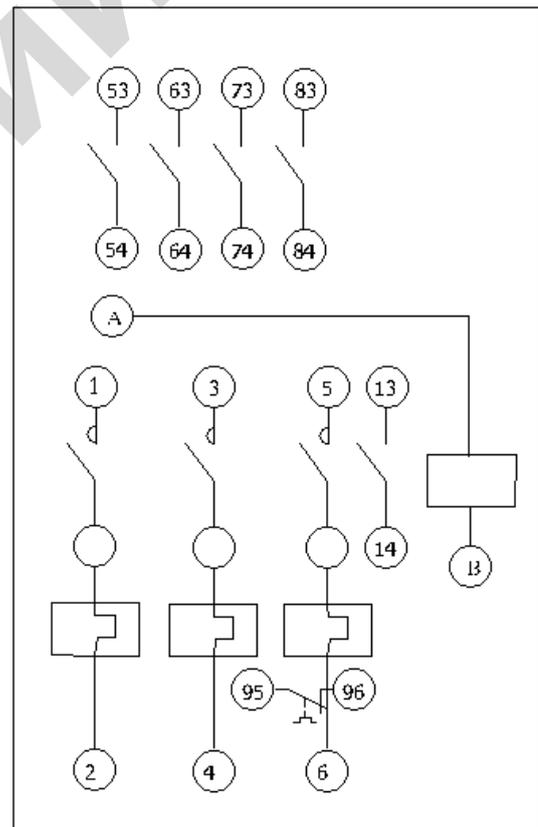
2.2

ПМЛ-1100+ПКЛ-22  
ПМЛ-2100+ПКЛ-22



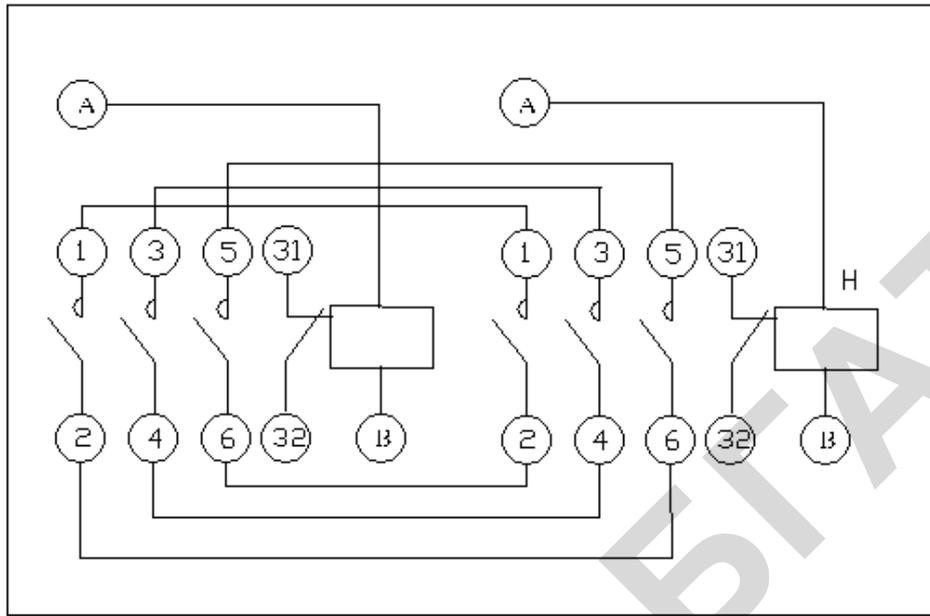
2.3

ПМЛ-1100+ПКЛ-40+РТЛ1000С  
ПМЛ-2100+ПКЛ-40+РТЛ1000С



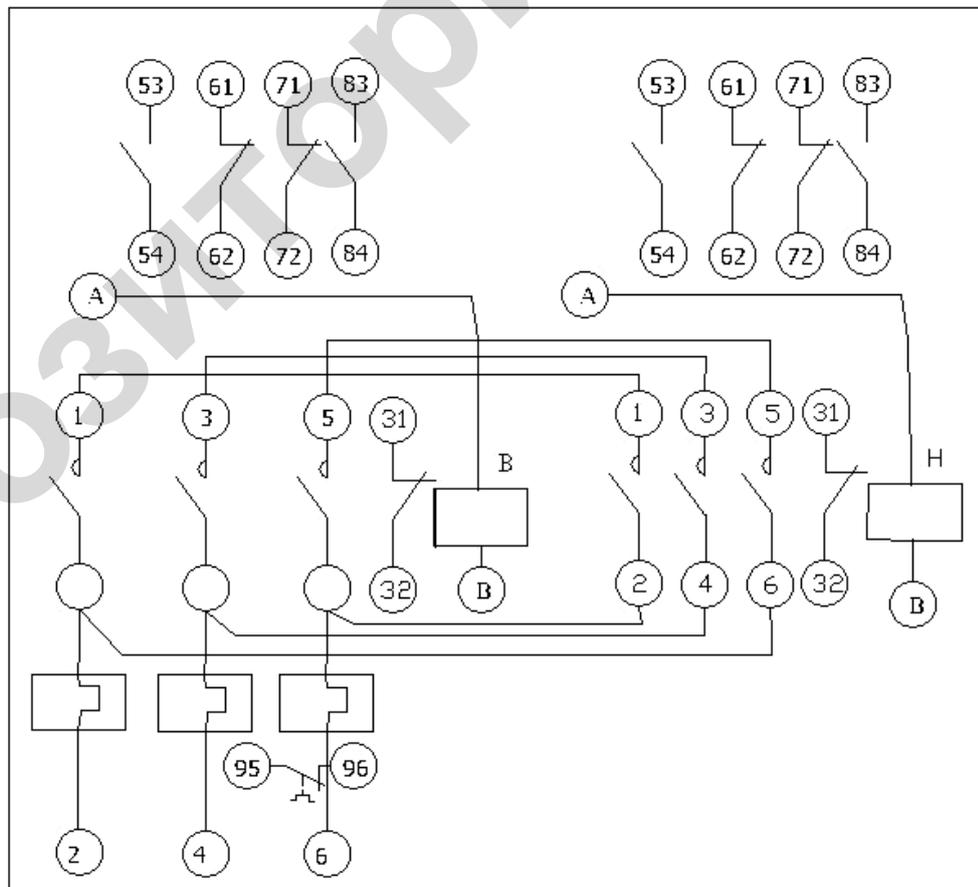
2.4

ПМЛ-1501  
ПМЛ-2501



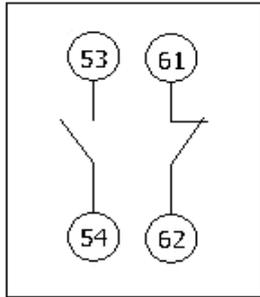
2.5

ПМЛ-1501+РТЛ 1000 С+ПКЛ-22



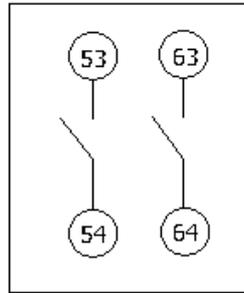
**Приставки контактные ПКЛ  
к пускателю ПМЛ и реле РПЛ**

**ПКЛ – 11**



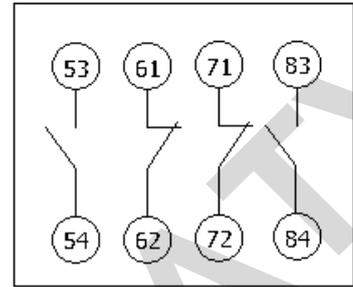
2.7

**ПКЛ-20**



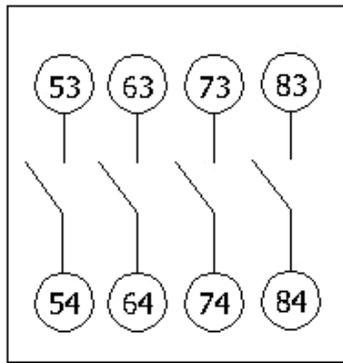
2.8

**ПКЛ-22**



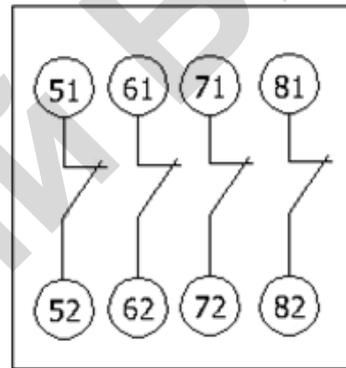
2.9

**ПКЛ – 40**



2.10

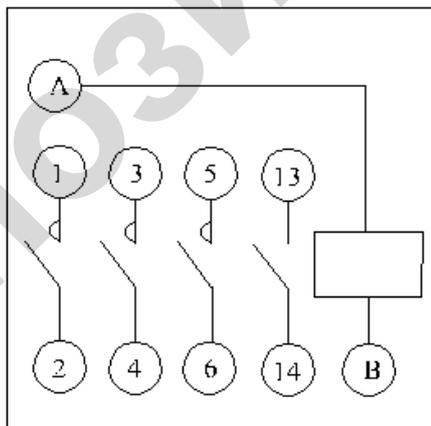
**ПКЛ – 04**



2.11

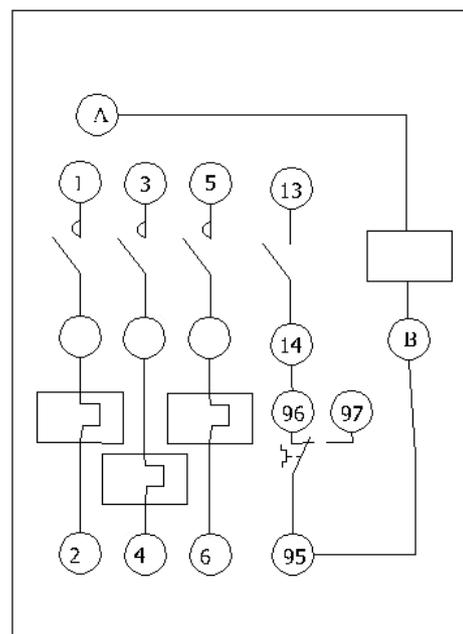
**Пускатели ПМА**

**ПМА-0100**

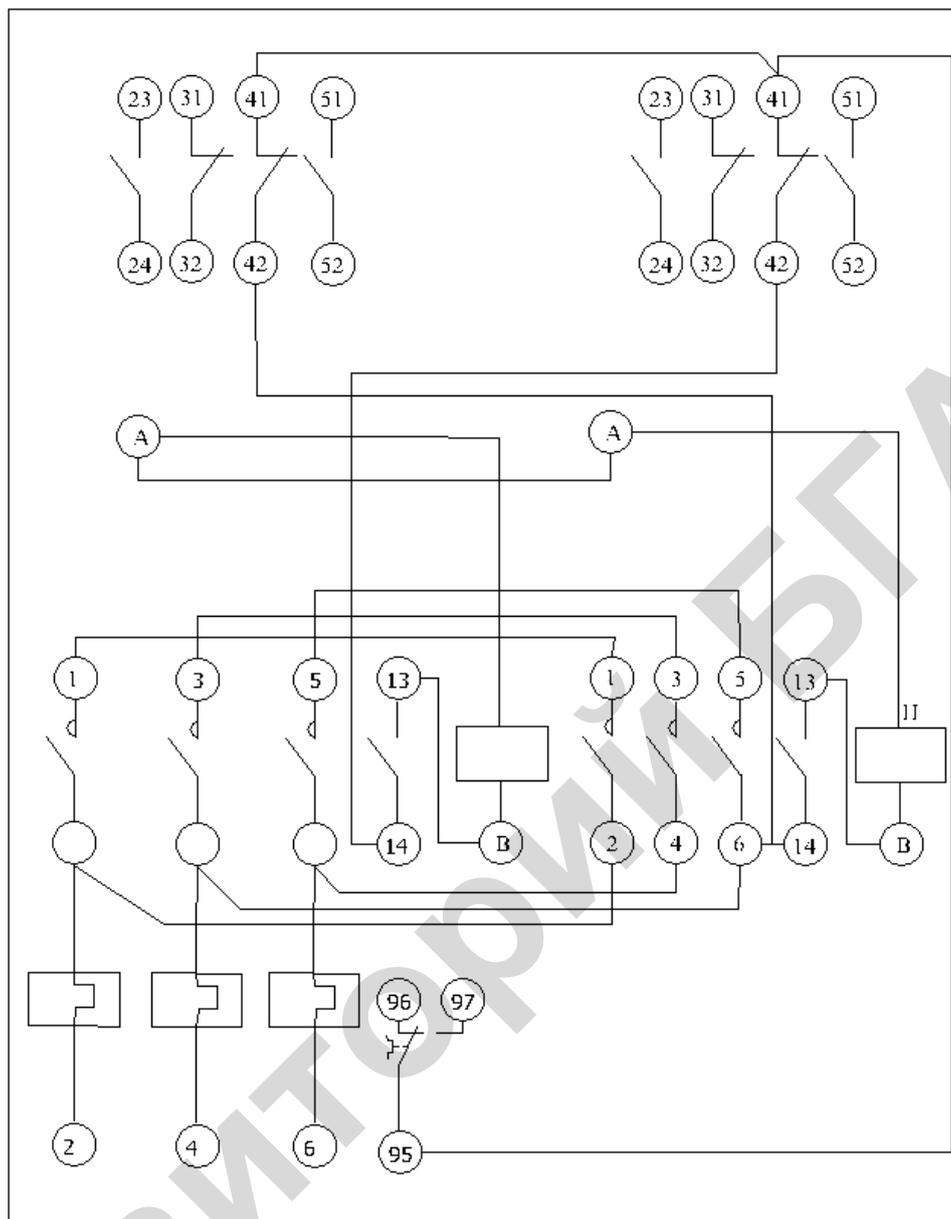


2.12

**ПМА-0200**

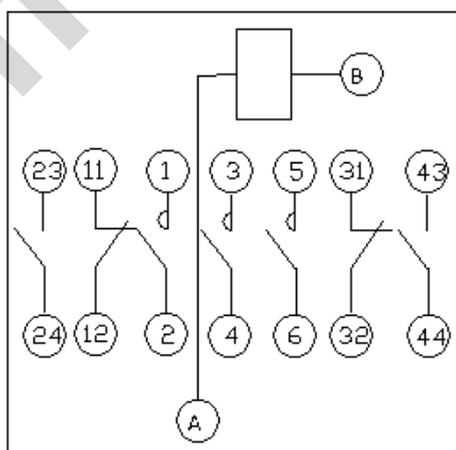


ИМА-0404



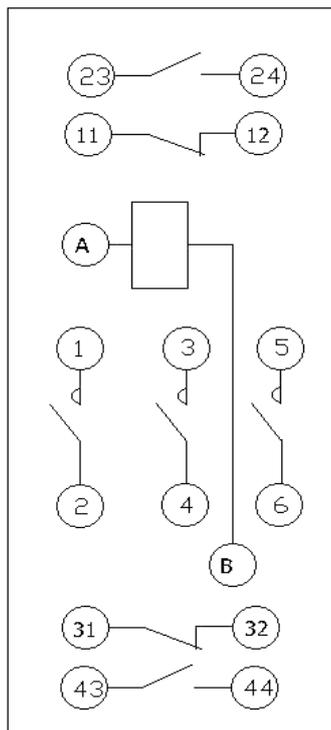
2.18

ИМА - 4100, ИМА - 4102,  
ИМА - 5102, ИМА - 6102



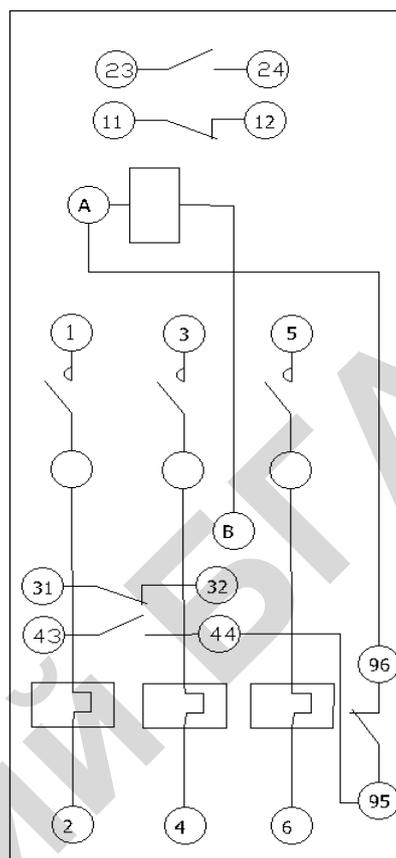
2.22

**ПМА – 3102**



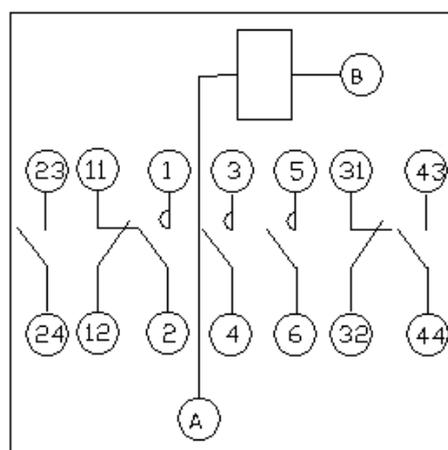
2.19

**ПМА – 3202П**



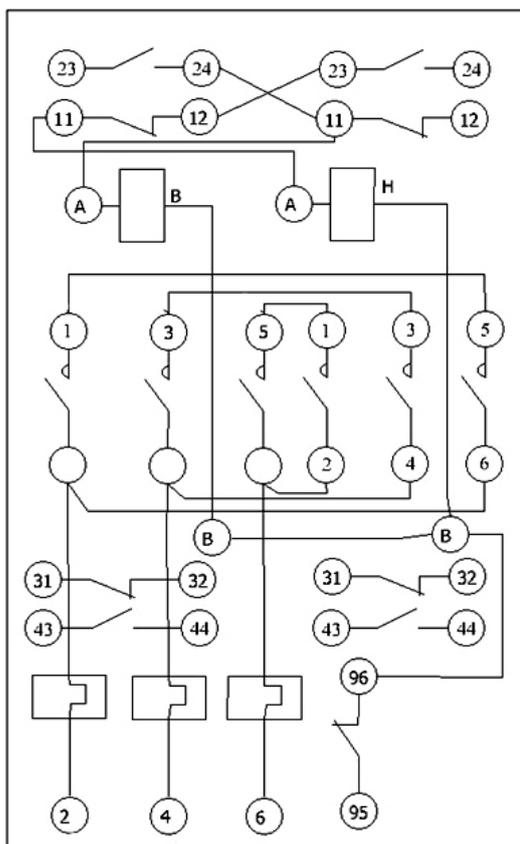
2.20

**ПМА – 4100, ПМА – 4102,  
ПМА – 5102, ПМА – 6102**



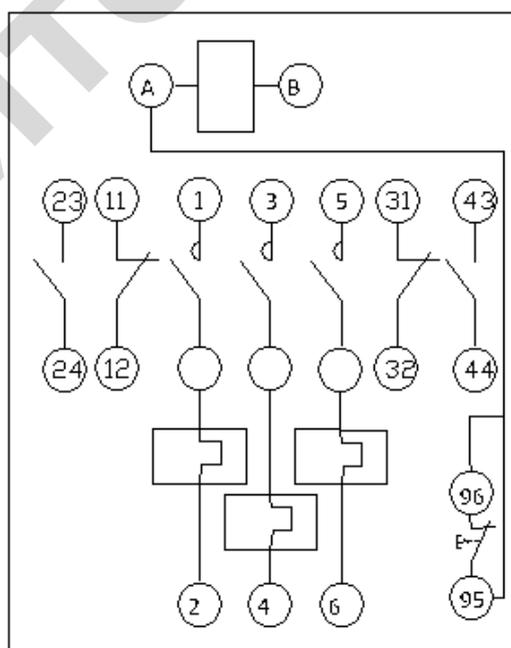
2.22

**ИМА – 3602И**

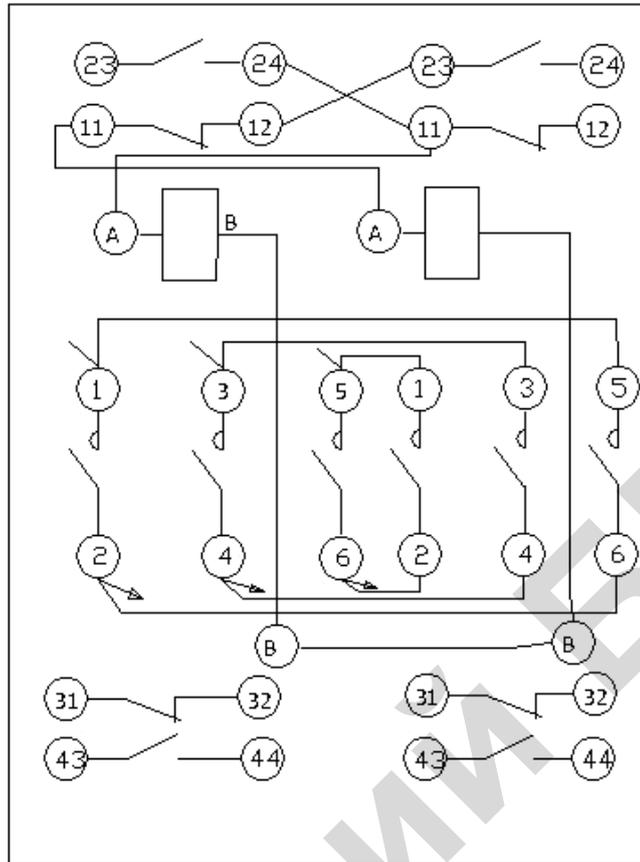


2.21

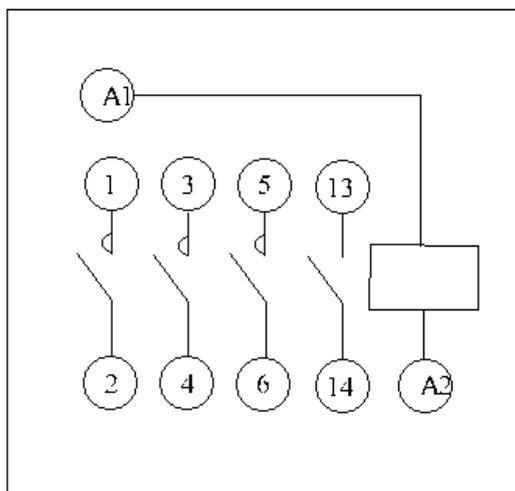
**ИМА – 4200И, ИМА – 4203И,  
ИМА – 5202М, ИМА – 5202М**



2.23

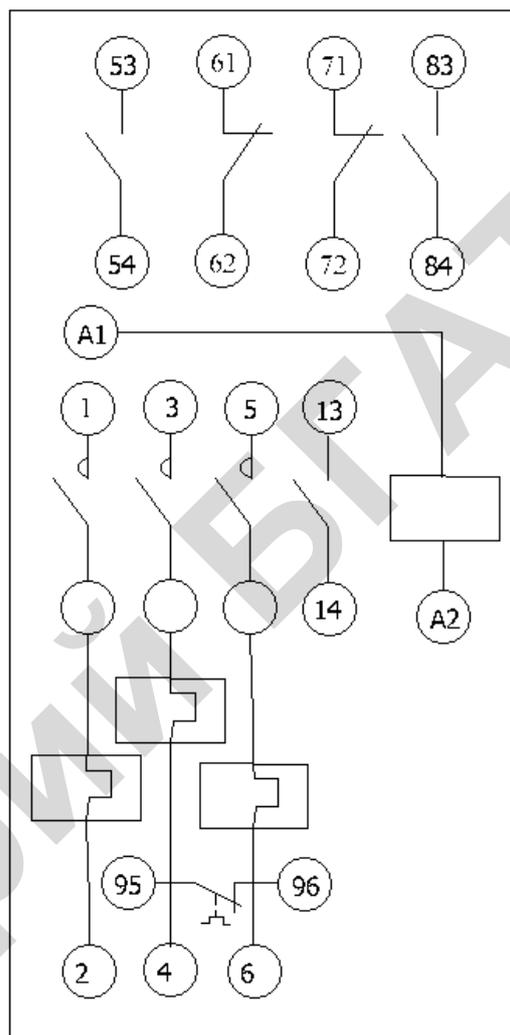


ПМ12-040102



2.27

ПМ12-040202+ПКЛ-22



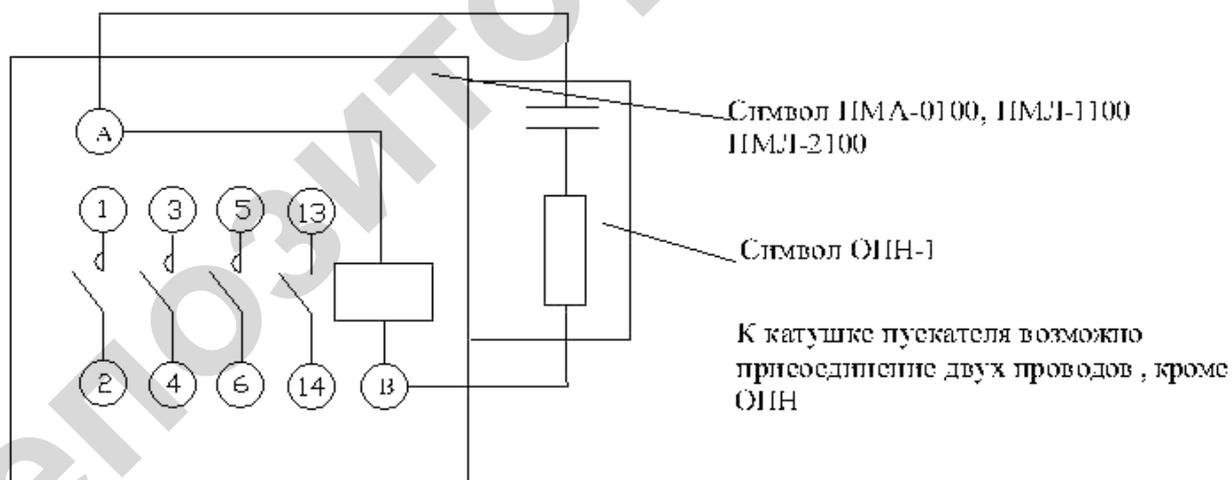
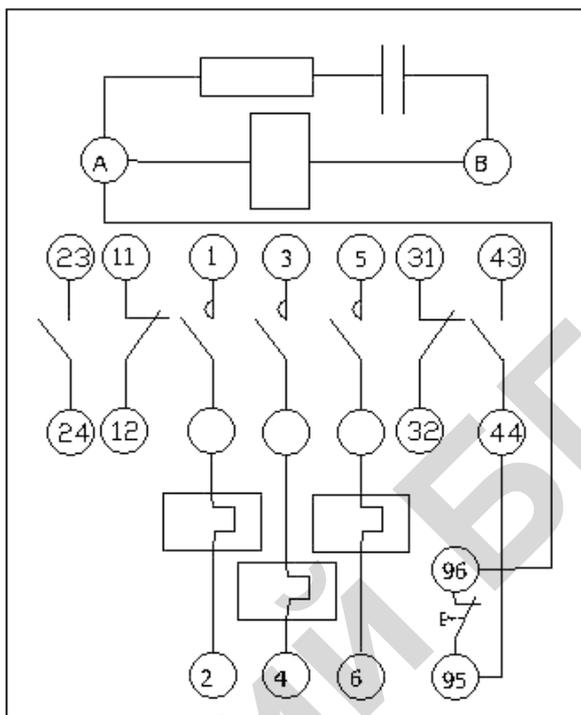
2.28

*Примечание.* На основании данных наиболее часто применяемых символов нереверсивного и реверсивного пускателей ПМ 12-040 могут быть «построены» др. символы данного пускателя (с другими типами приставок ПКЛ, нереверсивного без теплового реле и т. п.).

## Магнитные пускатели с ограничителем перенапряжения ОПН

ПМА 4200 П  
 ПМА 4202 П  
 ПМА 5202 М  
 ПМА 6202 М  
 +  
 ОПН - 1

2.30



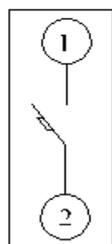
2.31

1. Ограничитель ОПН поставляется встроенным в пускатель (ПМА-4000, 5000, 6000). Эл. соед. – на заводе-изготовителе.
2. Ограничитель ОПН поставляется отдельно от пускателя (ПМА-0000, ПМА-1000, ПМЛ-2000, ПМЛ-3000). Эл. соед. ОПН с катушкой пускателя выполняется на заводе-изготовителе НКУ.

## ВЫКЛЮЧАТЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ

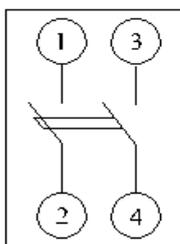
### Автоматические выключатели без вспомогательных контактов

Однополюсный



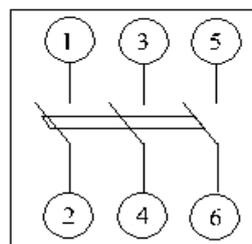
3.1

Двухполюсный



3.2

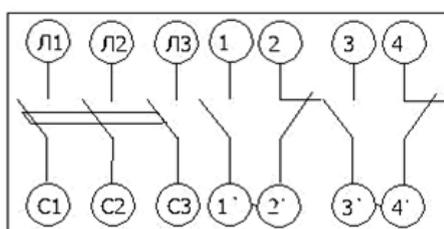
Трёхполюсный



3.3

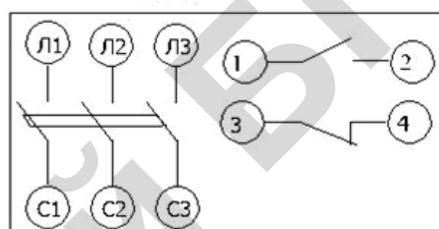
### Автоматические выключатели со вспомогательными контактами

АП - 50 Б



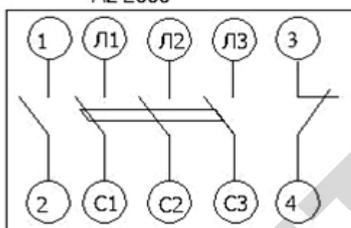
3.4

АК 53



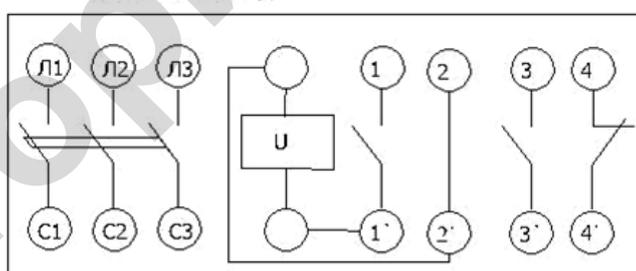
3.5

АЕ 2000



3.6

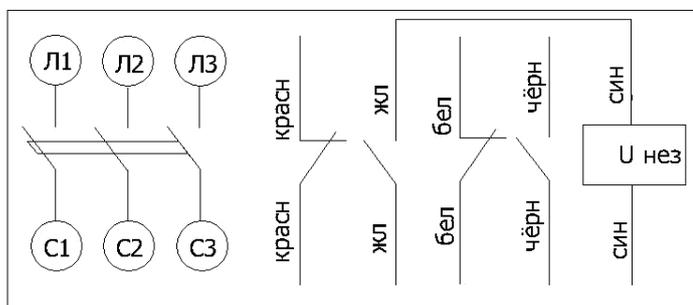
АП 50 Б - 2 МЗТД



3.7

ВА 5Х - 35, 39, 41, 43  
А3710 с передн. пр.

\*\*) )



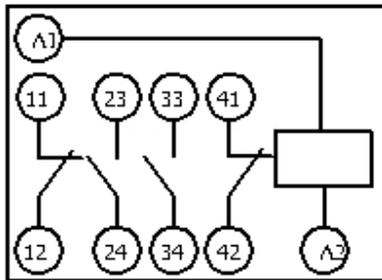
3.8

\*\* Выключатели серии ВА50 и А37 с вспомогательными контактами поставляются без клеммных колодок. Поэтому необходимо предусмотреть в НКУ блок зажимов БЗ-24 на 5 или 10 зажимов и расположить его вблизи выключателя. Соединения контактов с клеммником выполняются по соответствующему цвету провода.

## РЕЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ

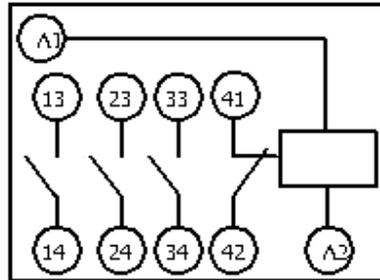
### Реле РЭП15

РЭП15-220



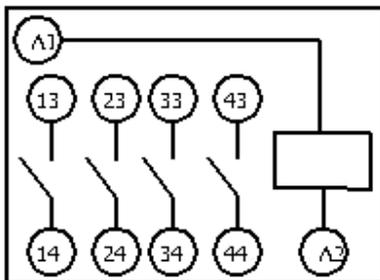
4.1

РЭП15-420



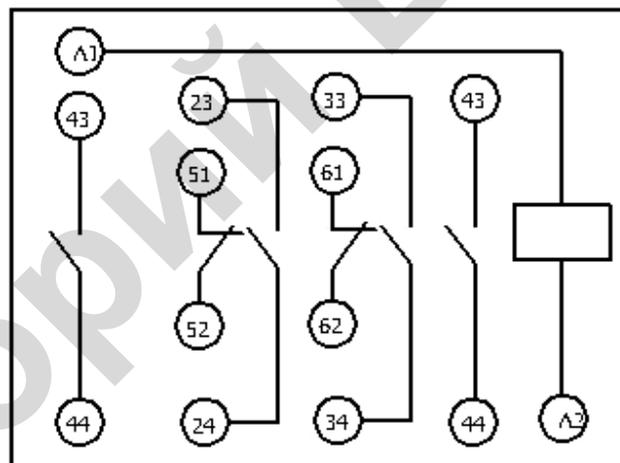
4.2

РЭП15-400



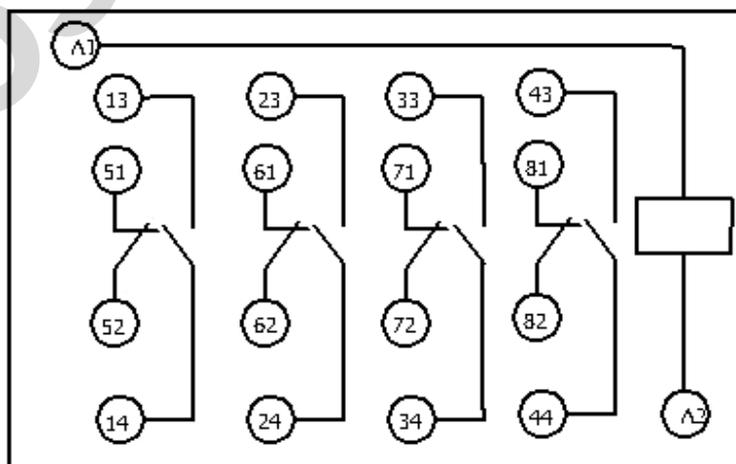
4.3

РЭП15-420



4.4

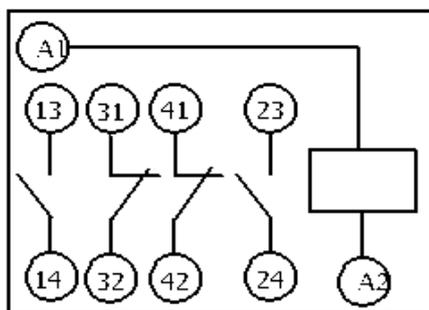
РЭП15-440



4.5

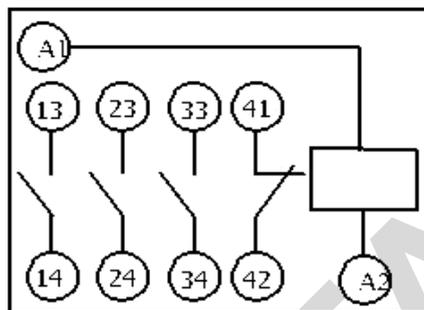
## Реле РПЛ

РПЛ-122



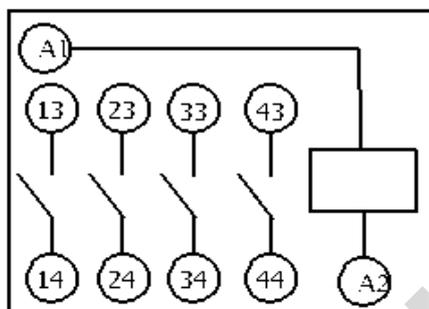
4.8

РПЛ-131



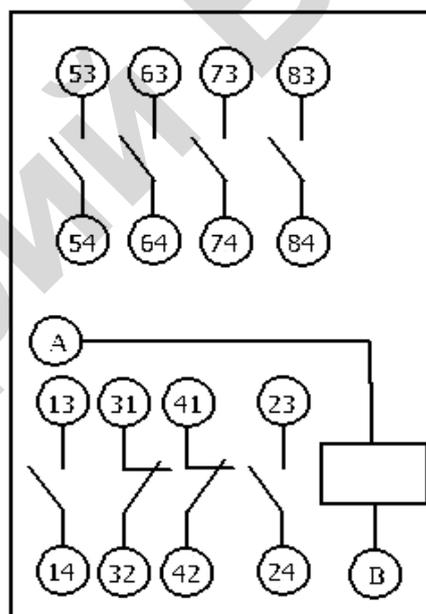
4.9

РПЛ-140



4.10

РПЛ-122+ПКЛ-40

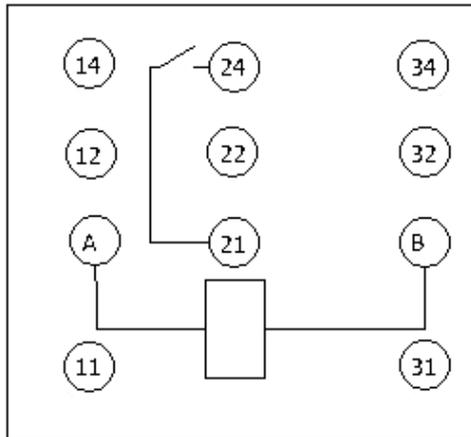


4.11

*Примечание.* Монтажные символы любого реле РПЛ с любой приставкой ПКЛ строятся аналогично символу 4.11.

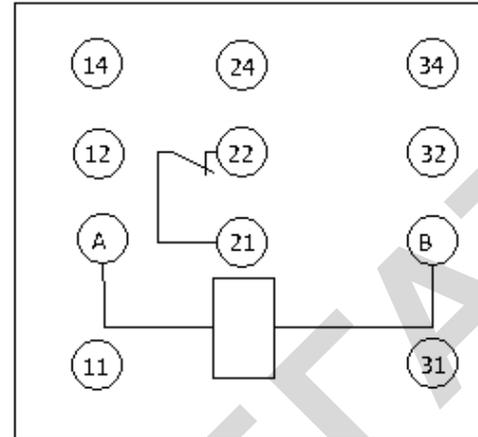
## Реле РП21М

РП 21М - 100



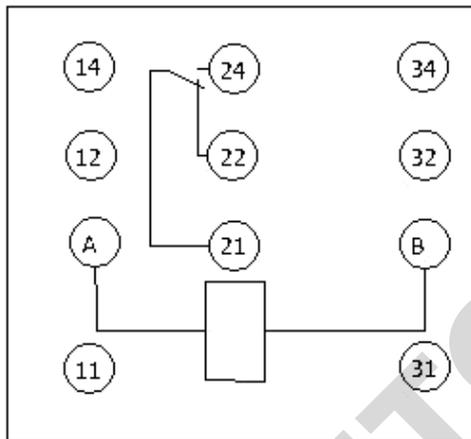
4.19

РП 21М - 010



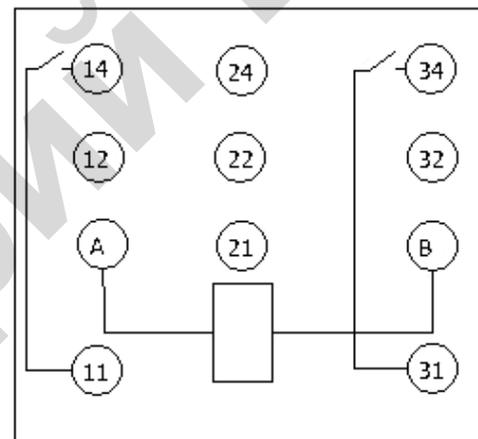
4.20

РП 21М - 001



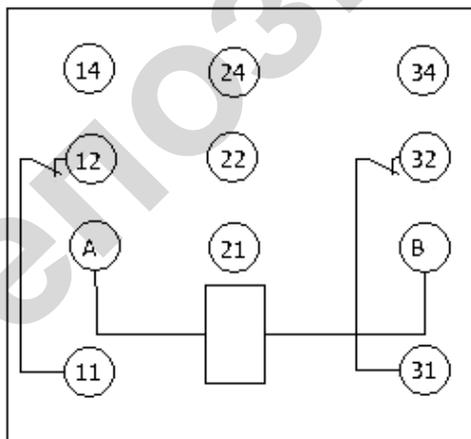
4.21

РП 21М - 200



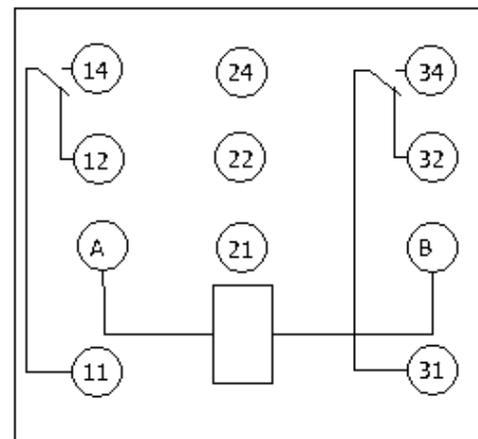
4.22

РП 21М - 020



4.23

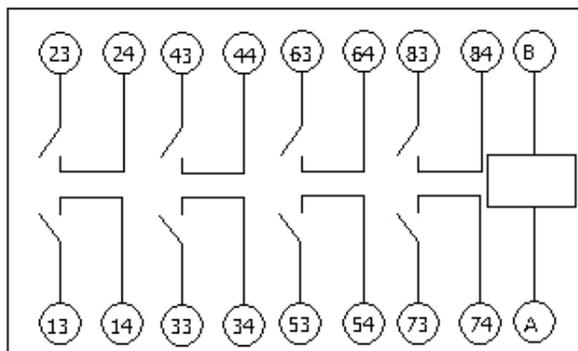
РП 21М - 002



4.24

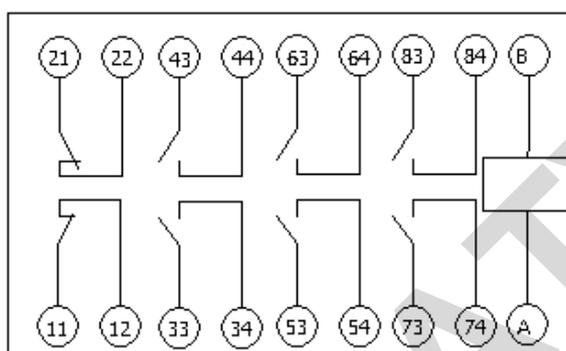
## Реле ПЭ37

ПЭ37 - 80 (8s)



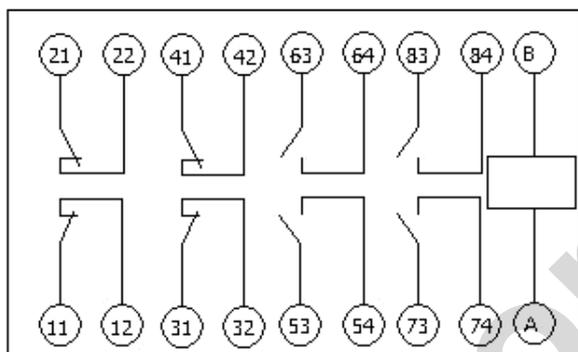
4.31

ПЭ37 - 62 (6s2p)



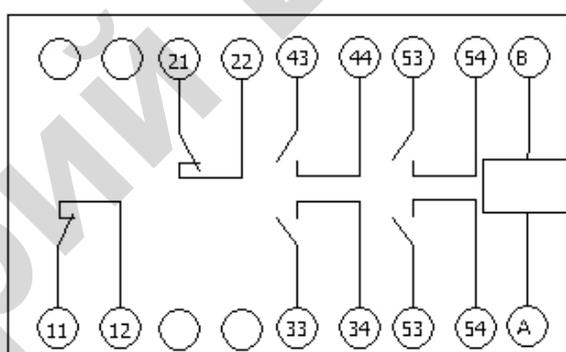
4.32

ПЭ37 - 44 (4s4p)



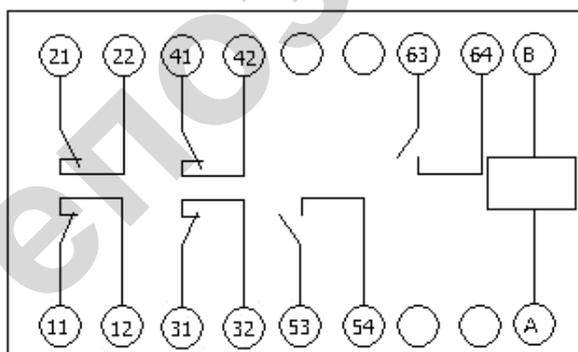
4.33

ПЭ37 - 42 (4s2p)



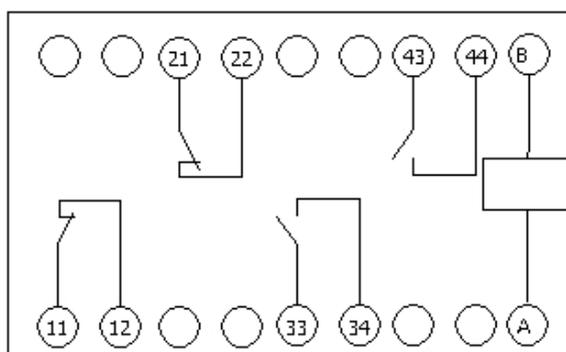
4.34

ПЭ37 - 24 (2s4p)



4.35

ПЭ37 - 22 (2s2p)



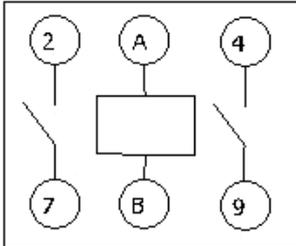
4.36

*Примечание.* Символы даны для наиболее предпочтительной установки реле ПЭ37 в НКУ – горизонтальной. При вертикальной установке символ необходимо повернуть по часовой стрелке, чтобы катушка была внизу.

**РЕЛЕ РПУ-2**

**РПУ-2-3\*200**

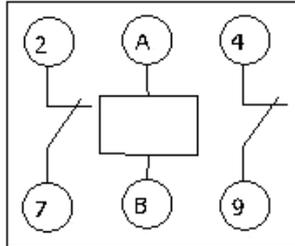
РПУ- 2 - 3 \* 200



4.37

**РПУ-2-3\*020**

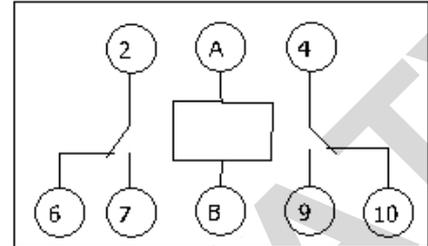
РПУ- 2 - 3 \* 020



4.38

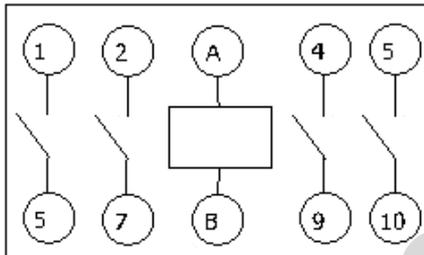
**РПУ-2-3\*002**

РПУ-2-3\*002



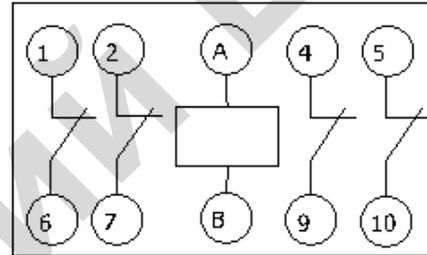
4.39

**РПУ-2-3\*400**



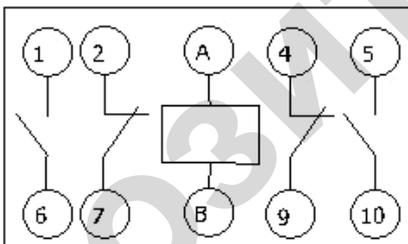
4.40

**РПУ-2-3\*040**



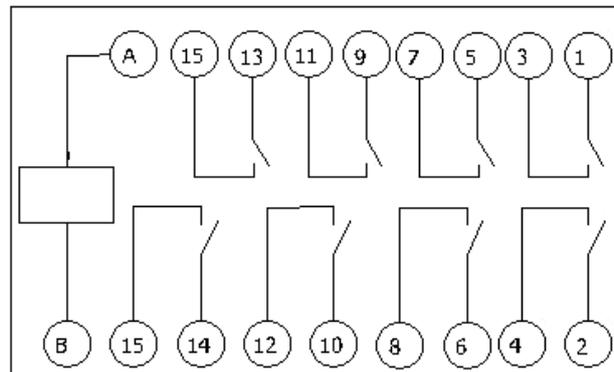
4.41

**РПУ-2-3\*220**



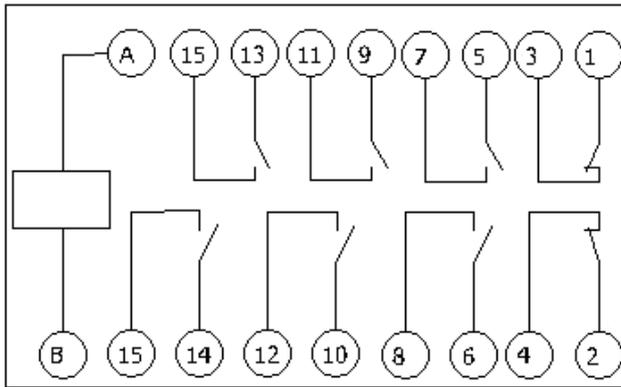
4.42

**РПУ-2-M9\*800**



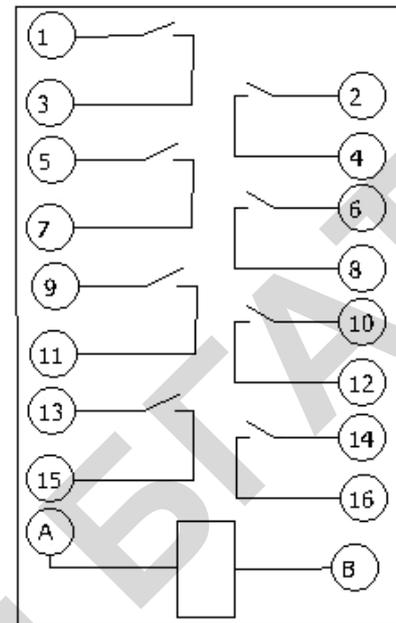
4.43

**РПУ -2-М9\*620**



**4.44**

**РПУ -2-М9\*800**



**4.43а**

*Примечание* к символам 4.43...4.48. При вертикальной установке реле в НКУ символ необходимо повернуть таким образом, чтобы катушка была внизу.

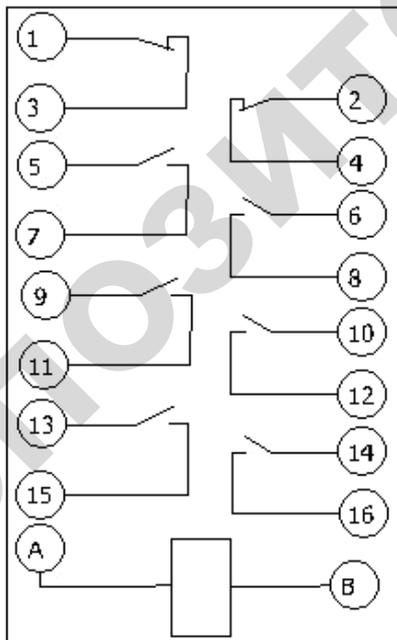
Пример – см. символ 4.43а...4.45а на реле

РПУ -2-М9\*800

РПУ -2-М9\*620

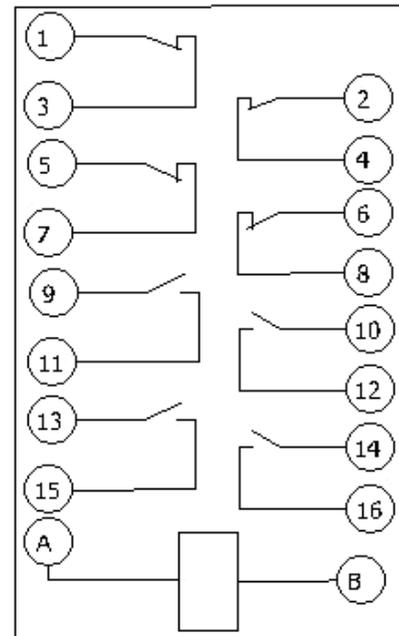
РПУ -2-М9\*440

**РПУ -2-М9\*620**



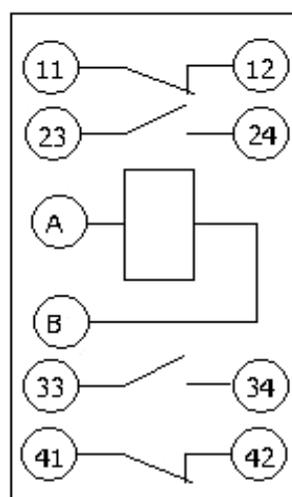
**4.44а**

**РПУ -2-М9\*440**



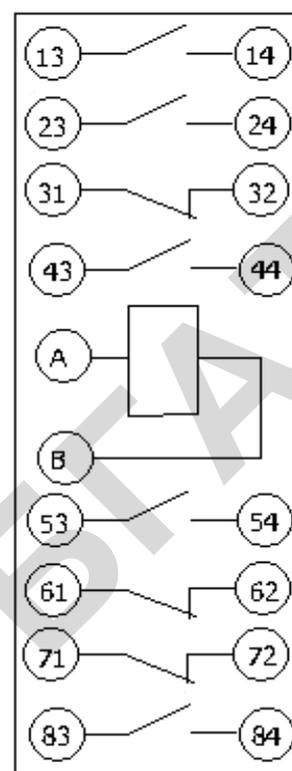
**4.45а**

РГУ - 3М - 144



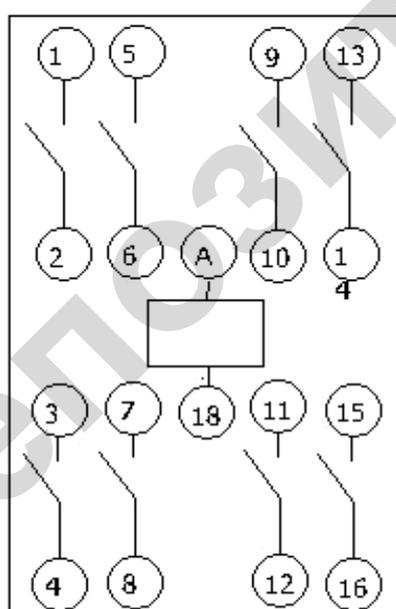
4.49

РГУ - 3М - 118



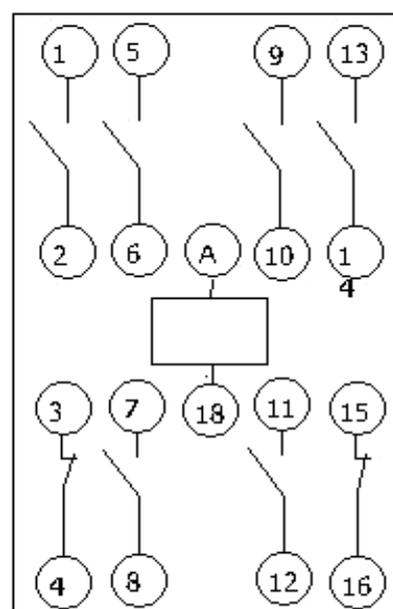
4.50

РГУ - 4 - 311



4.51

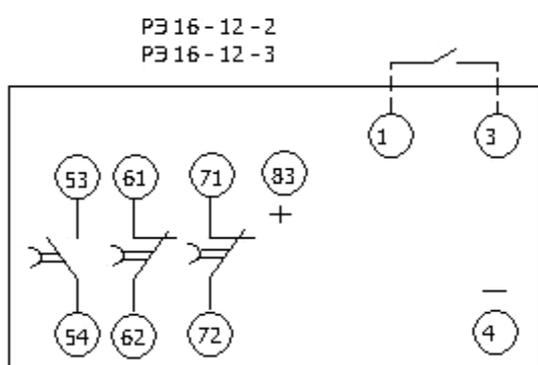
РГУ - 4 - 312



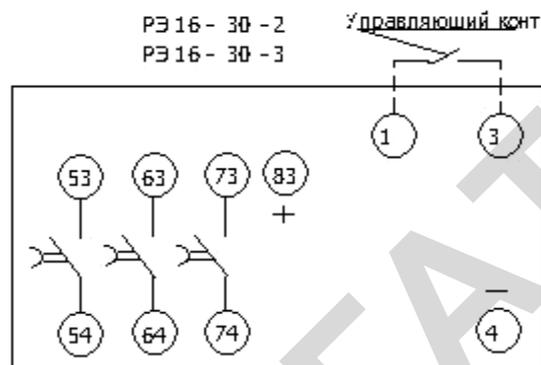
4.52

## РЕЛЕ УПРАВЛЕНИЯ

### Реле времени постоянного тока РЭ16

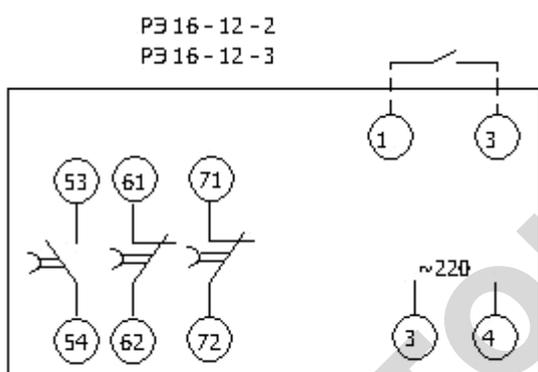


5.1

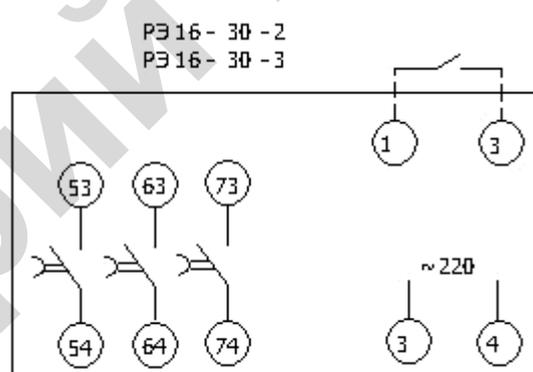


5.2

### Реле времени переменного тока РЭ16

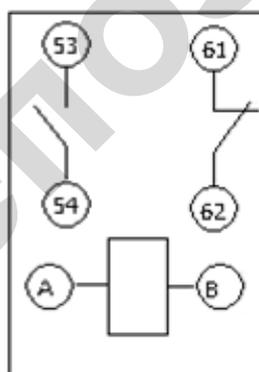


5.3

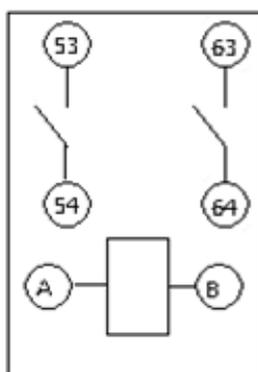


5.4

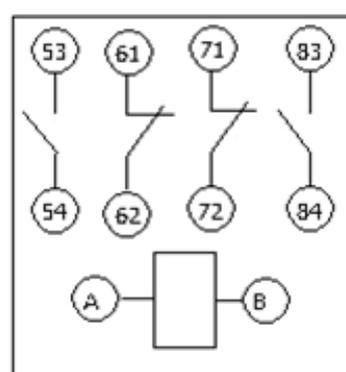
### Реле напряжения и промежуточные



5.5  
РЭ 12, РЭ  
14, РЭ-16-11-1

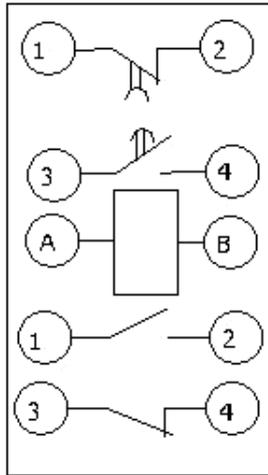


5.6  
РЭ 12, РЭ  
14, РЭ-16-20-1



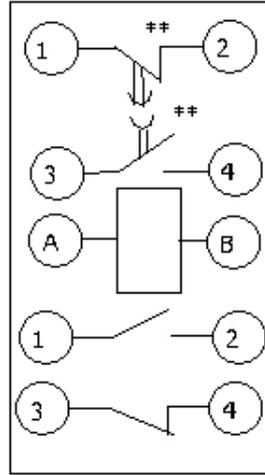
5.7  
РЭ 14, РЭ-16-2 2-1

**РВП72М-3221**



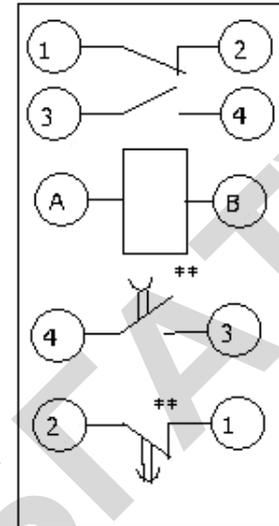
5.33

**РВП72М-3222**



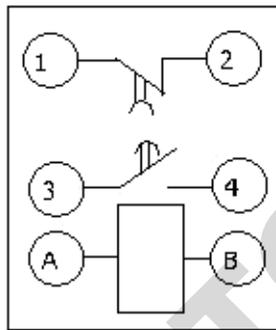
5.34

**РВП72М-3223**



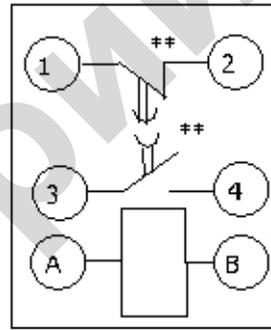
5.35

**РВП72М-3 121**



5.36

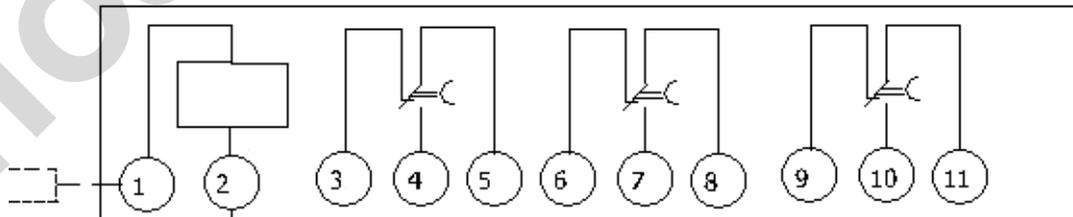
**РВП72М-3 222**



5.37

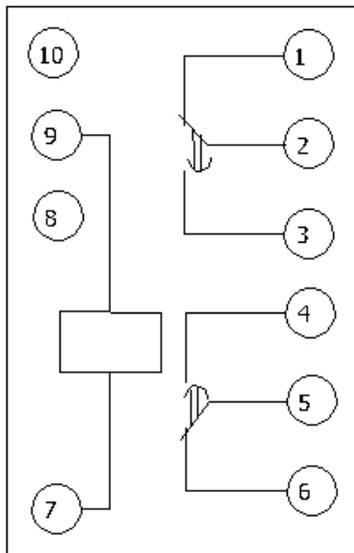
\*\* Состояние контактов дано при включенной катушке

**ВЛ-56**

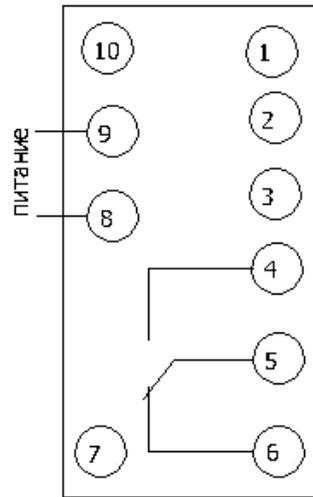


5.38

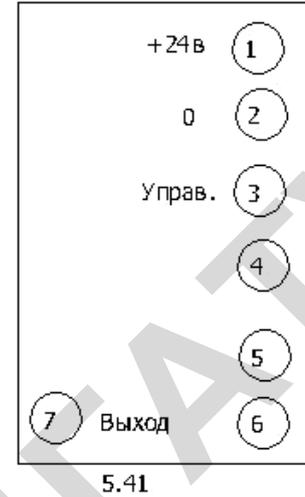
питание

**ВЛ-55**

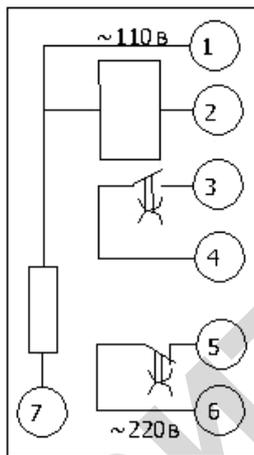
5.39

**ВЛ-59**

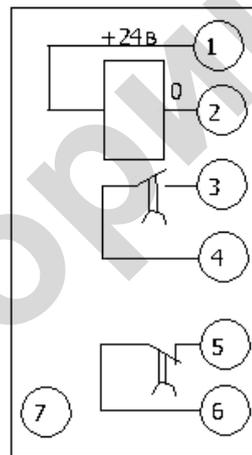
5.40

**ВЛ-69**

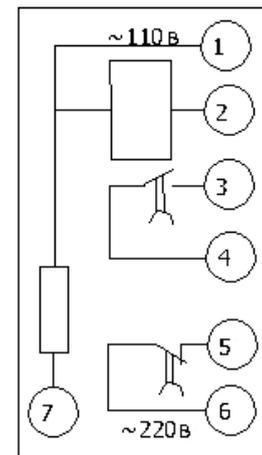
5.41

**ВЛ-65**

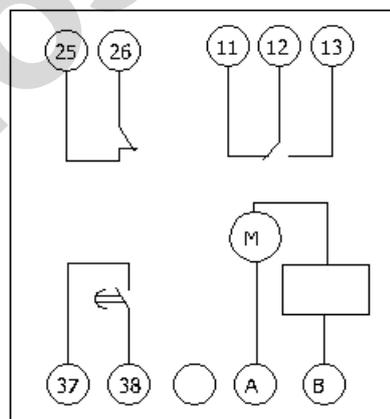
5.42

**ВЛ-64, ВЛ-66**

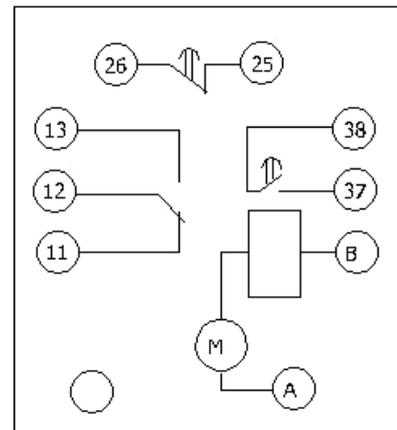
5.43

**ВЛ-68, ВЛ-69**

5.44

**ВС-33-1**

5.47

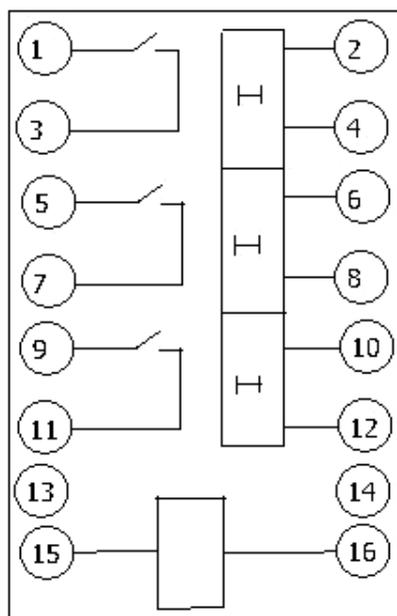
**ВС-33-2 (вид сзади)**

5.48

*Примечание.* Реле ВС-33-2 для утопленного монтажа.

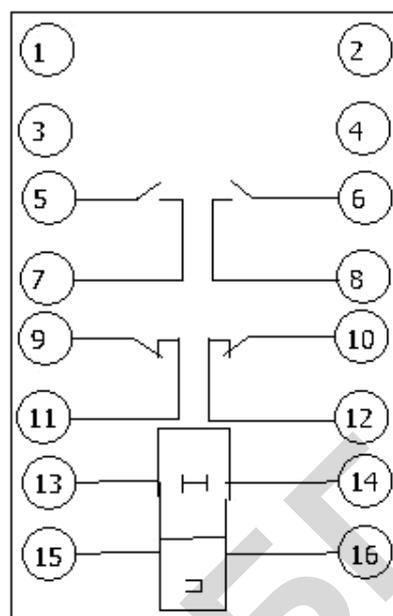


РП16-3



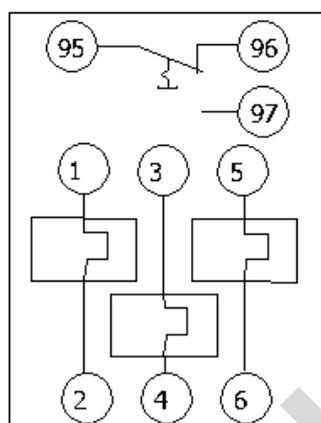
6.4

РП16-4



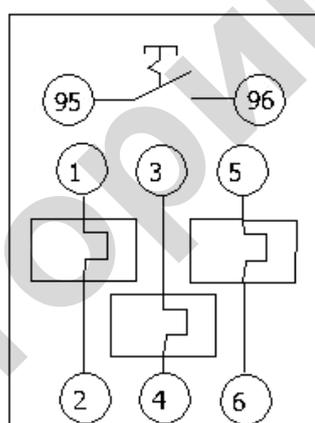
6.5

РТТ 5 - 06 (1п)

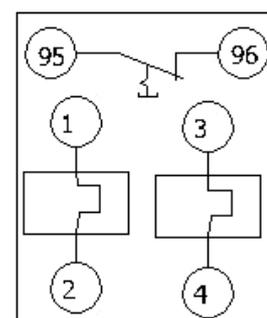


7.1

РТТ 5 - 06 (1з)

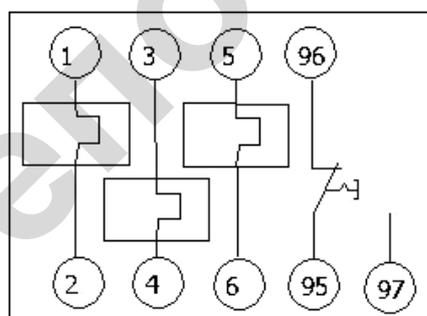


7.2

ТРН - 10  
ТРН - 25М

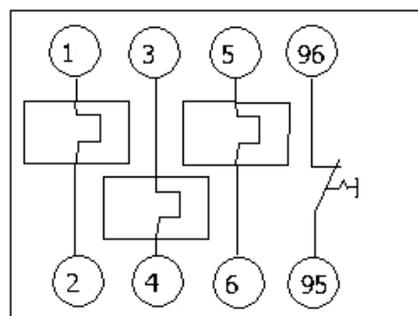
7.3

РТТ (1п)



7.4

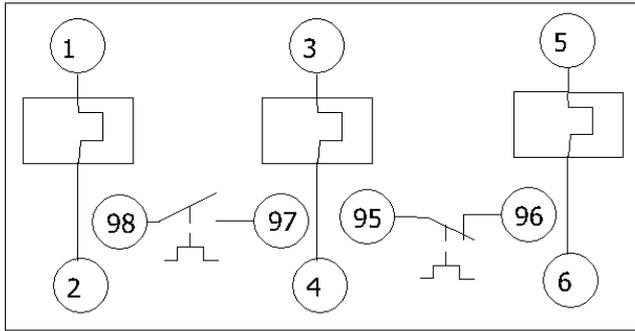
РТТ (1р)



7.5

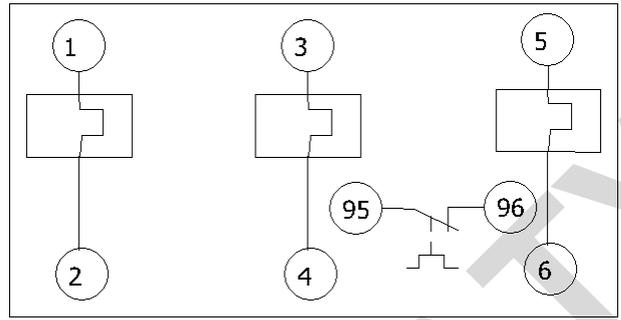
*Примечание.* Символы даны для отдельной установки реле. В исполнении реле для встройки в пускатель верхние зажимы отсутствуют.

РТЛ - 1000 , РТЛ - 2000



7.6

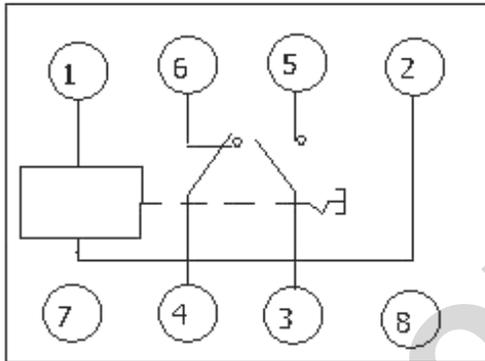
РТЛ - 1000С , РТЛ - 2000С



7.7

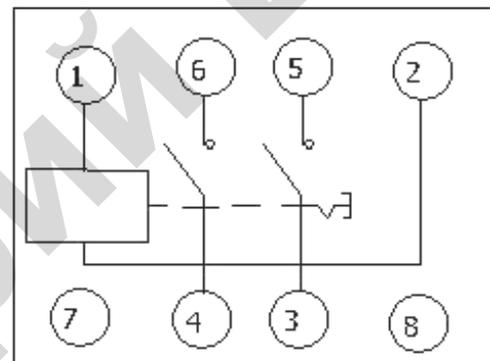
**РЕЛЕ СИГНАЛЬНЫЕ**  
(вид сзади)

РЭУ 11 - 11



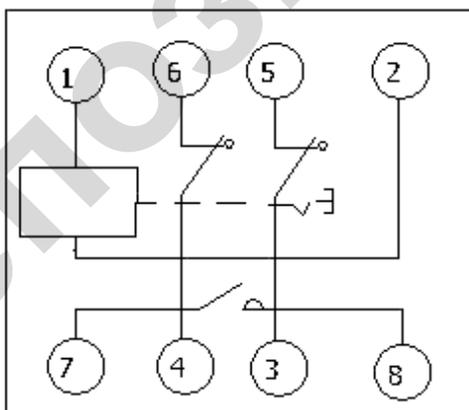
8.1

РЭУ 11 - 20



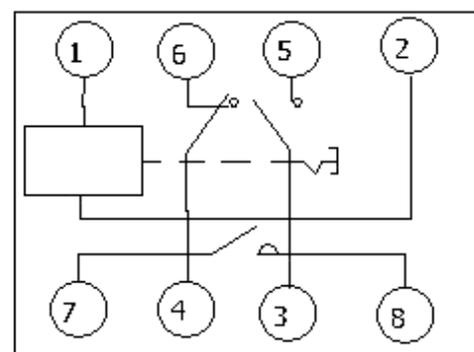
8.2

РЭУ 11 - 12



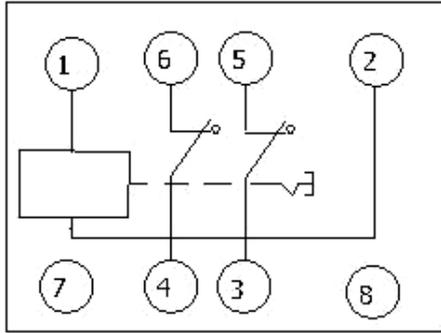
8.4

РЭУ 11 - 21



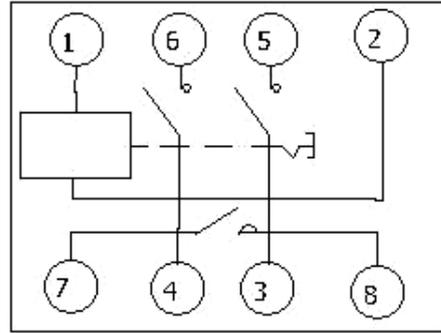
8.5

РЭУ 11 - 02



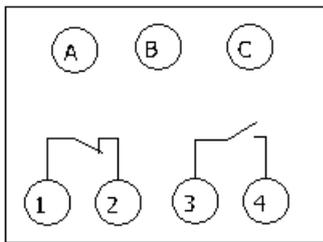
8.3

РЭУ 11 - 30



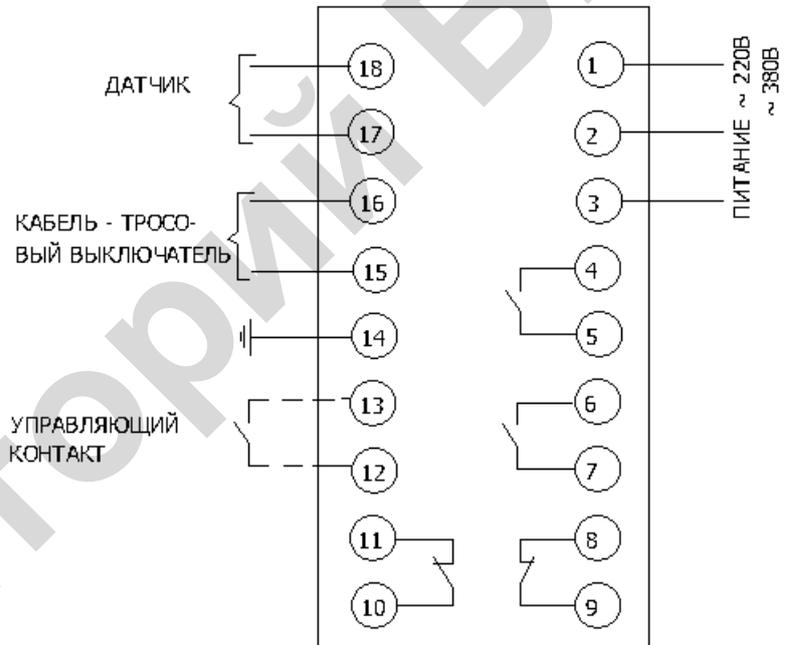
**РАЗНЫЕ РЕЛЕ**

ЕЛ 11, ЕЛ 12, ЕЛ 13



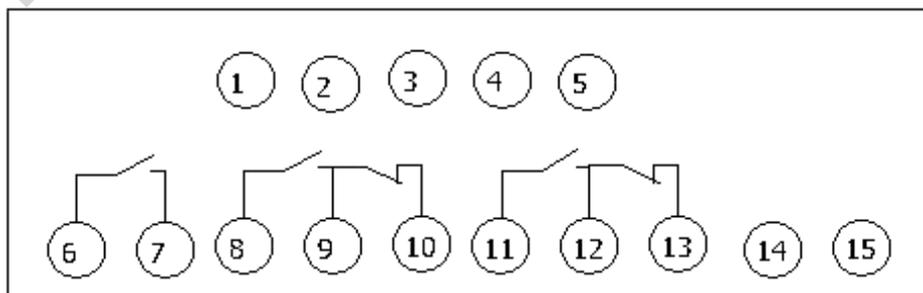
10.1

УК-1  
УК-2



10.3

БКС-3.1-01, БКС-3.2-01



10.2

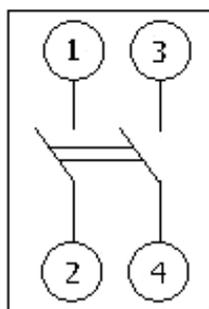
## РУБИЛЬНИКИ

1-полюсный



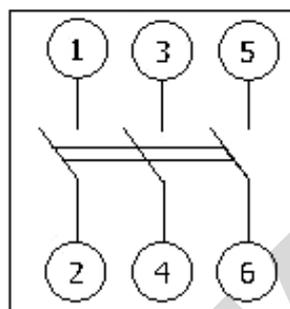
11.1

2-х полюсный



11.2

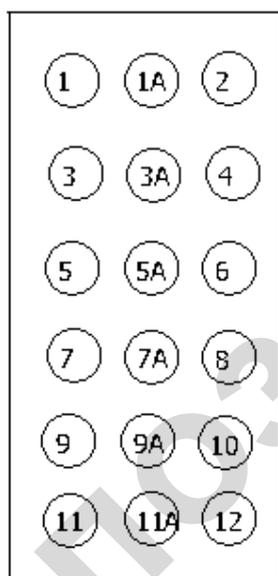
3-х полюсный



11.3

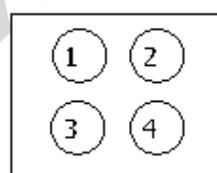
## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДЛЯ КРЫШЕК ПУЛЬТОВ

УП 5313



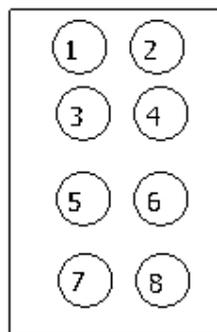
12.1

УП 5311



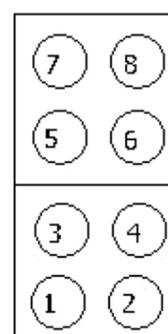
12.4

УП 5312



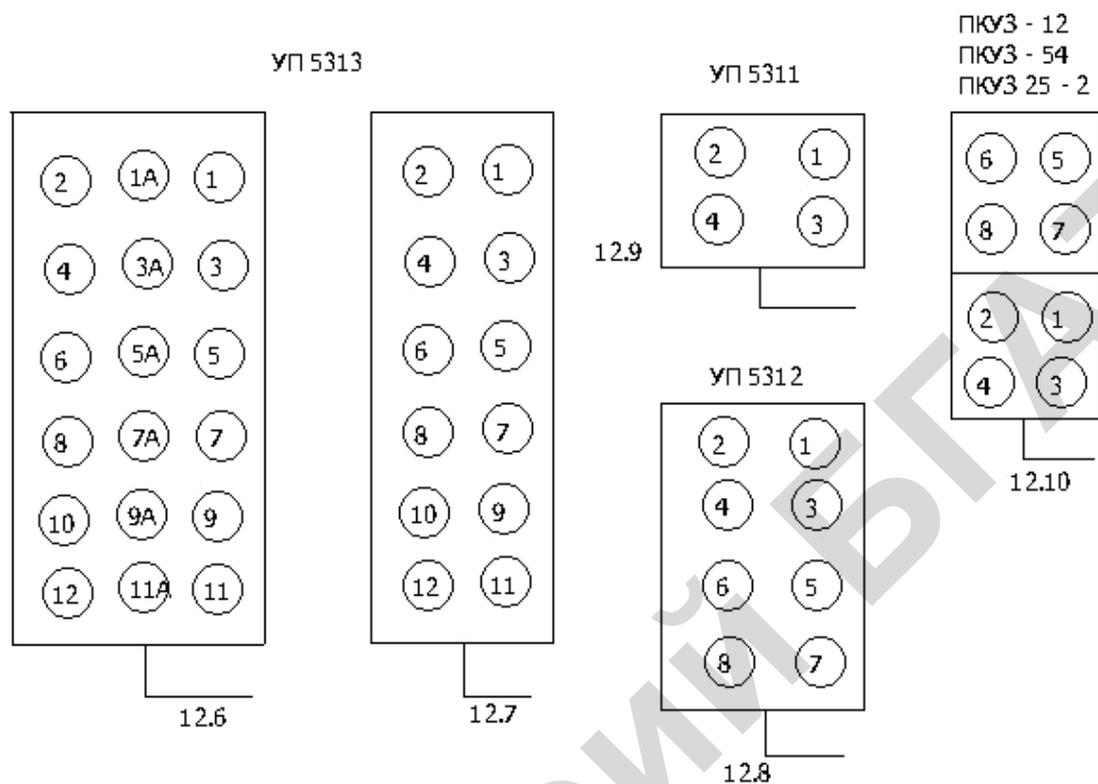
12.3

ПКУЗ - 12  
ПКУЗ - 54  
ПКУЗ 25 - 2

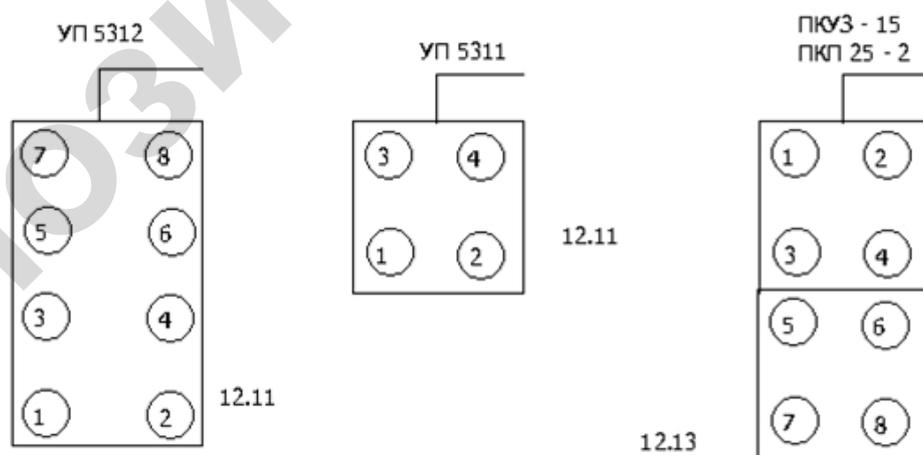


12.5

**ДЛЯ ДВЕРЕЙ ЯЩИКОВ И ШКАФОВ  
ДЛЯ ПАНЕЛЕЙ С ЗАДНИМ МОНТАЖОМ**



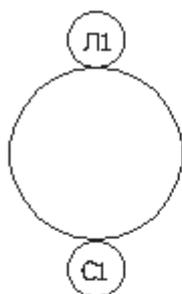
**ДЛЯ ПАНЕЛЕЙ С ПЕРЕДНИМ МОНТАЖОМ (ВИД СПЕРЕДИ)**



## ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ПАКЕТНЫЕ

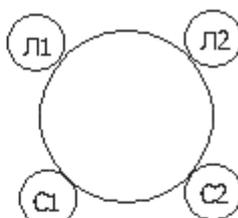
(ВИД СПЕРЕДИ)

ПВ 1 - 16



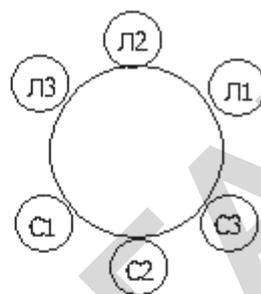
13.1

ПВ 2 - 16, ПВ 2 - 40,  
ПВ 2 - 60, ПВ 2 - 100,  
ПВ 2 - 250, ПВ 2 - 400



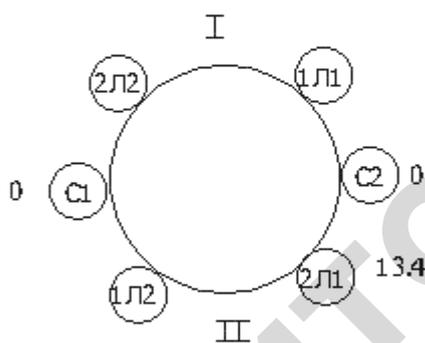
13.2

ПВ 3 - 16, ПВ 3 - 40,  
ПВ 3 - 60, ПВ 3 - 100,  
ПВ 3 - 250, ПВ 3 - 400



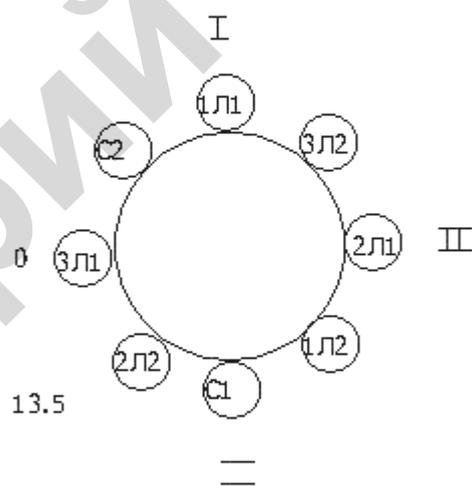
13.3

ПП2 - 16/Н2, ПП2 - 40/Н2  
ПП2 - 60/Н2, ПП2 - 100/Н2  
ПП2 - 250/Н2, ПП2 - 400/Н2

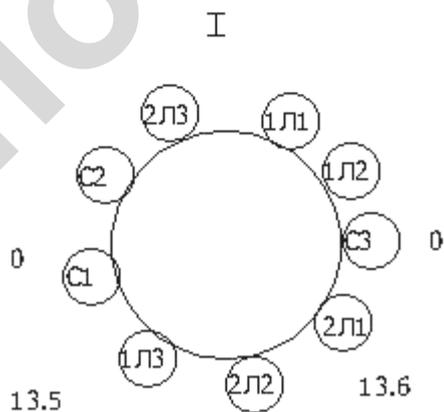


13.4

ПП2 - 16/Н3



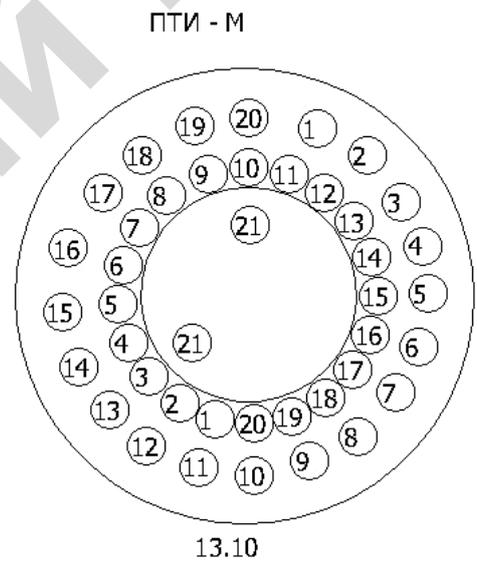
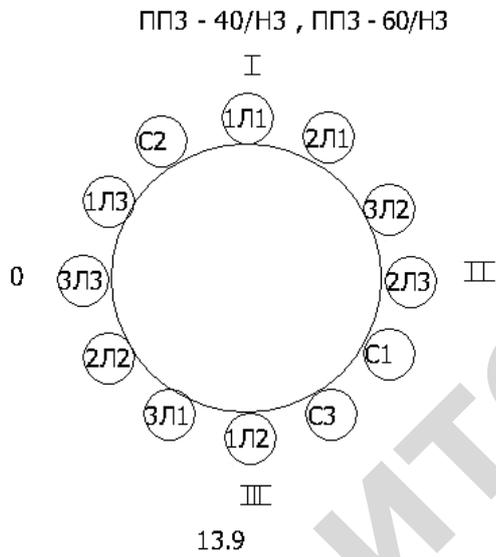
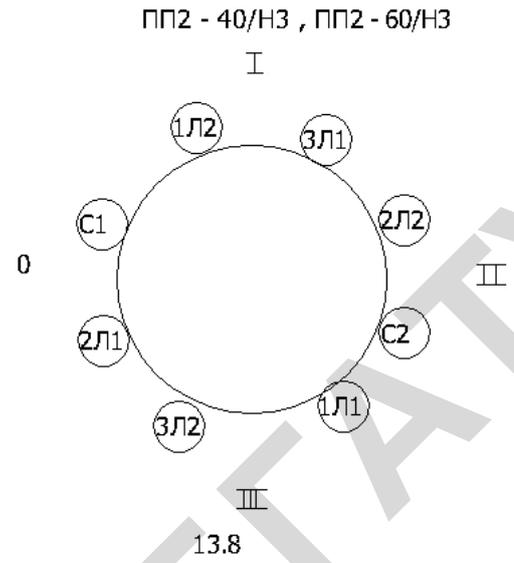
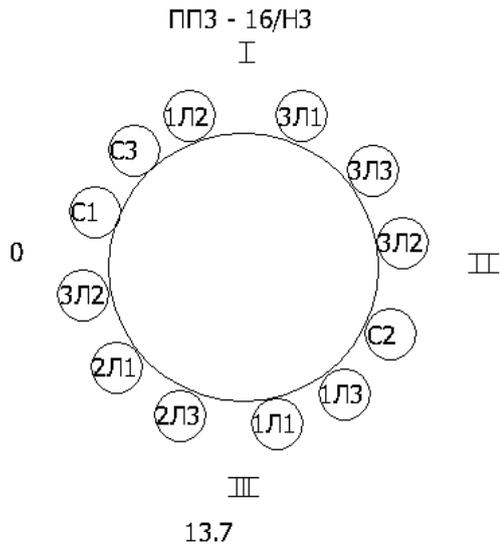
13.5



13.5

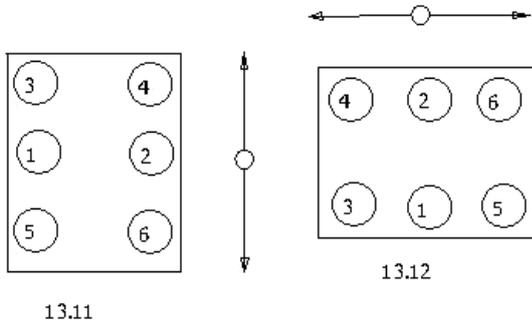
13.6

ПП3 - 16/Н2, ПП3 - 40/Н2  
ПП3 - 60/Н2, ПП3 - 100/Н2  
ПП3 - 250/Н2, ПП3 - 400/Н2

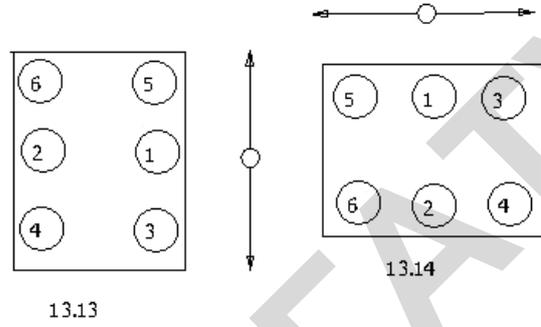


П2Т (ВИД СЗАДИ)

ДЛЯ КРЫШЕК  
ПУЛЬТОВ

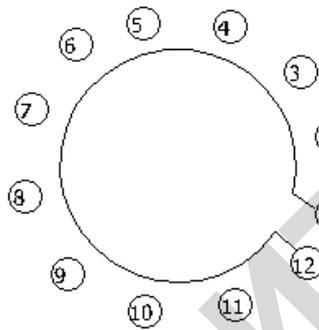


ДЛЯ ДВЕРЕЙ ЯЩИКОВ  
И ШКАФОВ

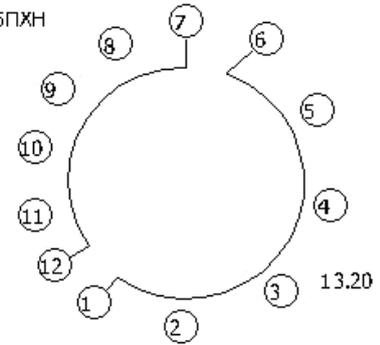


ДЛЯ ДВЕРЕЙ ЯЩИКОВ И ШКАФОВ

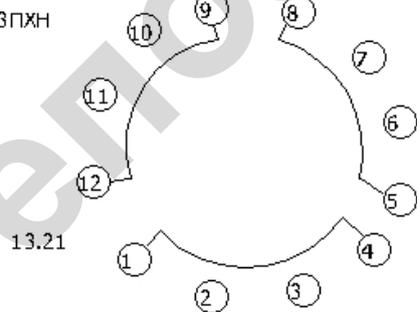
-11ПХН  
13.19



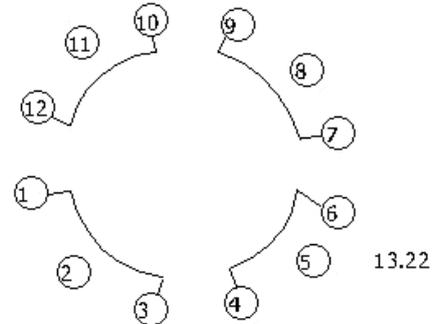
-5ПХН



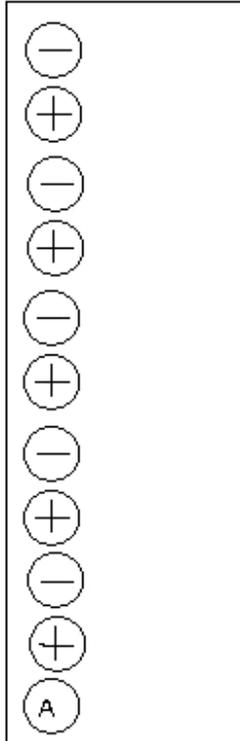
-3ПХН



-2ПХН

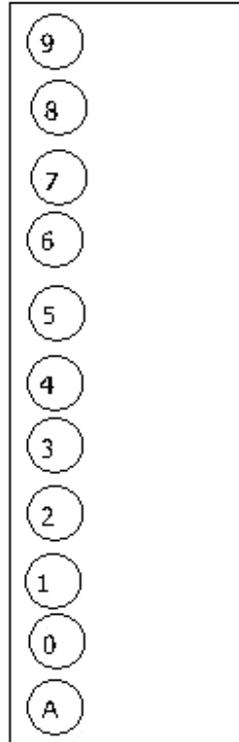


ПМП - 101



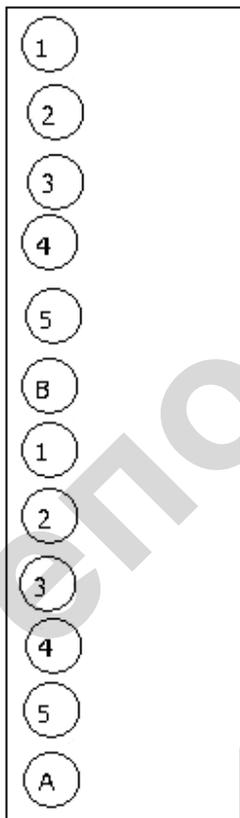
13.23

ПМП - 10 2



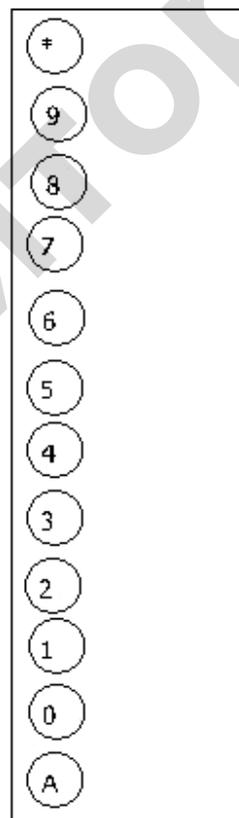
13.24

ПМП - 10 4



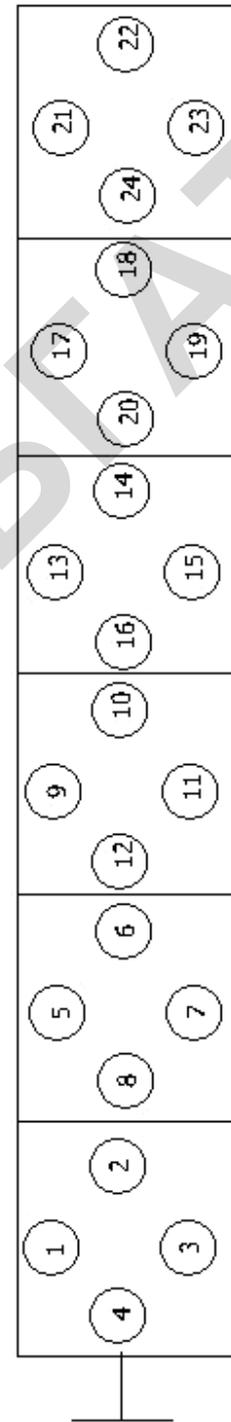
13.25

ПМП - 1 13



13.26

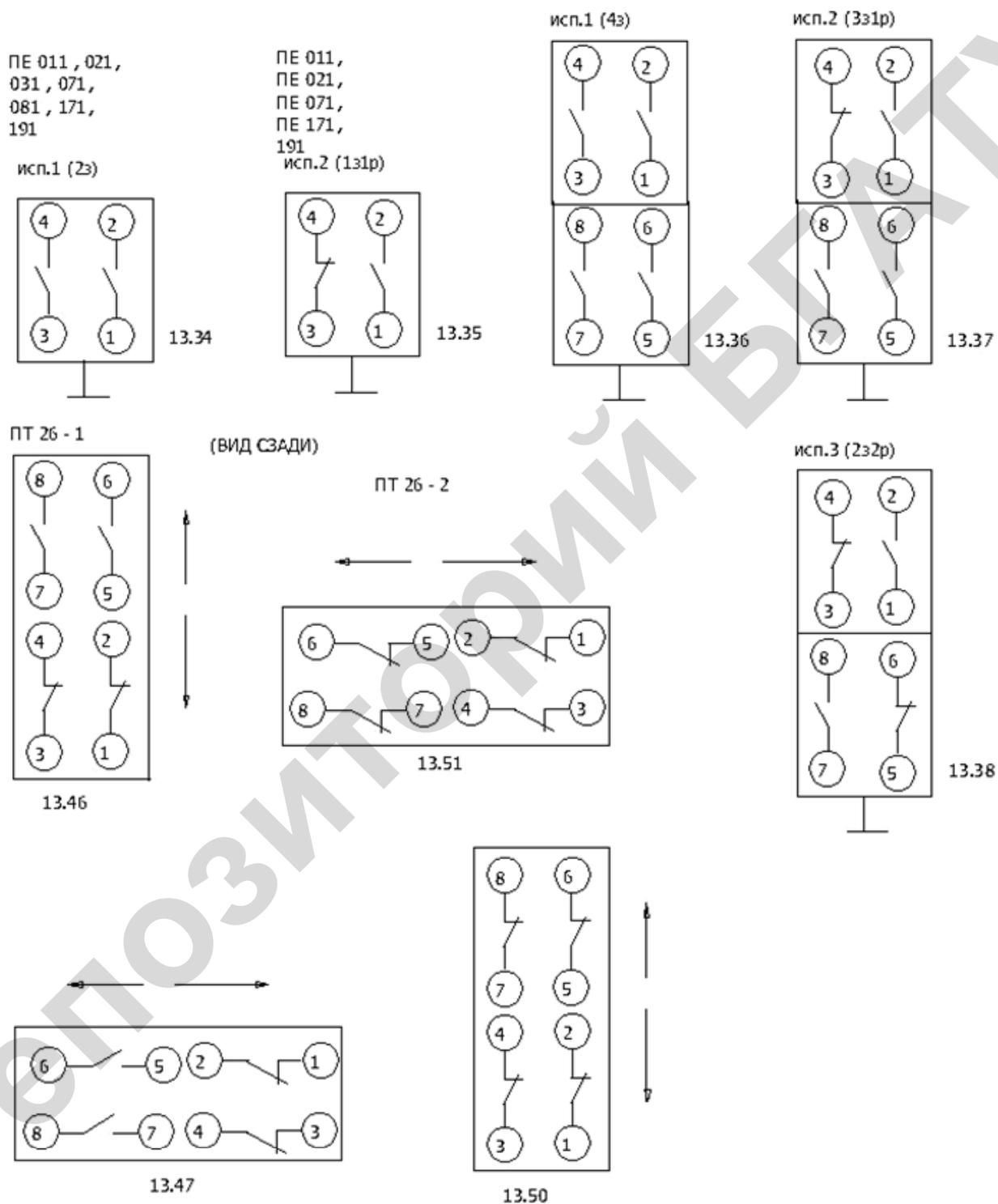
ПМОВ , ПМОФ ( ВИД СЗАДИ)  
ДЛЯ ДВЕРЕЙ ШКАФОВ И ПАНЕЛЕЙ



13.28

**ПЕ (ВИД СЗАДИ)**  
**ДЛЯ ДВЕРЕЙ ЯЩИКОВ И ШКАФОВ**

**ПЕ 012, 022, 032, 072, 172**



## ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

*Примечание.* Подвод напряжения осуществляется к зажиму 1.

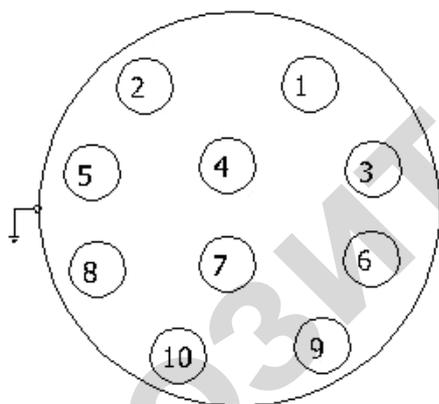


14.1

## КОМАНДОКОНТРОЛЛЕРЫ

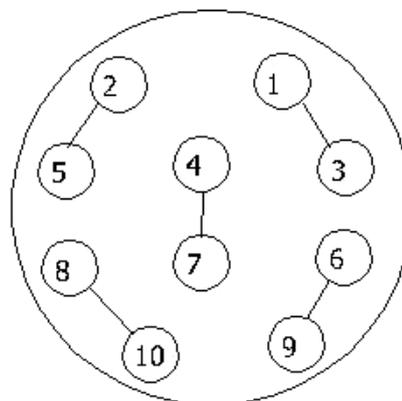
СКАЗ – 41-2, СКАЗ – 411-2 (Вид сзади)

Для дверей шкафов  
и панелей



15.1

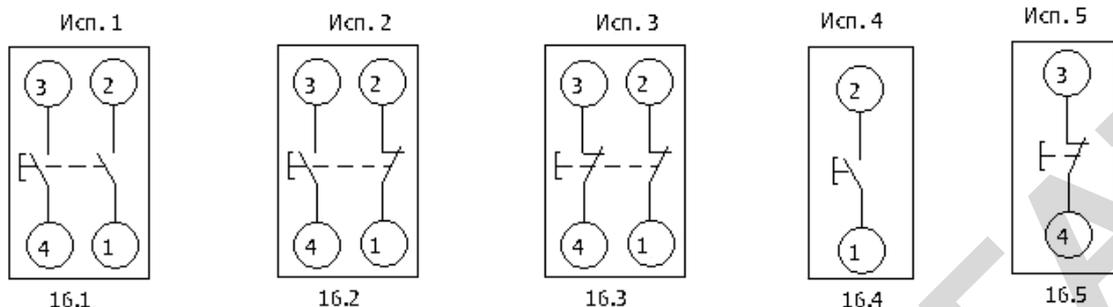
СКАР - 41 - ФР ( Вид сзади)



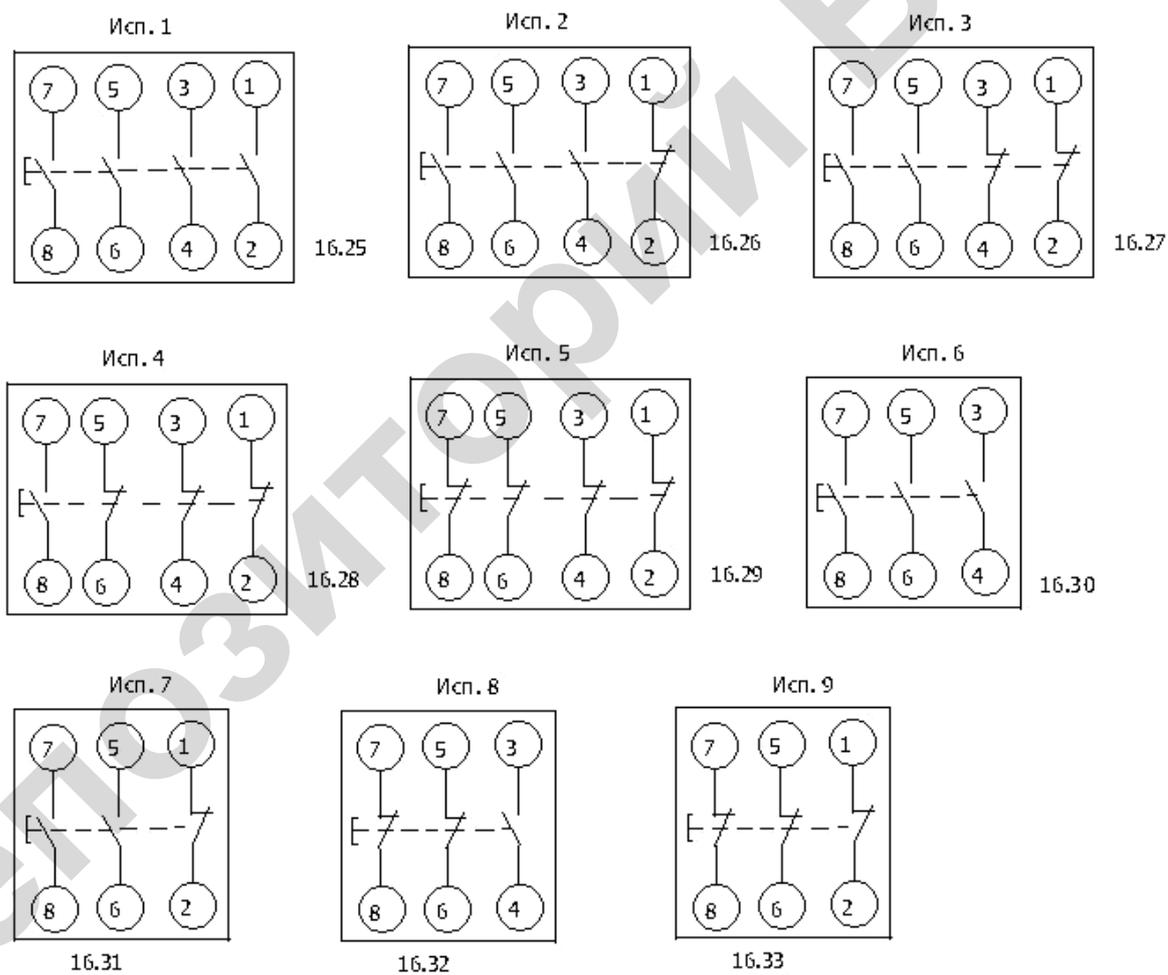
15.3

**КНОПКИ УПРАВЛЕНИЯ (ВИД СЗАДИ)  
ДЛЯ ДВЕРЕЙ ШКАФОВ И ПАНЕЛЕЙ**

**КЕ 011, 021, 031, 041, 061**

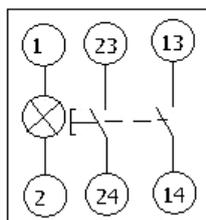


**КЕ 012 , 022 , 032 , 042 , 082**



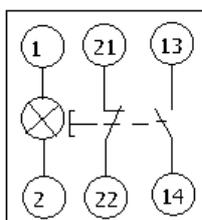
**КЕ 171**  
для дверей шкафов и панелей

Исп. 1



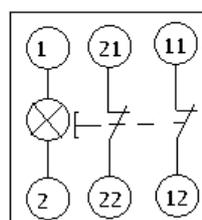
16.48

Исп. 2



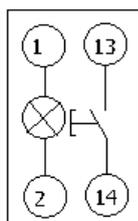
16.49

Исп. 3



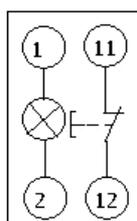
16.50

Исп. 4



16.51

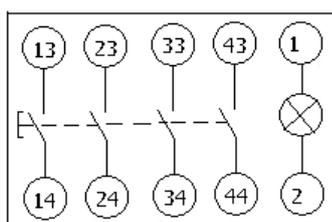
Исп. 5



16.52

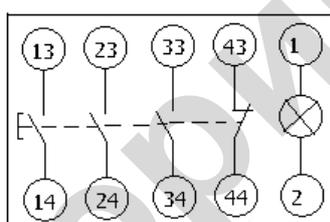
**КЕ - 172**

Исп. 1



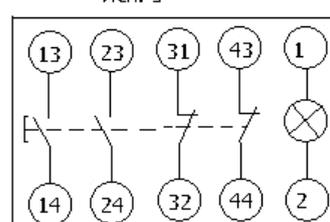
16.63

Исп. 2



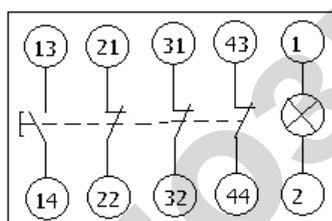
16.64

Исп. 3



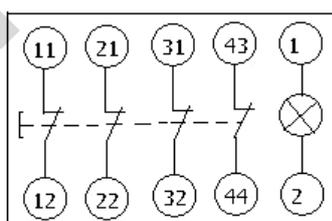
16.65

Исп. 4



16.66

Исп. 5

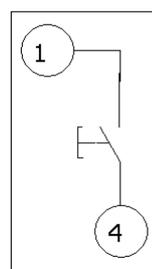


16.67

**КМЕ 6000**

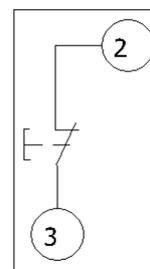
ВИД СЗАДИ ДЛЯ ДВЕРЕЙ ЯЩИКОВ,  
ШКАФОВ, ДЛЯ ПАНЕЛЕЙ С ЗАДНИМ МОНТАЖОМ

КМЕ 6110



16.75

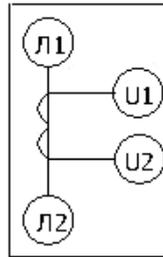
КМЕ 6101



16.76

## ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА

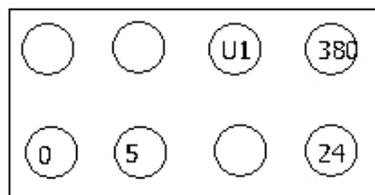
ТНШЛ, ТШЛМ, ТКЛМ, ТК-20, ТК-40,  
ТК-120, Т-0,66, ТР-0,66



17.1

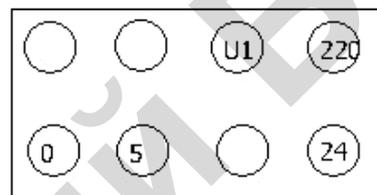
## ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

ОСМ1 - 0,063(U1 - 380)



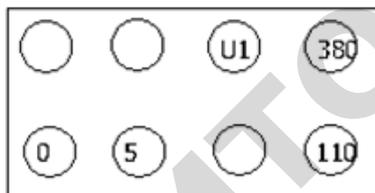
18.1

ОСМ1 - 0,01(U1 - 220)



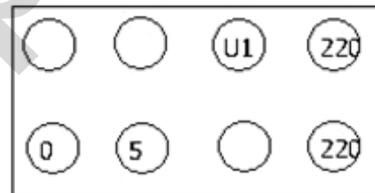
18.2

ОСМ1 - 0,25(U1 - 380)



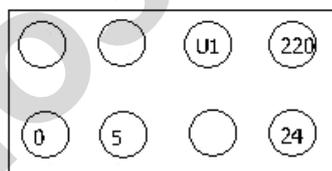
18.4

ОСМ1 - 0,4(U1 - 220)



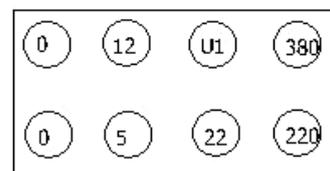
18.5

ОСМ1 - 0,16(U1 - 220)



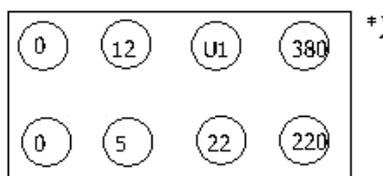
18.3

ОСМ1 - 0,4(U1 - 380)



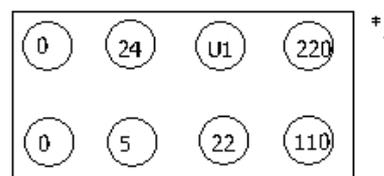
18.6

ОСМ1 - 2,5(U1 - 380)



18.8

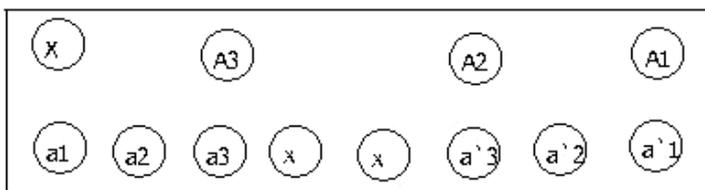
ОСМ1 - 1,0(U1 - 220)



18.7

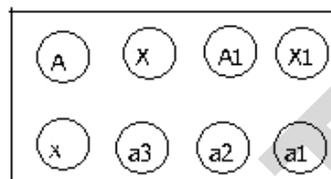
## ТРАНСФОРМАТОРЫ СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ

ОСС - 3 (5/0,8A)



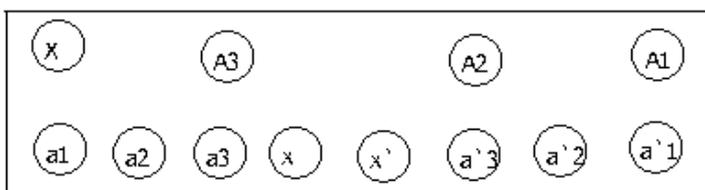
19.1

ОСС - 3 (10/3,3A)



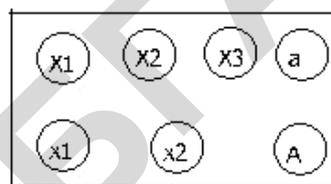
19.2

ОСС - 3 (4,3/0,8A)



19.3

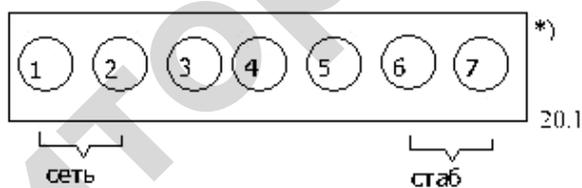
ОСС - 3 (0,2/0,1;90/0,2A)



19.4

## СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

С - 0,09; 0,16; 0,28; 0,5; 0,75; 0,9



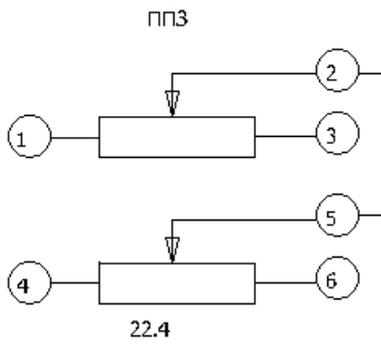
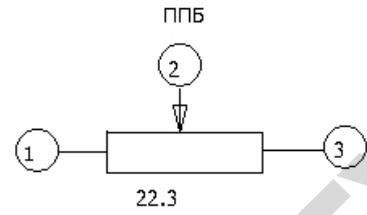
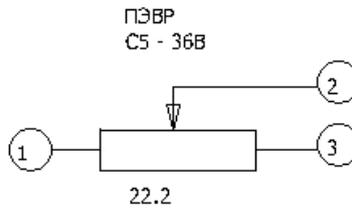
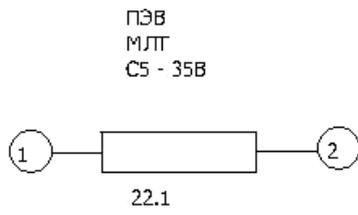
20.1

## ШУНТЫ

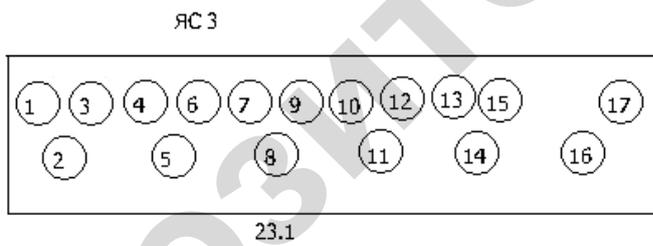
21.1



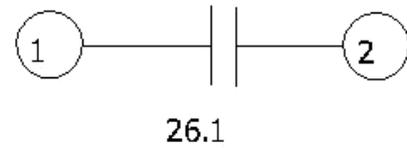
## РЕЗИСТОРЫ



## БЛОКИ РЕЗИСТОРОВ

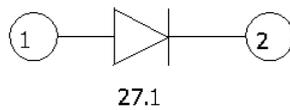


## КОНДЕНСАТОРЫ

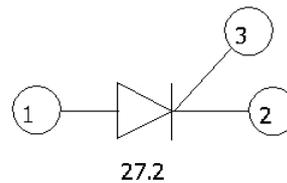


## ПОЛУПРОВОДНИКИ

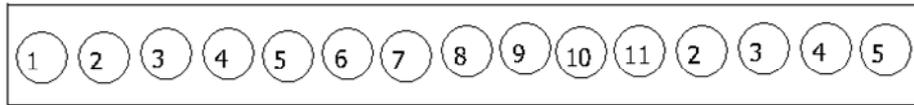
### ДИОДЫ



### ТИРИСТОРЫ



**ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ  
ЛОГИКА И, УВБ11**



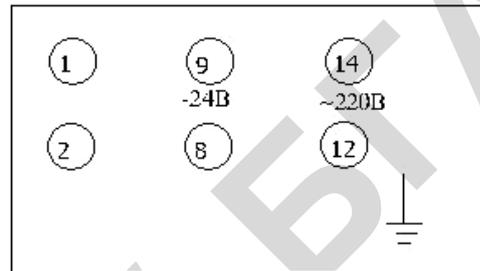
**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ (ВИД СЗАДИ)**

Н 3082

М 381М , М 42300  
Э - 365; Э - 8030; Э - 8031М

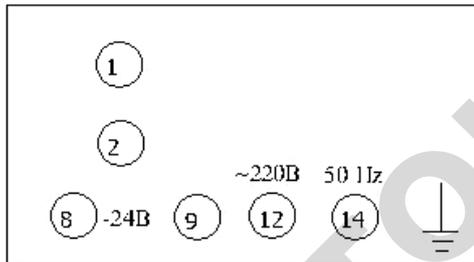


29.1



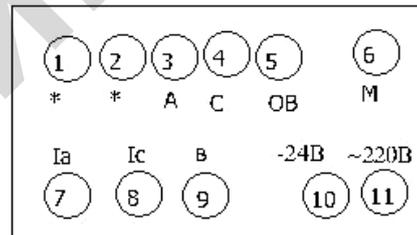
29.2

Н 3092



29.3

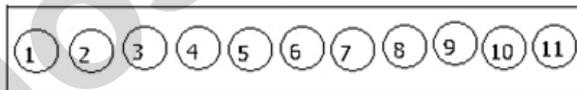
Н 3095



29.4

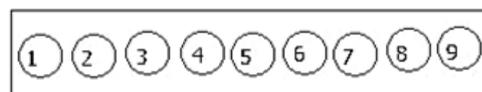
**ВИД СПЕРЕДИ**

САЗУ - У 672 М



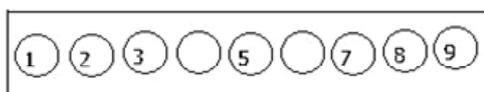
29.6

САЗУ - У 673 М



29.7

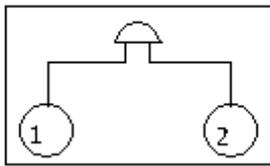
САЗУ - У 670 М



29.6

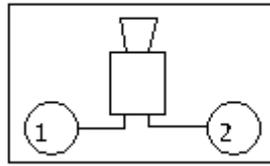
## ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

МЗ, ЗВОФ, ЗВП



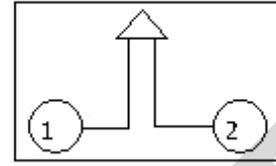
30.1

РВП, РВФ



30.2

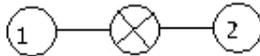
СС - 1



30.3

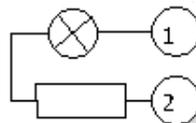
## СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

24 В



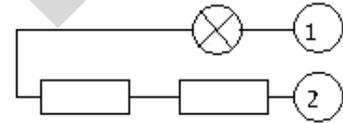
31.1

36 В (АС 120)  
48 ... 240 В



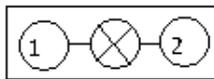
31.2

380 ... 440 В



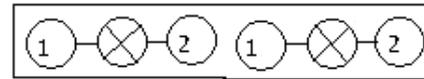
31.3

ТСМ



31.5

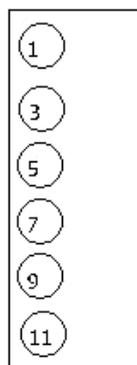
ТСБ



31.6

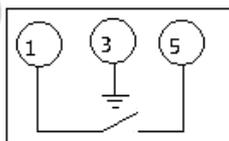
## РАЗНАЯ АППАРАТУРА

ППБ - 1, -2



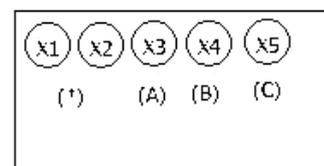
32.1

МЗ, ЗВОФ, ЗВП



32.3

ШП - 01 УМ



32.2

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

Учебное издание

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

*Практикум*

Составители:

**Павликова** Нина Ивановна,  
**Мартиенко** Татьяна Владимировна,  
**Музыченко** Елена Николаевна и др.

Ответственный за выпуск *В. П. Степанцов*  
Редактор *Н. А. Антипович*  
Компьютерная верстка *Н. А. Антипович*

Подписано в печать 28.12.2014 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 23,71. Уч.-изд. л. 18,54. Тираж 150 экз. Заказ 519.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/359 от 09.06.2014.  
№ 2/151 от 11.06.2014.  
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.