

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

**МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ
АВТОМАТИКИ**

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ***

**для студентов специальности
6-05-0713-04 «Автоматизация технологических процессов и производств
(Компьютерная мехатроника)»**

Витебск
2026

УДК 681.5

Составители:

А. А. Кузнецов, С. А. Клименкова, Д. А. Тёмкин

Одобрено кафедрой «Автоматизация производственных процессов»
УО «ВГТУ», протокол № 9 от 16.04.2026.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 8 от 28.04.2026.

Монтаж, эксплуатация и диагностика систем автоматики: методические указания по выполнению курсовой работы / сост. А. А. Кузнецов, С. А. Клименкова, Д. А. Тёмкин – Витебск : УО «ВГТУ», 2026. – 49 с.

Методические указания являются руководством по выполнению курсовой работы по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и диагностика систем автоматики» для студентов специальностей 6-05-0713-04 «Автоматизация технологических процессов и производств (компьютерная мехатроника)», содержат перечень разделов, которые необходимы для выполнения курсового проекта, освещают вопросы подготовки к выполнению, приводят примеры выполнения планов проводки сети, электроснабжения, построения схем цепи безопасности, требования к шкафам управления.

УДК 681.5

© УО «ВГТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
2 ТЕМАТИКА И СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ	6
2.1 Структура курсовой работы разработчика АСУ технологического оборудования.....	6
2.2 Структура курсовой работы разработчика АСУТП или АСУП.....	8
2.3 Структура курсовой работы разработчика автоматизированного измерительного комплекса и АРМ лаборанта	9
2.4 Структура курсовой работы для разработчиков программных продуктов....	10
3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СОДЕРЖАНИЮ, ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ, ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	12
3.1 Правила оформления	12
3.2 Порядок выполнения и защиты	15
4 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	16
4.1 Монтаж сетевого оборудования	16
4.1.1 Прокладка кабеля в цехах.....	16
4.1.2 Прокладка кабеля в административной части предприятия.....	16
4.1.3 Выбор коробов:.....	16
4.1.4 Типовая схема установки кабельных каналов.....	197
4.1.5 Монтаж шкафов.....	19
4.1.6 Пример выполнения плана проводки сети	19
4.2 Монтаж электрооборудования.....	21
4.2.1 Пример выполнения плана электропроводки.....	21
4.2.2 Требования к шкафам	24
4.3 Особенности монтажа средств автоматизации на предприятиях легкой и текстильной промышленности	26
4.4 Особенности монтажа датчиков и отборных устройств	28
4.4.1 Монтаж приборов для измерения температуры.....	29
4.4.2 Монтаж приборов для измерения давления, разряжения, расхода и уровня	30
4.4.3 Монтаж приборов для измерения состава вещества, вязкости и влажности	33
4.5 Заземление объектов автоматизации	38
4.6 Эксплуатация объектов автоматизации	41
4.7 Пример построения схемы цепи безопасности.....	42
ЛИТЕРАТУРА.....	44
Приложение А. План проводки сети в административном корпусе	45
Приложение Б. План проводки сети в промышленном корпусе	46
Приложение В. Пример выполнения плана электрических проводок в насосном помещении системы пожаротушения.....	47
Приложение Г. Пример выполнения плана помещения с разводкой трубопроводов и установкой оросителей системы пожаротушения.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания являются первичным источником информации, необходимой студентам для самостоятельного выполнения курсовой работы по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и диагностика систем автоматики». Они разработаны на основании учебного плана специальности 6-05-0713-04 «Автоматизация технологических процессов и производств (Компьютерная мехатроника)», а также базовой рабочей программы дисциплины «Монтаж, эксплуатация и диагностика систем автоматики» специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (Компьютерная мехатроника)».

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану курсовая работа выполняется на 4-м курсе дневной и 5-м курсе заочной форм обучения и является вместе с курсовым проектом по курсу «Автоматизация технологических процессов и оборудования в отрасли» заключительным этапом подготовки студентов к дипломному проектированию.

Выполнение курсовой работы должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами в процессе изучения как настоящего курса, так и дисциплин, изученных ранее:

- виды технической диагностики;
- методы и средства измерения диагностических параметров систем автоматизации;
- этапы монтажа средств и систем автоматизации;
- разновидности проектной документации монтажных работ;
- правила эксплуатации средств автоматизации;
- способы защиты систем автоматизации и виды защитных устройств как от влияния внешних и внутренних воздействий на систему, так и от опасных воздействий самой системы на человека, окружающую среду и другие объекты производства;
- виды ремонтов и технического обслуживания систем и средств автоматизации;
- правила составления инструкции по эксплуатации и технического описания систем автоматизации и др.

Кроме того, в процессе выполнения курсовой работы прививаются навыки применения этих знаний к комплексным разработкам конкретных инженерных проблем, подготавливая тем самым студентов к текущей самостоятельной творческой работе на производстве. Все это преследует *основную цель* – развитие способностей к *самостоятельному* инженерному творчеству.

Основные задачи курсовой работы – научить студентов:

пользоваться справочной литературой, ЕСКД, ГОСТами, СНиПами, техническими условиями и типовыми проектными разработками, связанными с монтажными, пуско-наладочными, ремонтными и диагностическими работами на производстве;

применять современную вычислительную технику и соответствующие программные средства для разработки технической документации, расчетов надежности работы систем, прогнозного времени проведения планово-предупредительных ремонтов, математического моделирования объектов автоматизации для теоретической проверки правильности работы средств контроля и диагностики и др.;

технически грамотно составлять пояснительную записку, спецификации к монтажным чертежам, планам, схемам, а также правильно обосновывать выбор

конкретных технических средств диагностирования, способов монтажа системы и средств автоматизации, необходимых видов ремонта и т. д.

2 ТЕМАТИКА И СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тема курсовой работы определяется исходя из темы курсового проекта по курсу «Автоматизация технологических процессов отрасли» и может:

- соответствовать названию дисциплины, например, «Монтаж, эксплуатация и диагностика АСУ прядильной машины» (см. раздел 2.1);
- соответствовать названию дисциплины, например, «Монтаж, эксплуатация и диагностика АСУ предприятием» (см. раздел 2.2);
- представлять собой инструкцию по эксплуатации объекта автоматизации и его техническое описание, например, «Инструкция по эксплуатации и техническое описание автоматизированного комплекса для измерения влажности текстильных материалов» (см. раздел 2.3);
- быть инструкцией пользователю разрабатываемого программного продукта с проектированием автоматизированного рабочего места (АРМ) пользователя (см. раздел 2.4).

2.1 Структура курсовой работы разработчика АСУ технологического оборудования

Работа содержит следующие основные разделы:

введение (раскрывается актуальность темы и формируется цель работы);

анализ объекта автоматизации:

- технологическая и компоновочная схемы процесса, где используется объект;
- описание работы, технические характеристики;
- условия эксплуатации, возможные внешние воздействия, помехи, человеческий фактор и др.;

монтаж объекта автоматизации:

- выбор проводов, кабелей, соединительных коробок, коробов, труб, щитов, пультов, исполнительных механизмов, защитных устройств и т. д.;
- выбор способов их прокладки и установки;
- построение планов электрической и трубной проводок;
- построение схем подключения, безопасности, сигнализации и заземления;

диагностика объекта автоматизации:

- определение физических параметров объекта, подлежащих измерению во время его диагностирования (кинематические, геометрические, динами-

ческие, механические, тепловые, акустические, электрические, магнитные и др.);

- формулировка задачи определения технического состояния объекта (исправности, работоспособности, правильности функционирования);

- выбор способа диагностирования (тестовое или функциональное диагностирование);

- определение глубины поиска неисправностей (блочная поуровневая структура объекта, график зависимости затрат на средства диагностирования и запасные элементы объекта от глубины поиска);

- выбор технических средств диагностирования (внешние, внутренние, специальные, специализированные, универсальные, программные, аппаратные);

- построение принципиальных электрических схем подключения средств диагностирования (с указанием контрольных точек, эталонных осциллограмм, допустимых значений и т.п.);

- построение диагностических диаграмм поиска неисправностей;

эксплуатация объекта автоматизации:

- текущая эксплуатация объекта автоматизации (комплекс мероприятий по текущему обслуживанию (ТО) и планово-предупредительному ремонту (ППР));

- ремонт объекта автоматизации (мероприятия согласно малому, среднему и капитальному ремонтам);

- метрологический надзор за средствами измерений (поверка, ревизия и экспертиза);

- построение графика ТО, ППР и других видов ремонта для основных блоков и узлов объекта автоматизации;

выводы и заключение (делаются выводы по каждому разделу пояснительной записки и дается заключение о том, достигнуты ли сформулированные цели и решены ли поставленные задачи);

литература (дается перечень использованных литературных источников: книг, журналов, сборников статей, методических указаний, патентов, сайтов Интернет, каталогов и др. [1]);

приложения (схемы, графики, таблицы, планы, рисунки, чертежи, алгоритмы, тексты программ, не вписавшиеся в основные разделы пояснительной записки, но необходимые для целостного восприятия курсовой работы).

В зависимости от вида и сложности объекта автоматизации руководитель может сократить объем некоторых основных разделов работы, оставив для полного выполнения только один (монтаж, эксплуатацию или диагностику).

Графическая часть работы включает в себя:

1. План электрических и трубных проводок (формат А2).

2. Типовые чертежи и схемы монтажа щитов, пультов, исполнительных механизмов, датчиков, прокладки электрических и трубных проводок в полу, стенах и т. п. (формат А1).

3. Принципиальные электрические схемы безопасности, сигнализации, диагностики и заземления (формат А2).

2.2 Структура курсовой работы разработчика АСУТП или АСУП

Работа содержит следующие основные разделы:

введение (см. раздел 2.1);

анализ объекта автоматизации:

- описание структуры предприятия, отдельных подразделений и их назначения;
- особенности производственного процесса с точки зрения удаленного мониторинга;
- условия эксплуатации оборудования в цехах, возможные внешние воздействия, помехи, человеческий фактор и др.;

монтаж объекта автоматизации:

- выбор и расчет типов кабелей (среды передачи данных)
- выбор активного и пассивного сетевого и управляющего оборудования (коммуникационных плат, шинных терминалов, повторителей, терминаторов, коммутаторов, концентраторов, серверов, промышленных компьютеров, стримеров, адаптеров, телекоммуникационных шкафов, патч-панелей и т. д.);
- выбор способов их прокладки и установки;
- построение планов проводок промышленной сети в цехах и административной части здания;
- построение схем подключения, безопасности, сигнализации и заземления;

диагностика объекта автоматизации:

- определение физических параметров объекта, подлежащих измерению во время его диагностирования (кинематические, геометрические, динамические, механические, тепловые, акустические, электрические, магнитные и др.);
- формулировка задачи определения технического состояния объекта (исправности, работоспособности, правильности функционирования);
- выбор способа диагностирования (тестовое или функциональное диагностирование);
- определение глубины поиска неисправностей (блочно-модульная поуровневая структура объекта, график зависимости затрат на средства диагностирования и запасные элементы объекта от глубины поиска);
- выбор технических средств диагностирования (внешние, внутренние, специальные, специализированные, универсальные, программные, аппаратные);
- построение диагностических диаграмм поиска неисправностей;

эксплуатация объекта автоматизации:

- текущая эксплуатация объекта автоматизации (комплекс мероприятий по текущему обслуживанию (ТО) и планово-предупредительному ремонту (ППР));
- ремонт объекта автоматизации (мероприятия согласно малому, среднему и капитальному ремонтам);
- метрологический надзор за средствами измерений (поверка, ревизия и экспертиза);
- построение графика ТО, ППР и других видов ремонта для основных блоков и узлов объекта автоматизации;

выводы и заключение (см. раздел 2.1);

литература (см. раздел 2.1);

приложения (см. раздел 2.1).

В зависимости от вида и сложности объекта автоматизации руководитель может сократить объем некоторых основных разделов работы, оставив для полного выполнения только один (монтаж, эксплуатацию или диагностику).

Графическая часть работы включает в себя:

1. План проводки промышленной сети (формат А1).
2. Типовые чертежи и схемы монтажа и прокладки кабелей, шкафов, сетевого оборудования и т. п. (формат А2).
3. Принципиальные электрические схемы безопасности, сигнализации, диагностики и заземления (формат А2).

2.3 Структура курсовой работы разработчика автоматизированного измерительного комплекса и АРМ лаборанта

Для студентов, чьи темы курсового проекта по АТПО связаны с разработкой автоматизированных измерительных комплексов для проведения исследований различных свойств материалов, систем автоматического контроля и диагностики технологических параметров или других сравнительно несложных объектов, курсовая работа выполняется в виде инструкции по эксплуатации и технического описания. Основные примерные разделы такой работы:

введение (см. раздел 2.1);

анализ объекта автоматизации:

- назначение и область применения;
- структурная и функциональная схемы;
- описание работы, технические характеристики;
- условия эксплуатации, возможные внешние воздействия, помехи, человеческий фактор и др.;

сборка и установка объекта автоматизации:

- перечень необходимого оборудования;
- выбор проводов, кабелей, соединительных коробок, коробов, защитных устройств, системы вентиляции, сетевого оборудования и т. д.;

- выбор способов их соединения, коммутации, разветвления, прокладки и установки;
- построение плана электрических и сетевых проводок;
- построение схемы заземления;
- описание порядка сборки и разборки объекта;

диагностика и эксплуатация объекта автоматизации:

- определение физических параметров объекта, подлежащих измерению во время его диагностирования (кинематические, геометрические, динамические, механические, тепловые, акустические, электрические, магнитные и др.);
- формулировка задачи определения технического состояния объекта (исправности, работоспособности, правильности функционирования);
- выбор способа диагностирования (тестовое или функциональное диагностирование);
- определение глубины поиска неисправностей (блочно-модульная поуровневая структура объекта);
- выбор технических средств диагностирования;
- построение принципиальных электрических схем подключения средств диагностирования (с указанием контрольных точек, эталонных осциллограмм, допустимых значений и т.п.);
- построение диагностических диаграмм поиска неисправностей;
- правила и график текущей эксплуатации и ремонта;

выводы и заключение (см. раздел 2.1);

литература (см. раздел 2.1);

приложения (см. раздел 2.1).

В зависимости от сложности объекта и его специфичности перечень разделов может быть скорректирован так же, как и их содержание.

Графическая часть работы включает в себя:

1. Структурная и функциональная схемы (формат А2).
2. Чертежи и схемы монтажа объекта, прокладки электрических и трубных проводок в полу, стенах и т.п. (формат А2).
3. Принципиальные электрические схемы безопасности, сигнализации, диагностики и заземления (формат А2).
4. Диагностические диаграммы (формат А2).

2.4 Структура курсовой работы для разработчиков программных продуктов

Для студентов, у которых тема курсового проекта по АТПО связана с разработкой программного продукта, основные разделы работы будут следующие:

введение (см. раздел 2.1);

описание программного продукта:

- назначение, область применения, связь с производством;
- минимальные аппаратные требования;
- файловая система программы (количество файлов в пакете, описание их типов, занимаемая память и пр.);
- алгоритм работы программы;
- инсталляция, запуск и завершение работы (порядок, время, режимы с рисунками диалоговых окон, с описанием опций, кнопок, флажков, переключателей, списков, всех видов меню, перечнем быстрых клавиш и пр.);
- интерфейс и его настройка (меню, команды, опции, панели инструментов, кнопки, флажки, переключатели, списки, быстрые клавиши, линейки, полосы прокрутки, бегунки, указатели мыши, индикаторы и пр.; настройки цвета, размеров, шрифтов и др.);

работа с программой (на примерах с рисунками и описанием всех действий):

- ввод данных;
- проверка правописания и защита от ошибок;
- построение графических объектов;
- выбор данных из списков;
- обращение к базам данных;
- вставка, удаление и копирование;
- поддержка OLE-технологии;
- распознавание объектов;
- форматирование;
- просмотр отчетов или рисунков;
- сохранение, в том числе резервных копий;
- печать;
- связь с периферийными устройствами (в том числе с технологическим оборудованием, датчиками);
- возможность написания макрокоманд;
- другие специфические функции и опции программы;

проектирование автоматизированного рабочего места пользователя:

- перечень необходимого оборудования на рабочем месте (в том числе технологического);
- план помещения с оборудованием, мебелью с указанием размеров;
- выбор проводов, кабелей, соединительных коробок, коробов, силовых щитов, пультов, исполнительных механизмов, защитных устройств, системы вентиляции, сетевого оборудования и т. д.;
- выбор способов их соединения, коммутации, разветвления, прокладки и установки;
- построение плана электрических и сетевых проводок;
- построение схемы заземления;
- правила текущей эксплуатации и ремонта.

выводы и заключение (см. раздел 2.1);

литература (см. раздел 2.1);

приложения (см. раздел 2.1).

В зависимости от вида программного продукта и его специфичности перечень разделов может быть скорректирован так же, как и их содержание.

Графическая часть работы включает в себя:

1. Алгоритм работы программы (формат А1).
2. План электрической и сетевой проводки АРМ (формат А2).
3. Чертежи и схемы монтажа объекта, прокладки электрических и трубных проводок в полу, стенах и т. п. (формат А3).
4. Принципиальные электрические схемы безопасности, сигнализации, диагностики и заземления (формат А3).

3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СОДЕРЖАНИЮ, ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ, ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Задание на курсовую работу оформляется на специальном бланке, подписывается руководителем, студентом и утверждается заведующим кафедрой.

Графическая часть работы выполняется в соответствии с ЕСКД и с соблюдением требований на чертежи, планы и схемы, принятых в технике [1–7].

Решения, приводимые в пояснительной записке, должны иметь обоснования путем сравнения имеющихся возможных вариантов и выбора наилучшего из них. Расчеты должны сопровождаться схемами, графиками, эскизами. Входящие в формулы буквенные обозначения, за исключением общепринятых, должны иметь пояснения. Расчеты вести в системе СИ. Приводимые расчеты должны быть обоснованы ссылкой на литературу.

Пояснительная записка выполняется на стандартных листах бумаги (формат А4) без рамок и основных надписей (за исключением чертежей, схем, планов, спецификаций), объем записки – не менее 20 страниц без приложений. Все листы (кроме графической части) вместе с заданием подшиваются в папку-скоросшиватель, на которую наклеивается титульный лист. Графическая часть работы должна дублироваться в пояснительной записке (можно уменьшить масштаб, но схемы, обозначения и другой текст должны читаться).

3.1 Правила оформления

Правила оформления курсовой работы следующие [8]:

- шрифт – Arial 13 пт или Times New Roman 14 пт, обычный, нормальный, черный;
- межстрочный интервал – 1;
- красная строка – 1,25 см;
- отступы – 0;
- интервалы между абзацами – 0;

- поля (в см): слева – 3, справа – 1; снизу – 1, сверху – 2;
- колонтитулы – по 1,25 см;
- нумерация страниц – сверху посередине;
- заголовки 1-го уровня (разделов) – шрифт – Times New Roman 14пт, все прописные, жирный, нормальный, черный, выравнивание по левому краю с красной строкой 1,25 см;
- заголовки 2-го уровня (подразделов) – шрифт – Times New Roman 14 пт, как в предложениях, курсив, обычный, нормальный, черный, выравнивание по левому краю с красной строкой 1,25 см;
- заголовки 3-го и 4-го уровней (пунктов и подпунктов) – шрифт – Times New Roman 14 пт, как в предложениях, обычный, нормальный, черный, выравнивание по левому краю с красной строкой 1,25 см.

Пункты и подпункты могут быть без заголовков.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа (1,25 см), как показано в примере.

Пример

- а) _____
- б) _____
 - 1) _____
 - 2) _____
- в) _____

Рисунки подписываются снизу посередине, например

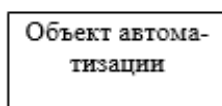


Рисунок 1 – Название рисунка

и нумеруются подряд через всю записку, так же, как таблицы и формулы.

Таблицы подписываются сверху слева, например

Таблица 1 – Название таблицы

Наименование	Числовое значение
Скорость, м/мин	50

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Продолжение таблицы на следующей странице, например:

Продолжение таблицы 1

Наименование	Числовое значение
Ускорение, м/мин ²	20

Шрифт в таблицах может быть уменьшен до 12 пт.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

Формулы выравниваются посередине и нумеруются по правому краю с помощью табуляции, причем номер записывается в круглых скобках, например:

$$y = 2x^2 + 4x - 56 \quad (1).$$

Оглавление вставляется перед текстом записки.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также в данном документе;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;
- применять без числовых значений математические знаки, например > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Пример выполнения основной надписи на чертежах показан в приложении Д.

Список литературы выполняется согласно правилам, описанным в [9].

3.2 *Порядок выполнения и защиты*

Выдача задания производится сразу после получения студентами задания на курсовой проект по АТПО. На одной из лекций или на практическом занятии определяются цели и задачи, требования, объем работы и наиболее характерные пути решения. Согласовываются графики выполнения разделов курсовой работы каждым студентом и еженедельных консультаций преподавателя.

Сдать готовую курсовую работу на проверку необходимо не позднее, чем за 5 дней до установленного срока защиты (при условии, что студент все разделы выполнял вовремя и ходил на консультации), и не позднее, чем за 10 дней до установленного срока защиты (при условии, что студент выполнял работу самостоятельно, без консультаций). Это объясняется тем, что в первом случае преподаватель знаком с ходом выполнения работы и остается проверить только ее последнюю часть и оформление, а во втором случае – работа незнакома, в ней могут быть существенные ошибки, которые студенту необходимо будет исправить до защиты. В любом случае студент может защищать свою работу только после получения допуска от своего руководителя в виде подписи на титульном листе и фразы «к защите».

Срок защиты устанавливается в течение последней недели перед сессией (для студентов дневной формы обучения), или на конкретный день сессии (для студентов заочной формы обучения) и распределяется на несколько дней из расчета не более 10–12 человек в день. Защита состоит из краткого доклада студента (8–10 мин) и ответов на вопросы комиссии, состоящей не менее чем из двух преподавателей.

При не выходе в установленный срок на защиту курсовой работы или при получении неудовлетворительной оценки студент может согласовать с комиссией новый срок. Для студента дневной формы обучения, чтобы получить допуск к сессии, этот срок должен быть ограничен днем перед первым экзаменом сессии. Для студента заочной формы обучения он может быть ограничен днем перед госэкзаменом по специальности. Дальнейший перенос сроков ведет к пропуску экзаменов сессии у студентов дневной формы обучения и к недопуску к госэкзамену у студентов заочной формы обучения.

4 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

4.1 Монтаж сетевого оборудования

4.1.1 Прокладка кабеля в цехах

В цеховых помещениях кабель прокладывается в специальных кабель-каналах. Кабель прокладывается по дну или на специальных полках (рис. 1, 2).

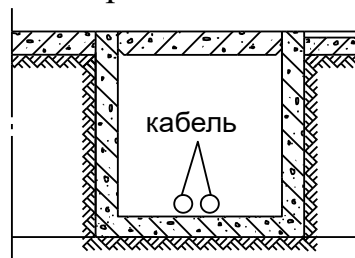


Рисунок 1 – Прокладка
кабеля по дну

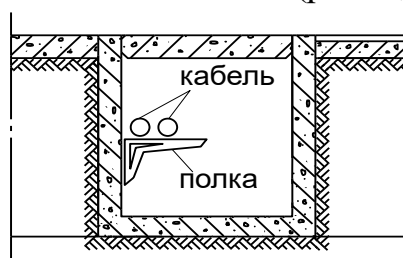


Рисунок 2 – Прокладка
кабеля на стойках

Выбор полок и стоек осуществляется следующим образом:

Полезная длина l полки:

$$l = n \cdot d, \text{ мм}, \quad (1)$$

где d – диаметр кабеля, мм; n – число кабелей, шт.

Длина полки $L > l$ и выбирается из стандартного ряда значений длин полок.

4.1.2 Прокладка кабеля в административной части предприятия

Для прокладки кабеля в офисных помещениях предприятия используются пластиковые короба.

Кабельные трассы в рабочих помещениях проходят вдоль стен и закрываются кабельными каналами (коробами), например, производства компании Legrand (располагаются на высоте 0,5 м от пола).

4.1.3 Выбор коробов

$$S \geq \frac{n \cdot d^2}{k}, \quad (2)$$

где S – площадь сечения короба, мм²; n – число проводников, шт; d – диаметр проводника, мм; k – коэффициент заполнения (0,45).

В соответствии с формулой (2), выбираются короба для прокладки сетевых кабелей в зданиях. Так, например, для прокладки 10 кабелей, необходим короб площадью

$$S \geq \frac{10 \cdot 6^2}{0.45} = 800, \text{ мм}^2$$

На основании полученного значения выбирается ближайший по значению размер короба из стандартных номиналов.

В зависимости от категории смежных помещений, проходы сквозь стены выполняются открытыми или уплотненными. Для внутренних отапливаемых помещений предприятия проходы выполняются открытыми. Для этого в стенах рабочих помещений сверлятся отверстия, в которые устанавливаются закладные трубы (рис. 3).

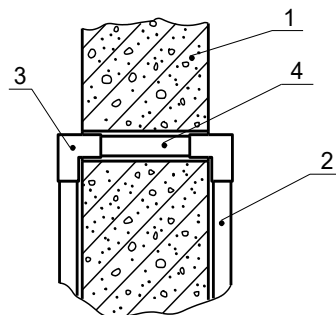


Рисунок 3 – Проход кабеля сквозь стену:

1 – стена; 2 – пластиковый короб; 3 – отвод; 4 – закладная труба

В горизонтальных кабельных каналах устанавливаются розетки с модулями RJ45 для каждого рабочего места. К ним подключаются рабочие станции сотрудников предприятия.

4.1.4 *Типовая схема установки кабельных каналов* показана на рисунке 4. В таблице 1 приведено описание основных конструктивных элементов.

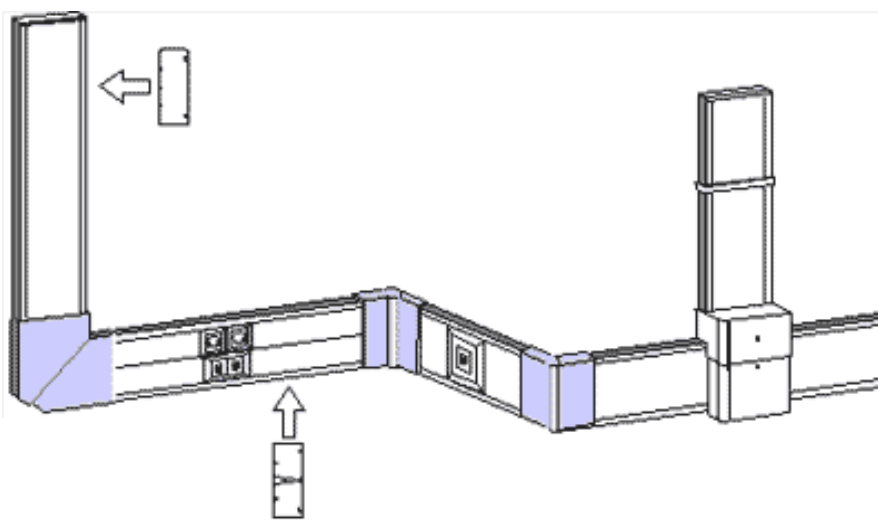
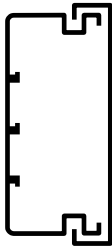
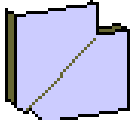
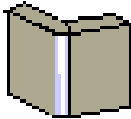
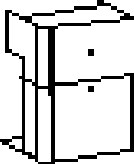


Рисунок 4 – Схема установки кабельных каналов

В зависимости от типа несущей конструкции, могут применяться различные виды крепления коробов (шурупы, гвозди, силикон). Пример крепления короба на шурупах приведен на рисунке 5.

Таблица 1 – Конструктивные элементы коробов

Элемент	Название
	Поперечное сечение короба
	Плоский угол с изменяемой величиной раствора
	Рамка
	Внутренний угол с изменяемой величиной раствора
	Внешний угол с изменяемой величиной раствора
	Отвод

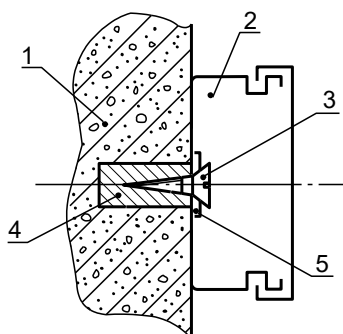


Рисунок 5 – Крепление коробов к несущей конструкции:
1– несущая конструкция; 2 – короб; 3 – шуруп; 4 – пробка; 5 – шайба

4.1.5 Монтаж шкафов

В цехах прокладка кабеля будет осуществляться ниже уровня пола в кабель-каналах. Поэтому необходимо установить шкафы таким образом, чтобы обеспечить ввод кабелей в шкаф. Схема установки шкафов с оборудованием над кабель-каналами приведена на рисунке 6.

В административном корпусе в помещении аппаратной шкаф с коммутационным оборудованием крепится на стену, а кабель подводится через съемные крышки с помощью кабельных вводов сверху или снизу.

4.1.6 Пример выполнения плана проводки сети

Пример плана проводки сети представлен в приложении А (административная часть здания), в приложении Б (промышленная часть здания). В таблице 2 приведены основные условные обозначения.

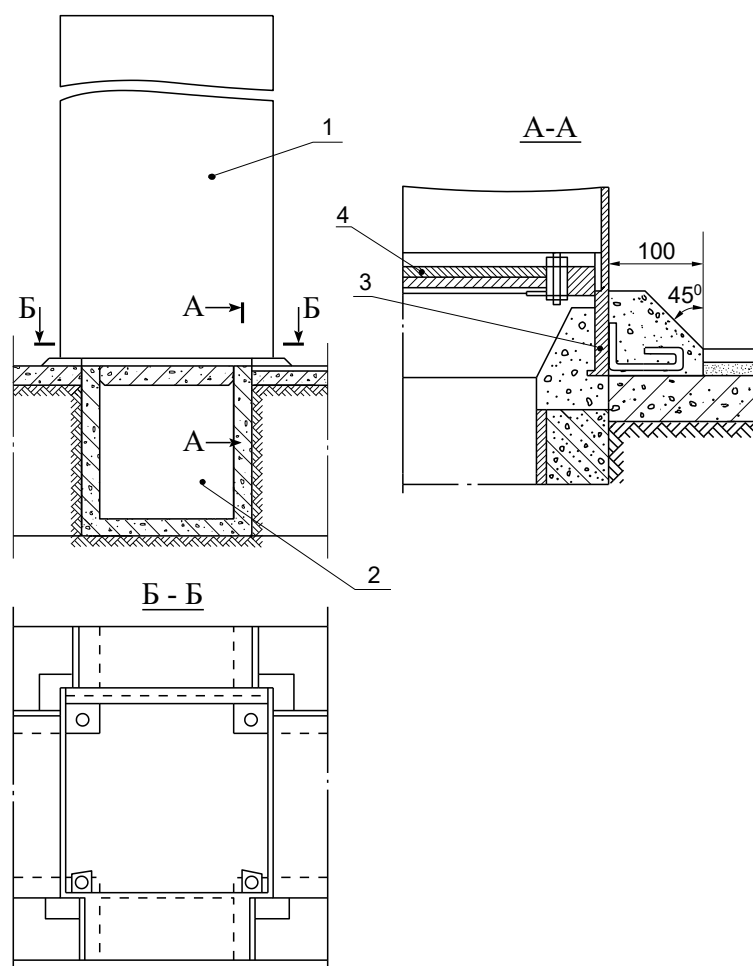


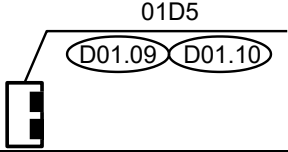
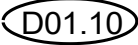
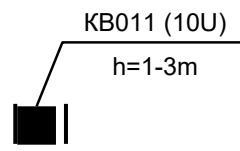
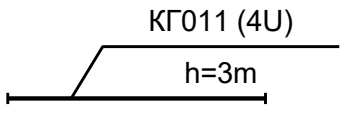
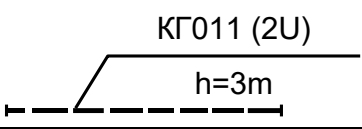
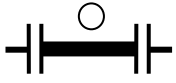
Рисунок 6 – Установка шкафа над кабель-каналом

Горизонтальные кабели прокладываются в проектируемом кабель-канале (коробе) в административном корпусе предприятия, а также – на стойках под полами цеховых помещений в специальных кабельных кана-

лах. Оба типа кабелепроводов служат для удобного и безопасного размещения кабелей, с учетом возможности дальнейшего расширения и модернизации кабельной системы, а также для защиты кабельных трасс от внешних воздействий.

Короба прокладываются по стенам помещений и коридоров. Высота прокладки горизонтальных элементов коробов указана приблизительно и может быть уточнена на этапе проведения монтажных работ.

Таблица 2 – Условные обозначения и изображения на плане проводки сети

	Распределительное устройство ВДх.х
	Розетка
	Розетка настенная с двумя портами RJ45 с указанием номера, где 01 – номер помещения, D5 – номер розетки в помещении
	Кабель горизонтальный с указанием номера
	Кабель (К) с номером 011, прокладываемый в кабель-канале вертикально (В) с указанием количества кабелей (хU) и высоты прокладки от уровня пола (h)
	Кабель (К) с номером 011, прокладываемый в кабель-канале горизонтально (Г) с указанием количества кабелей (хU) и высоты прокладки от уровня пола (h)
	Кабель, прокладываемый на кронштейнах (пунктир) с указанием количества кабелей и высоты прокладки от уровня пола
	Переход кабеля через стены в трубе

Для защиты кабелей, проходящих через стены и перекрытия, от механических повреждений используются отрезки ПВХ труб. Зазоры в отрезках ПВХ труб диаметром более 20 мм заделываются несгораемым, легко пробиваемым материалом. Отверстия в стенах должны обеспечивать необходимый канал для прохождения кабелей с учетом необходимой избыточности.

Кабельные каналы в цехах располагаются ниже уровня пола и закрываются быстросъемными крышками до уровня пола. Конструкция кабельных каналов должна предусматривать защиту от попадания влаги непосредственно на проложенный на стойках или по дну кабель.

Телекоммуникационные шкафы ВД1.1, ВД2.1, ВД2.2, ВД2.3 предназначены для размещения пэтч-панелей, активного сетевого оборудования,

а также для защиты и ограничения доступа к коммутируемым соединениям.

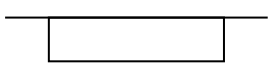
4.2 Монтаж электрооборудования

Разделы 4.1.1 – 4.1.5 могут использоваться при монтаже электрооборудования.

4.2.1 Пример выполнения плана электропроводки

Пример плана электрической проводки представлен в приложении В. В таблице 3 приведены основные условные обозначения.

Таблица 3 – Условные обозначения на плане электрической проводки

Условное обозначение	Пояснение
Оборудование, исполнительные механизмы, датчики и блоки управления	
Н-1, Н-2	Главный и резервный насосы
К	Компрессор
ИУ	Импульсное устройство
КЗУ	Клапан управления
ШК-1, ШК-2	Шкафы управления насосами
БУПН, БСП, БИРП, БИ-02, БР-02	Блоки управления
ЭКМ	Электроконтактный манометр
Обозначения прокладки кабеля	
-----	Кабель, проложенный открыто
— / —	Кабель, проложенный в трубе или кабель-канале
	Подъем кабеля
	Спуск кабеля
	Короб
	Переход кабеля через стены в трубе
Обозначения кабелей	
к30	Кабель в коробе шириной 30 мм
т.15	Кабель в трубе диаметром 15 мм
	Указывает на то, что разные типы кабелей проложены в одной трубе или одном коробе
Н = 2,2 м	Высота прокладки кабеля
2ПВС3*0,75	Два кабеля марки ПВС3 сечением 0,75 мм ²

Кабель для подключения электродвигателей на 380 В выбирается с учетом его прокладки, тока и мощности двигателя.

Если кабель будет проложен в коробе и трубе (ввод гибкий К-1081), подключаемый электродвигатель $U = 380 \text{ В}$, $I = 30 \text{ А}$, $P = 11 \text{ кВт}$, тогда с учетом запаса характеристики кабеля следующие: силовой кабель АВВГ4х10 ГОСТ 16442-80 (алюминиевая жила с изоляцией ПВХ пластикат, которая не плавится, в кабеле содержится 4 жилы с сечением 10 мм^2), рассчитан на напряжение до 20 кВ, ток $I = 38 \text{ А}$, мощность $P = 14 \text{ кВт}$.

Кабель для подключения компрессора на 380 В – КГ3х1,0+1х1,0 (указано в паспорте).

Кабель для питания оборудования на 220 В при максимальной мощности $P = 200 \text{ В} \cdot \text{А}$ с небольшим запасом: силовой кабель ВВГ3х2,5. Кабель ВВГ предназначен для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на номинальное напряжение 0,66 – 1 кВ, частота 50 Гц. Рабочая температура 70 °С. В кабеле содержатся три медных жилы (однопроволочная) с сечением $2,5 \text{ мм}^2$. Изоляция из ПВХ пластиката. Цветовая маркировка жил: белая или жёлтая, синяя или зелёная, красная или малиновая.

Кабель для подключения электроконтактных манометров, а также сигнализаторов давления универсальных выбирается с учетом подводящего к ним напряжения ($U = 24/220 \text{ В}$) и по количеству подключаемых жил (приборы имеют 2-х контактное подключение): ПВС3х0,75 (одна жила должна быть в резерве) – провод со скрученными жилами с поливинилхлоридной изоляцией с поливинилхлоридной оболочкой, гибкий, напряжение до 380 В для систем 380/660 В (см. табл. 4).

В данную группу входят провода и шнуры с медными жилами с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката и с медными лужеными жилами с резиновой изоляцией, предназначенные для присоединения электрических устройств и приборов быстрого и аналогичного назначения.

Провода соответствуют ГОСТ 7399-97.

Кабель для соединения блока БУПН и шкафа управления насосом должен иметь 7 жил, подключаемое напряжение 24 В. Выбирается кабель КВВГ10х1,5 (см. табл. 5). Соответствуют ГОСТ1508-78 Е.

Таблица 4 – Характеристики кабеля ПВС

Мар-ка	Число и номинальное сечение жил, мм^2	Номинальная толщина, мм		Наружные размеры, мм		Электрическое сопротивление изоляции при 70 °С, МОм на 1 км, не менее
		изоляции	оболочки	мин.	макс.	
ПВС	3х0,75	0,6	0,8	6,4	8,0	0,011

Таблица 5 – Характеристики кабеля КВВГ

Тип	Кабель с медными жилами
Температура эксплуатации	от -50° до +50 °С
Рабочее напряжение	до 0,66 кВ переменного или до 1 кВ постоянного
Токопроводящая жила	медная, однопроволочная
Сопротивление жилы	12,1 Ом/км, при t +20 °С
Длительно допустимая температура жил	+70 °С
Изоляция	ПВХ пластикат
Толщина изоляции	0,7 мм
Сопротивление изоляции	не менее 6 МОм/км
Оболочка	ПВХ пластикат
Толщина оболочки	1,5 мм
Внешний диаметр, D	13,3 мм
Предельный радиус изгиба	не менее 6 D
Частота	до 100 Гц
Сечение жил	1,5 мм ²
Число жил	10
Поясная изоляция	пластмассовая лента, наложенная спиралью
Температура прокладки и монтажа	от -10° до +50 °С

Кабели марок КСПВ предназначены для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при рабочем напряжении до 250 В переменного тока.

КСПВ 4х0,4 – кабель с 4-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0,4 мм² с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластиката. Используется для внутренней неподвижной прокладки. Электрическое сопротивление токопроводящих жил постоянному току при 20 °С и длине 1 км., не более 148 Ом/км. Номинальный наружный диаметр 3,2 мм.

4.2.2 Требования к шкафам

Таблица 6 – Требования к шкафам для электронного оборудования

Рынки	Промыш- ленная автомати- зация	Транспорт и дорожное хозяйство	Атомная промыш- ленность и энергетика	Контроль- но- измери- тельное оборудова- ние	Телеком- муникации и обработ- ка данных	Военные приме- нения
Прочность (ста- бильность)	++	++	++	+	++	++
Высокая допу- стимая статиче- ская нагрузка	+	-	++	+	++	+
Устойчивость к динамическим нагрузкам	+	++	+	-	-	++
Стойкость к вибрации и уда- рам	++	++	++	+	-	++
Электромагнит- ная защита	+	+	++	-	+	++
Сейсмостой- кость	-	-	++	-	-	+
Защита IP (от проникновения воды и пыли)	++	++	+	-	-	++
Широкий диапа- зон рабочих температур	+	+	-	-	-	++
Возможность климатизации оборудования	++	++	+	+	++	++
Легкость монта- жа и обслужива- ния	+	+	+	++	++	-
Привлекатель- ный дизайн	-	-	+	++	++	-
Разумная цена	++	++	++	++	++	++

++ – требуется;

+ – приветствуется;

- – не играет существенной роли.

Защита от проникновения воды и пыли и электромагнитная защита.

Целый ряд приложений требует от шкафа высокой степени защиты от проникновения воды и пыли (не ниже IP55, табл. 7) и/или электромагнитного экранирования.

С физической точки зрения защита от проникновения воды и пыли осуществляется при помощи установки мягких (чаще всего резиновых) упругих прокладок между каркасом и панелями шкафа, а электромагнитная защита достигается при помощи создания вокруг размещенного в шкафу оборудования замкнутого проводящего контура (так называемой клетки Фарадея). Традиционно для создания контура использовались проводящие гальванические покрытия (цинкование, желтое хромирование), которые необходимо было наносить на все наружные панели и сам каркас шкафа. Непрерывный (по периметру) электрический контакт между панелями и каркасом обеспечивался при помощи специальных многолепестковых пружин из нержавеющей стали. Данная технология была весьма дорогой и небезопасной с точки зрения загрязнения окружающей среды, поверхность металла (особенно каркаса шкафа) с нанесёнными проводящими покрытиями со временем теряла привлекательный внешний вид, пружины могли повреждаться при многократном открывании и закрывании дверей шкафов. Кроме того, большую сложность представляло совместное использование герметизирующих прокладок и контактных пружин в том случае, если в шкафу требовались оба вида защиты. С 2006 года нанесение гальванических проводящих покрытий (например, жёлтого хромирования) на каркас шкафа запрещено Европейской директивой RoHS по защите окружающей среды.

При построении системы электромагнитной защиты шкафа необходимо также решить проблему кабельного ввода, так как любое отверстие в шкафу снижает уровень защиты. Использование индивидуальных экранированных кабельных сальников неудобно при большом числе кабелей. Существует система экранированного группового кабельного ввода при помощи специального кабельного канала, уплотнённого вспененным проводящим материалом, контактирующим с экранами проложенных в канале кабелей.

Данная система кабельного ввода может размещаться в верхней или нижней панели шкафа и обеспечивает уровень защиты до 70 дБ на частоте 1 ГГц (МЭК 61587-3 требует ослабления электромагнитного излучения в 30 дБ на частоте 1 ГГц).

Таблица 7 – Обозначение степеней защиты оборудования от проникновения воды и пыли (IP)

Степень защиты	Защита от твёрдых тел	Защита от влаги
0	Защита отсутствует	Защита отсутствует
1	Защита от тел диаметром более 50 мм	Защита от вертикально падающих капель воды
2	Защита от тел диаметром более 12 мм	Защита от капель воды, падающих под углом до 15° от вертикали
3	Защита от тел диаметром более 2,5 мм	Защита от дождя, падающего под углом до 60°
4	Защита от тел диаметром более 1 мм	Защита от брызг воды, попадающих на оболочку с произвольного направления
5	Проникновение пыли не приводит к нарушению работоспособности изделия (системы)	Защита от струи воды, выбрасываемой с произвольного направления
6	Проникновение пыли полностью исключается	Защита от сильной струи воды, выбрасываемой с произвольного направления
7	Не предусмотрена	Защита от проникновения воды при погружении на глубину порядка 150 мм
8	Не предусмотрена	Защита от проникновения воды при погружении на глубину, определяемую изготовителем

4.3 Особенности монтажа средств автоматизации на предприятиях легкой и текстильной промышленности

Требования к монтажу средств автоматизации в производственных помещениях зависят от специфики технологических процессов, для которых предназначены эти средства [10].

В прядильных и ткацких цехах образуется большое количество пылевоздушных смесей. В отделочных цехах текстильного и кожевенного производства, а также в помещениях, где готовят отделочных растворы с применением растворителей, образуются взрывоопасные смеси паров растворителей.

В отмоочно-зольных и дубильных цехах кожевенного производства и на химстанциях образуется обилие влаги и паров химически активных веществ, вызывающих коррозию металлов.

Таким образом, основными факторами, определяющими специфические требования к монтажу средств автоматизации, являются:

- наличие в производственных помещениях паров, газов и пыли, которые могут образовывать взрыво- и пожароопасные смеси;
- наличие влаги и паров растворов кислот, щелочей и других веществ, вредно воздействующих на средства автоматизации.

Монтаж средств автоматизации в помещениях, где преобладает первый фактор, регламентирован «Правилами устройств электроустановок (ПУЭ)». В помещениях, где преобладает второй фактор, должны быть предусмотрены средства автоматизации, устойчивые к вредному влиянию среды, и меры для их защиты.

Монтаж средств автоматизации в промышленных помещениях, где возможно возникновение пожаро- и взрывоопасных ситуаций, должен быть произведен в соответствии с требованиями ПУЭ раздела VII «Электрооборудование специальных установок».

В зависимости от характера веществ, образующих взрыво- и пожароопасные смеси, и возможности возникновения опасной концентрации в производственных помещениях ПУЭ классифицируют зоны этих помещений на взрывоопасные В и пожароопасные П разных категорий.

В зависимости от категории зон производственных помещений предъявляют разные требования и к монтажу средств автоматизации.

Взрывоопасные зоны имеют следующие категории:

зона класса В-I, в которой может образовываться взрывоопасная смесь при нормальных режимах работы оборудования, например, при загрузке или разгрузке;

зона класса В-Ia, в которой взрывоопасные смеси образуются в результате аварии или неисправностей;

зона класса В-Iб, в которой при нормальной работе взрывоопасные смеси не образуются;

зона класса В-Iг – пространство технологического оборудования, выделяющего горючие газы и установленного вне помещений, вытяжная вентиляция из помещений с зонами В-I, В-Ia, В-II, пространства у предохранительных и дыхательных клапанов резервуаров с горючими газами;

зона класса В-II расположена в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна, переходящие во взвешенное состояние и образующие с воздухом взрывоопасную смесь при нормальных режимах работы;

зона класса В-IIa, отличающаяся от зоны В-II возможностью образования взрывоопасной смеси в результате аварий или неисправностей.

К монтажу средств автоматизации в помещениях с зонами класса В предъявляют особо жесткие требования. Зоны класса В имеются во всех отраслях легкой и текстильной промышленности. Это склады растворителей и горюче-смазочных материалов, цеха приготовления отделочных растворов и клеев, цехи, в которых производится покрывное крашение, и др.

Пожароопасные зоны делят на следующие категории:

зона класса П-I расположена в помещении, в котором используются горючие жидкости с температурой вспышки более 61 °С;

зона класса П-II расположена в помещениях, в которых выделяются горючие пыли и волокна с нижним концентрационным пределом воспла-

менения более 65 г/м^3 от объема воздуха. При этом имеется опасность пожара (но не взрыва);

зона класса П-Па расположена в помещениях, в которых используются твердые горючие вещества. Это производственные и складские помещения, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества (волокна, ткани и пр.);

зона класса П-ПП, отличная от П-Па тем, что расположена вне помещения зоны, где образуются горючие жидкости и твердые горючие вещества.

Зоны П имеются во многих производственных помещениях различных отраслей легкой и текстильной промышленности: склады хлопко- и шерстопрядильных комбинатов и фабрик; цеха первичной переработки и подготовительные к прядению хлопка, шерсти и льна и т. д.

4.4 Особенности монтажа датчиков и отборных устройств

В системах автоматизации технологических процессов датчики являются элементами системы, контактирующими с измеряемой средой через различного рода отборные устройства и закладные конструкции, монтируемые на технологическом оборудовании и трубопроводах [10–11].

Специфика большинства технологических процессов легкой и текстильной промышленности предъявляет особые требования к монтажу датчиков и отборных устройств. Это связано с тем, что среда, технологические параметры которой необходимо измерять, может быть:

- агрессивной и вызывать коррозию датчиков и отборных устройств, контактирующих с ней;
- загрязненной и вызывать налипание и выпадение осадков на чувствительные органы датчиков;
- предрасположенной к кристаллизации, пено- и пылеобразованию.

Например, в отделочном производстве текстильной промышленности, в отмочно-зольных и дубильных цехах кожевенного производства, на химстанциях при установке отборных устройств и датчиков необходимо учитывать агрессивность и пенообразование растворов, выпадение осадка, кристаллизацию растворов и наличие в них взвешенных частиц и пр. В прядильном и валяльно-войлочном производствах, в подготовительных отделениях производства искусственных кож при установке датчиков и вторичных устройств следует учитывать возможность образования пыли.

Во всех отраслях легкой и текстильной промышленности применяют, как правило, серийно выпускаемые датчики, устанавливаемые на типовых конструкциях и отборных устройствах. Наряду с этим многие датчики, предназначенные для измерения специфических параметров, или серийные датчики, устанавливаемые на технологическом оборудовании, монтируют на конструкциях или отборных устройствах, выполненных по индивидуальным проектам (нетиповые установки).

Конструкция крепления датчиков и отборных устройств зависит от характера измеряемой среды, места установки и типа применяемого датчика. Требования, предъявляемые к установке разных типов датчиков, различны, но существуют и общие для всех видов чувствительных элементов и датчиков требования:

- место установки должно быть доступным и удобным для обслуживания датчика в процессе эксплуатации и хорошо освещенным;
- температура окружающего воздуха должна быть 5–50 °С, относительная влажность 30–80 %;
- датчик не должен подвергаться тряске и вибрации;
- датчики и приборы, находящиеся в неотапливаемых помещениях и на открытых площадках, должны быть при необходимости утеплены или помещены в обогреваемые шкафы;
- при выборе места монтажа необходимо соблюдать допустимое расстояние между датчиками и вторичными приборами, которое в пневматической системе может быть до 300 м, в дифференциально-трансформаторной системе – до 250 м и т. д. При установке датчиков необходимо соблюдать монтажно-эксплуатационные инструкции.

При монтаже отборных и первичных устройств для создания уплотнений широко используют прокладки различного назначения и модификаций. Материал прокладки зависит от физико-химических свойств измеряемой среды, температуры и давления. При этом следует учитывать прочность, устойчивость к действию температуры и давления, повторность применимости материала прокладки. В качестве прокладок применяют паронит (для воды, бензола), асбестовый картон (для горячих газов), фибру (для воздуха), резину (для воды), медь (при установке в вакууме), фторопласт (для кислот, щелочей), полиэтилен низкого давления (для кислот) и др.

4.4.1 Монтаж приборов для измерения температуры

Для монтажа термометров на технологическом оборудовании (в промывной ванне) 1 в местах измерения температуры устанавливают закладные конструкции 2 (рис. 7). Для монтажа термометров, непосредственно погружаемых в измеряемую среду, закладные конструкции имеют типовые бобышки с резьбой 3, соответствующей резьбе штуцера термометра 4, или сальниковое уплотнение для ввода термометров, не имеющих резьбы. Для обеспечения возможности гидравлических испытаний технологических трубопроводов и оборудования, на которых устанавливают термометр, до его установки бобышки и сальниковые вводы закрывают пробками-заглушками. При установке термометра его чувствительный элемент располагают в центре потока или на оси трубопровода. Термометр устанавливают в таких местах, где отсутствуют завихрения и возмущения

измеряемой среды, т. е. на определенном расстоянии от дроссельных сопротивлений (задвижек, вентилях, сужающих устройств).

Это расстояние во всех случаях должно быть не менее двух-трех диаметров трубопровода. Кроме того, термометры устанавливают в местах, где исключено их нагревание от посторонних источников тепла.

В зависимости от типа и назначения термометры сопротивления крепятся на подвижных или неподвижных штуцерах, фланцах и других деталях. Длина монтажной части погружаемых термометров может быть равна 20–3200 мм. Длина чувствительного элемента (у платинового термометра – 30–120 мм,

у медного – около 60 мм) должна быть учтена при определении глубины погружения. Термометры для измерения температуры воздуха устанавливают на конструкциях, расположенных от стены на расстоянии 50–70 мм. Провода, соединяющие термометр с измерительным устройством, вводят через колодку с зажимами. Ввод может быть уплотнен сальником. Сечение соединительных проводов должно быть 1–1,5 мм².

Существуют типовые чертежи закладных конструкций, которым присвоен шифр ЗК4. Типовые чертежи имеют номера, например, ЗК4-1-75, где ЗК4 – шифр, 1 – номер данной закладной конструкции, 75 – год разработки чертежа.

4.4.2 Монтаж приборов для измерения давления, разряжения, расхода и уровня

Все виды приборов для измерения давления и разряжения присоединяют к технологическому оборудованию и трубопроводам через отборные устройства. Отборные устройства, как правило, должны иметь запорные органы. Отборные устройства размещают на прямолинейных участках трубопроводов, на максимальном расстоянии от запорных устройств, колен и других гидравлических сопротивлений.

Отборное устройство давления состоит из закладной конструкции – штуцера, один конец которого приваривают к отверстию в трубе или резервуара, где измеряется давление, при монтаже этого оборудования. Дру-

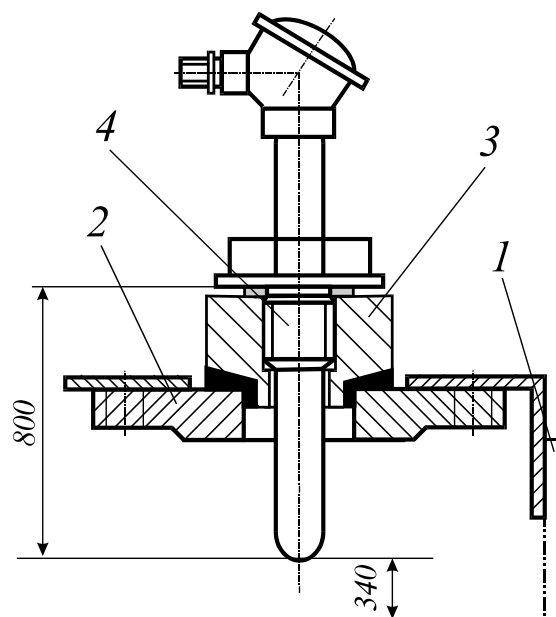


Рисунок 7 – Установка термометра сопротивления на промывной ванне

гой конец штуцера имеет цилиндрическую или коническую резьбу, на которую в зависимости от назначения отборного устройства устанавливается запорный вентиль или кран. Далее к запорному устройству присоединяют импульсную трубку.

Конструкция отборного устройства должна предусматривать возможность его чистки. Приваренные к трубопроводам отборные устройства закладных конструкций не должны выступать внутрь трубопровода, чтобы избежать образования завихрений у мест отбора.

При отборе импульса давления на трубопроводах и аппаратах, заполненных жидкостями, парами или газами с температурой выше 70 °С, в отборные устройства обязательно устанавливают петлеобразную или кольцевую трубку или другое устройство, предотвращающее попадание в измерительный прибор среды, имеющей высокую температуру.

Отборные устройства для агрессивных, вязких и загрязненных сред изготавливают с учетом конкретных условий, в которых они устанавливаются, закладные конструкции выполняют из нержавеющей стали. Широко применяют для измерения давления таких сред разделительные сосуды и разделители.

По окончании монтажа проверяют прочность и герметичность отборного устройства, как правило, при испытании под давлением технологического трубопровода или агрегата.

Приборы для измерения давления или разряжения следует устанавливать в непосредственной близости от отборных устройств. Технический манометр может находиться непосредственно на трубопроводе, технологическом оборудовании или на стене на кронштейне. Соединительные линии должны быть проложены так, чтобы исключить образование газовых мешков при измерении давления жидкости или гидравлических пробок при измерении давления газа.

Приборы для измерения давления пара или жидкости желательно устанавливать на одном уровне с местом отбора давления. Если это требование невыполнимо, то к показаниям прибора дается постоянная поправка.

Для измерения расхода жидкостей и газов применяют приборы, работа которых основана на дроссельном, индукционном, объемном, скоростном и др. методах измерения. Дроссельным методом измеряется перепад давления, создаваемый дроссельным устройством при движении вещества в трубопроводе.

Сужающее устройство (диафрагму) устанавливают на прямом участке трубопровода, где поток будет равномерным, без завихрений, а скорость его движения – постоянной. Прямой участок может быть горизонтальным, вертикальным или наклонным. На всем его протяжении недопустимы выступающие прокладки, наплывы сварки, шероховатости.

Сужающие устройства должны монтироваться в предварительно установленных фланцах после продувки и очистки технологических трубопроводов. Зазор между сужающим устройством и фланцами уплотняют

прокладками, материал которых подбирается в зависимости от свойств измеряемой среды. Отверстия для отбора давления сверлят возможно ближе к торцу сужающего устройства. Диаметр отверстий должен быть не более $0,03 D$ (D – внутренний диаметр трубопровода). Соединительные линии должны быть смонтированы по кратчайшему расстоянию вертикально или с уклоном к горизонтали не менее 1:10. Внутренний диаметр линии должен быть не менее 8 мм, а внутренний диаметр трубок, соединяющих сужающее устройство с уравнительными или разделительными сосудами – не менее 12 мм. Изгибы трубок должны быть плавными.

Ротаметры предназначены для измерения расхода однородных чистых жидкостей и воздуха. Ротаметр монтируют на вертикальном участке трубопровода. Допустимое отклонение от вертикальной оси не более 1° . Ротаметр крепят к трубопроводу фланцами, поставляемыми с датчиком.

Индукционные расходомеры предназначены для измерения расхода электропроводных жидкостей. Их монтируют на трубопроводах подачи различного рода растворов на химстанциях, в отделочных производствах и т. д. Датчик крепится на трубопроводе фланцами. Диаметр датчика должен быть меньше диаметра трубопровода. Наилучший вариант расположения датчика – вертикальный, с подачей жидкости снизу вверх. Измерительные цепи монтируют высокочастотным кабелем. Питание датчика осуществляется через измерительный блок медным проводом. Провода, питающие датчик, прокладывают отдельно от измерительных цепей в заземленных стальных трубах. Вблизи места установки прибора и линий связи между его блоками не должно быть устройств и силовых кабелей, создающих сильные электромагнитные поля частотой 50 Гц.

Для измерения расхода и количества различного рода ГСМ, жирных кислот и других вязких жидкостей применяют объемные счетчики. Счетчики монтируются на горизонтальных участках трубопровода. Перед счетчиками устанавливается фильтр для очистки жидкости.

Поплавковые уровнемеры применяют для измерения и сигнализации уровня в различных резервуарах чистых и неагрессивных жидкостей. Устанавливаются в открытых резервуарах, обычно для контроля верхнего уровня, и крепятся на стенке резервуара.

Буйковые уровнемеры применяют для автоматического измерения уровня жидкостей в различных резервуарах. Монтируют с помощью фланцев в вертикальном положении. Замена буйка или механизма контроля потребует полной переналадки и тарирования прибора. Можно применять для измерения уровня жидкостей, имеющих температуру от минус 40 до плюс 200 °С, а отдельные модификации уровнемеров – от 100 до 400 °С при условном давлении $P = 4\text{--}6,4$ МПа. Не переносят тряску и вибрации.

Электрические уровнемеры предназначены для измерения уровня или сигнализации уровня различных жидкостей или твердых (сыпучих) материалов. Различают электродные (принцип электрической проводимости) и емкостные (принцип диэлектрической проницаемости) уровнемеры.

Электродные уровнемеры ЭРСУ используют в качестве сигнализаторов уровня электропроводных жидкостей. Они состоят из электродов, число которых соответствует числу измеряемых значений уровня, а также блока сигнализации и питания. Постоянный электрод – заземленный резервуар. Предпочтительна вертикальная установка измерительных электродов. Между датчиком и блоком питания прокладывают два провода: основной и заземляющий. Не следует устанавливать во взрывоопасных помещениях, помещениях с едкими газами, при наличии тряски, вибрации, ударов, в средах вязких, пленкообразующих, кристаллизующихся, дающих твердый осадок на электроде датчика.

Электронный сигнализатор уровня типа СУС (емкостный) предназначен для контроля уровня жидких, сыпучих и кусковых электропроводных и неэлектропроводных материалов, находящихся при атмосферном или избыточном давлении. Первичные преобразователи для измерения уровня сыпучих и кусковых материалов устанавливают снаружи на стенке резервуара. Для измерения жидких сред электрод вводят внутрь резервуара. Первичный преобразователь устанавливается в резервуаре в любом положении. Первичные преобразователи (ПП) присоединяют к вторичному трехжильным кабелем от каждого ПП. Сопротивление жилы линии связи между вторичным и ПП должно быть не более 10 Ом.

Для измерения уровня сыпучих материалов и волокна применяют фотоэлектрические и радиоизотопные уровнемеры. Фотоэлектрический датчик уровня является сигнализатором предельного уровня, поэтому его монтируют на заданной отметке уровня резервуара. При монтаже должно быть предусмотрено удобство очистки от пыли и грязи источника излучения и приемника, а также мест прохождения луча через резервуар. Для контроля уровня широко применяют радиоизотопный датчик гамма-реле ГР-7. Он состоит из блока источника излучения гамма-квантов, блока детектирования, регистрирующего излучение, и вторичного электронного прибора. Можно использовать практически в любой агрессивной и взрывоопасной среде. Предельное расстояние между блоком детектора и вторичным прибором – 300 м (трехжильный экранированный кабель).

Гидростатические уровнемеры с пьезометрической трубкой используют для измерения уровня жидкости в чанах, сборниках, ваннах с агрессивными и загрязненными растворами. Трубку монтируют сверху на резервуаре с помощью фланца.

4.4.3 Монтаж приборов для измерения состава вещества, вязкости и влажности

Основными параметрами, характеризующими состав вещества, являются концентрация растворов и газов и показатель концентрации водородных ионов (рН).

Для измерения концентрации применяют кондукто-, фото- и денсиметрические концентратометры.

Измерение концентрации растворов кондуктометрами типа КК основано на связи электрической проводимости растворов солей, кислот, щелочей, которую они измеряют, с концентрацией растворов. Способ монтажа кондуктометров зависит от модификации датчика и свойств измеряемого раствора.

Кондуктометры по принципу действия делятся на контактные (или электродные), электроды которых непосредственно соприкасаются с контролируемой средой, и бесконтактные. Электрическая проводимость раствора контактными кондуктометрами измеряется с помощью электродов, установленных на определенном расстоянии друг от друга.

Электродный кондуктометр КК-1 применяют для измерения проводимости слабых концентраций растворов. Монтажная схема установки прибора приведена на рисунке 8. К одному из проточных датчиков 1 подводится контролируемый раствор, к другому – вода (растворитель). Корпус и электроды датчиков выполнены из коррозионно-стойкой стали. Датчики с измерительным блоком 2 соединены через разъем 4 для семижильного кабеля с максимальной длиной 2 м. Вторичный прибор обозначен цифрой 3. Для защиты кабеля предусматривается металлорукав, который, как и кабель, поставляется в комплекте с прибором.

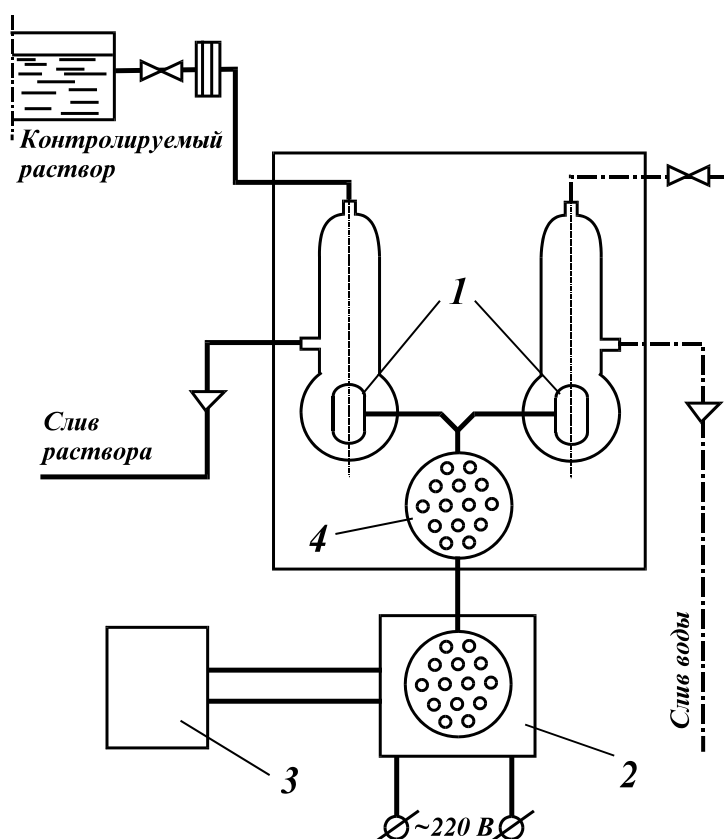


Рисунок 8 – Монтажная схема установки для измерения концентрации растворов кондуктометрическим концентратометром КК-1

Для измерения концентрации более концентрированных растворов (до 1 %) применяют кондуктометры КК-2 с проточным датчиком и КК-3 с погружным датчиком. Датчики можно устанавливать в помещениях всех классов, так как прибор имеет искробезопасный выход. Проточный датчик монтируют на байпасе трубопровода. Перед входом датчика и на его выходе ставят вентили, регулирующие поток в датчик и предназначенные также для демонтажа во время работы. Погружной датчик монтируют на резервуаре и погружают на нужную глубину штангой (длиной до 400–2000 мм). При монтаже на трубопроводе перед датчиком должен быть установлен фильтр.

Для измерения концентрации загрязненных растворов, сильно агрессивных растворов солей и кислот устанавливают бесконтактные низкочастотные кондуктометры КК-8 (проточный датчик) и КК-9 (погружной датчик). Они осуществляют безэлектродное измерение электрической проводимости жидкостного витка, образованного при погружении в жидкость чувствительного элемента.

Фотометрические концентратометры предназначены для измерения концентрации различных растворов отделочного производства в текстильной и кожевенной промышленности. Наиболее часто применяемый в промышленности фотоэлектрический рефрактометр определяет концентрацию раствора, измеряя разность показателей преломления образцовой и контролируемой жидкости. При монтаже рефрактометра особое внимание должно быть уделено месту отбора измеряемой жидкости из трубопровода или агрегата. Датчик должен находиться на небольшом расстоянии от места отбора жидкости. Отбираемая жидкость не должна быть взмучена и иметь взвешенных частиц, которые могут внести погрешность в измерение коэффициента преломления. Жидкость может подаваться самотеком или специальным насосом. Блок питания устанавливается на щите на расстоянии до 150 м от датчика. Датчик рефрактометра во взрывозащищенном исполнении может быть установлен в помещениях с зонами В.

Денсиметрические концентратометры применяют для измерения концентрации растворов серной кислоты, едкого натра, хлорида натрия в отделочном производстве текстильной и кожевенной промышленности. Для контроля кислотных и щелочных свойств растворов используют рН-метры. Применяют датчики погружные и проточные. Основу датчика составляет система из стеклянного и вспомогательного электродов. На головке датчика укреплен сосуд вспомогательного электрода с раствором хлорида натрия и клеммный высокоомный разъем для подключения датчика. Снизу электроды защищают от механических повреждений специальной скобой. Длина погружной части датчика 1200, 1600 и 2000 мм. При установке на оборудовании электроды постоянно должны находиться в жидкости, так как при высыхании на них образуется пленка, изменяющая характеристики системы.

Проточный датчик ДМ-5М устанавливают на трубе. Диаметр проточной части равен 30 мм, а длина кабеля электрода – 1700 мм. Датчик присоединяют к преобразователю коаксиальным кабелем типа РК. Кабель должен обеспечить изоляцию центрального проводника относительно оплетки при сопротивлении не менее 1012 Ом.

Преобразователи любого исполнения следует размещать только вне пределов взрывоопасных зон. При этом отдельно заземляют электрические схемы и корпус преобразователя. Чтобы избежать влияния переменных напряжений схему прибора необходимо заземлять в непосредственной близости от места нахождения чувствительного элемента датчика.

Контроль состава воздушной среды производственных помещений осуществляется газоанализаторами и сигнализаторами горючих газов.

Измерение концентрации газа газоанализатором производится косвенным методом. Газ сжигается в печи и превращается в оксид углерода (IV), концентрацию которого определяют в инфракрасном газоанализаторе. При размещении в цехе газоанализатор защищают от влияния агрессивных газов, вибрации, колебаний температуры.

Сигнализатор горючих газов СВК-3М1 устанавливают в производственных помещениях, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом. Сигнализатор автоматически определяет концентрацию газов и паров в помещении при превышении предельно допустимой концентрации (ПДК) или достижении 20 % от нижнего предела взрываемости (НПВ). Принцип действия основан на определении теплового эффекта от сгорания горючих газов и паров, а также их смесей на каталитически активном оксиде алюминия. Сигнализатор состоит из блока датчика, блока питания и щита сигнализации. Каждый из них отдельно заземляется. Блок датчика крепится четырьмя болтами к стенке, колонне или щиту. Проводка между блоком датчика и блоком питания должна быть выполнена экранированным кабелем или проводом в трубе сечением 4x2,5 мм². Датчик может быть установлен во взрывоопасной зоне помещения любого класса. Блок питания должен находиться на щите в невзрывоопасной зоне помещения. Щит сигнализации соединяют с блоком питания четырехжильным кабелем.

Вязкость измеряется приборами, работа которых основана на методе истечения (капиллярные вискозиметры), методе крутящего момента (ротационные вискозиметры) и др. Датчик вискозиметра устанавливается в вертикальном положении на трубопроводе контролируемой жидкости. При монтаже датчика вискозиметра необходимо учитывать то, что на результаты измерения влияет изменение температуры измеряемой жидкости. Кроме того, в жидкости, подаваемой в вискозиметр, не должно быть твердых включений, способных засорить прибор. Расход через датчик и давление контролируемой жидкости должны быть постоянными.

Ротационный вискозиметр КД состоит из датчика 1 и измерительного блока 2 (рис. 9). Контролируемый раствор подается в датчик через бай-

пас 3 (ответвление от основного трубопровода 4), по которому раствор поступает в расходный резервуар 5. Клапанами 6 и 7 устанавливают необходимый расход раствора через датчик, в водяную рубашку которого для обеспечения постоянной температуры подается вода из термостата 8. Постоянное давление раствора перед датчиком обеспечивается регулятором давления прямого действия 9. Для очистки раствора от твердых включений имеется фильтр 10. Раствор попадает в кольцевой зазор коаксиальной цилиндрической системы, один из цилиндров которой вращается с постоянной угловой скоростью. Момент вращения меняется в зависимости от вязкости раствора. Изменение момента вращения преобразуется в угловое перемещение реостата и передается на измерительный блок 2 прибора. Питание электродвигателя датчика осуществляется напряжением 220 В через измерительный блок, к которому присоединяется в случае необходимости вторичный регистрирующий прибор 11.

При измерении вязкости при переменных температурах дополнительно устанавливают термометры сопротивления 12 и 13 на расходном резервуаре и в датчике, а также вторичный регистрирующий прибор 14 для контроля температуры раствора.

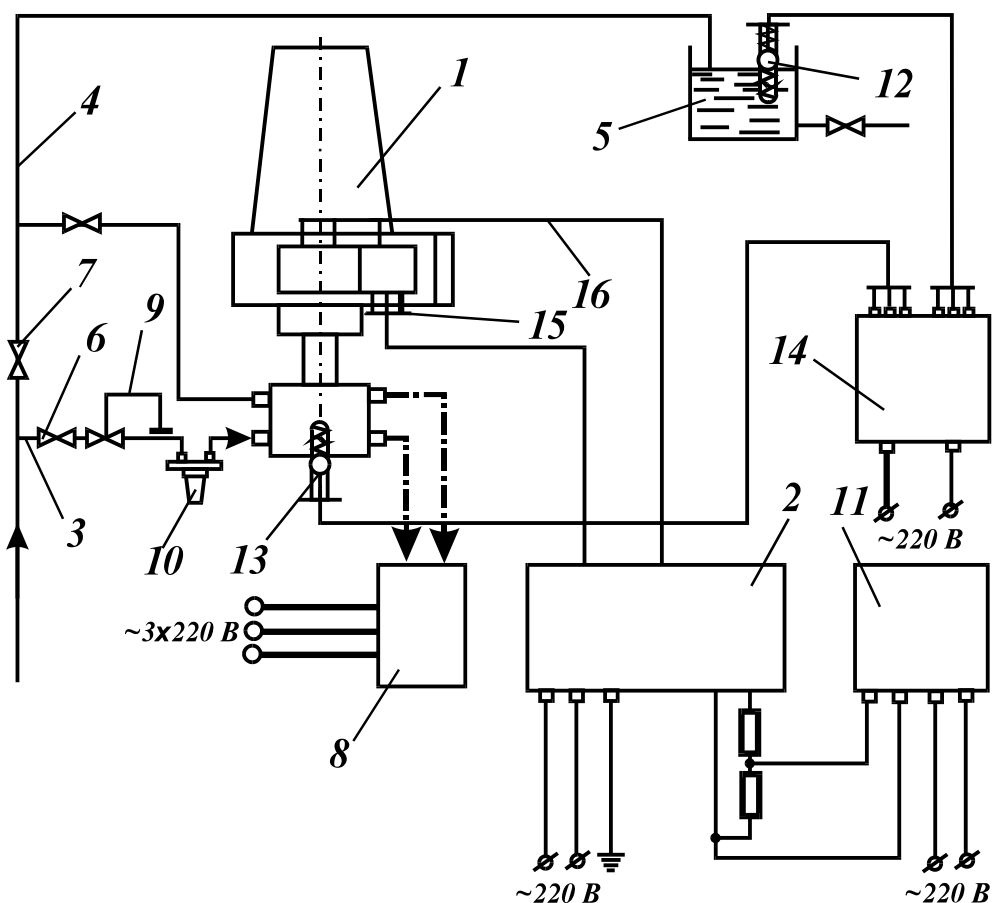


Рисунок 9 – Установка для измерения вязкости растворов

Провода, соединяющие датчик и вторичный прибор, прокладывают отдельно для цепей питания 15 и цепей измерения 16. Цепи измерения

выполняют двухжильным экранированным проводом. Измерительный блок и вторичные регистрирующие приборы монтируют на щите, располагаемом в удобном для обслуживания месте. Прибор в соответствующем исполнении может быть установлен во взрывоопасной зоне.

4.5 Заземление объектов автоматизации

Пример заземления гальванически связанной цепи – соединение источника и приёмника стандартного сигнала 0...5 В (рис. 10).

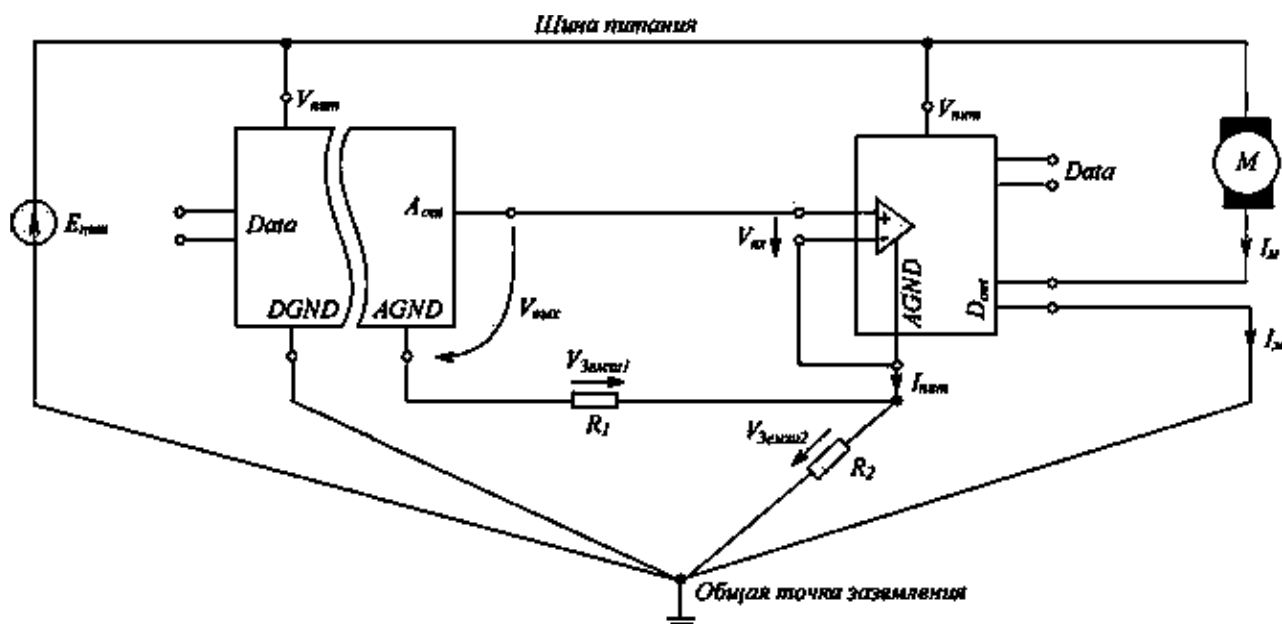


Рисунок 10 – Пример заземления гальванически связанной цепи

Пример заземления гальванически развязанной цепи показан на рисунке 11.

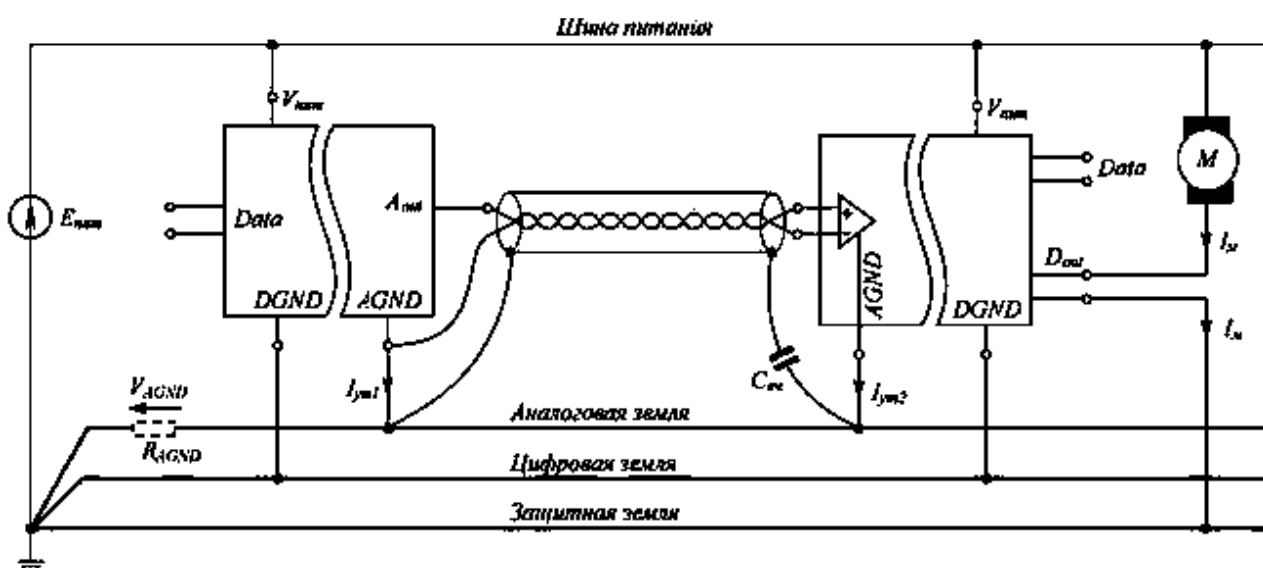


Рисунок 11 – Пример заземления гальванически развязанной цепи

Пример заземления экрана (дополнительное заземление справа используется для случая высокочастотного сигнала) показан на рисунке 12.

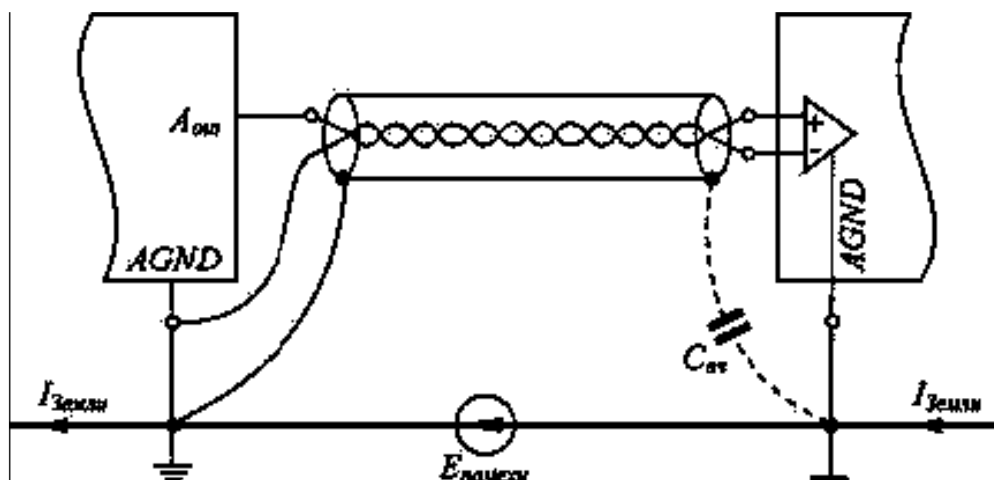


Рисунок 12 – Пример заземления экрана

Пример заземления аналоговых входов через сопротивления для уменьшения помех на «плавающем» входе показан на рисунке 13.

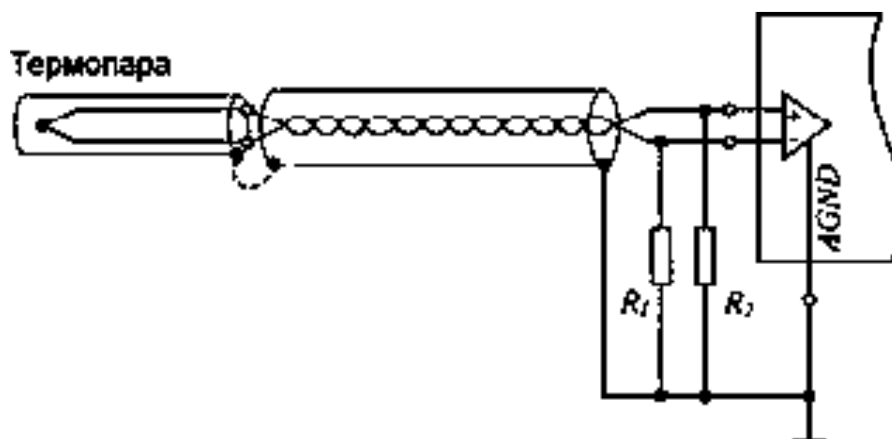


Рисунок 13 – Заземление аналоговых входов

Пример заземления интеллектуального датчика показан на рисунке 14.

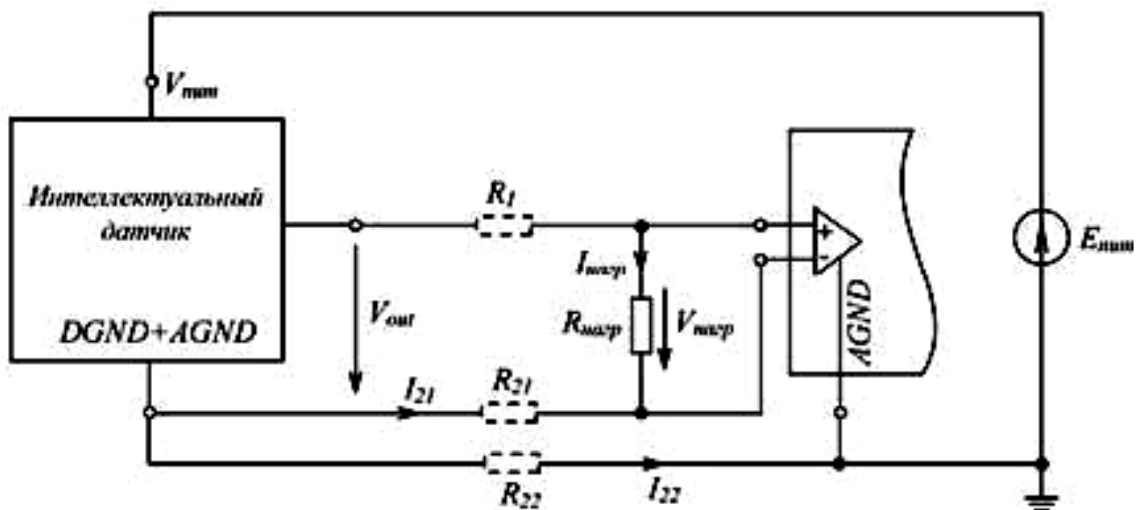


Рисунок 14 – Заземление интеллектуального датчика

Пример заземления шкафов систем автоматизации показан на рисунке 15.

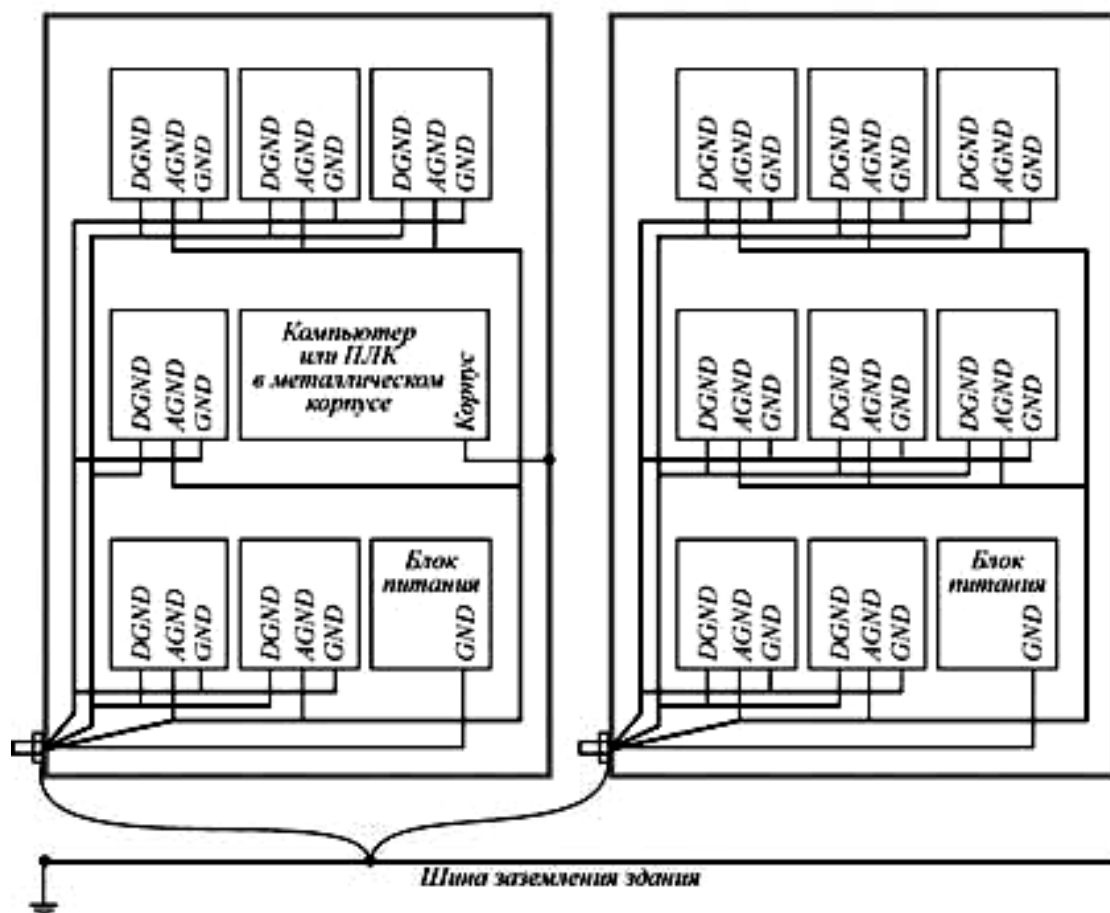


Рисунок 15 – Заземление шкафов

Пример заземления в промышленной сети на основе интерфейса RS-485 показан на рисунке 16.

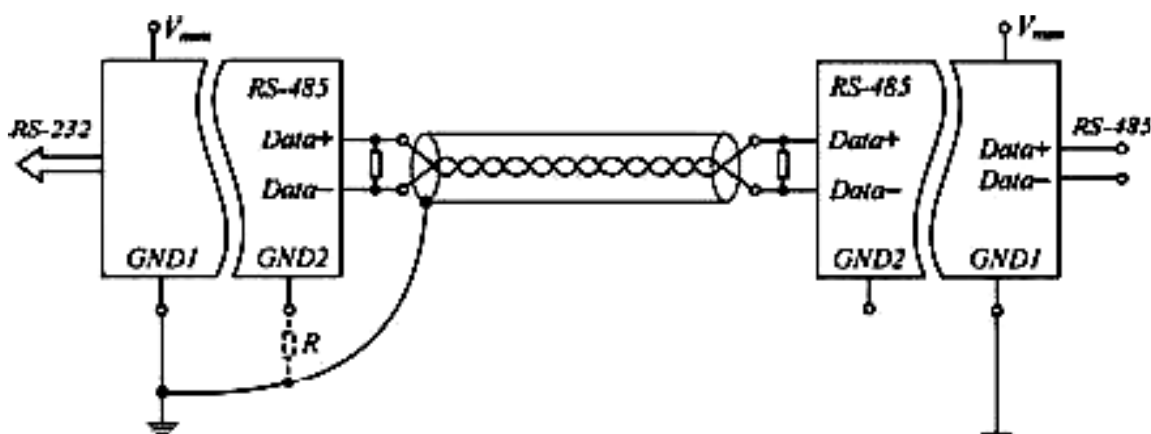


Рисунок 16 – Заземление в промышленной сети на основе RS-485

4.6 Эксплуатация объектов автоматизации

Во время эксплуатации средств автоматизации выполняют текущее обслуживание и ремонт, а также метрологический надзор за средствами измерений.

Текущая эксплуатация средств автоматизации представляет собой комплекс мероприятий, направленных на обеспечение исправности этих средств, их функционирования, правильности применения и хранения. Текущая эксплуатация включает работы по текущему (ежедневному) обслуживанию и планово-предупредительный ремонт (ППР). Текущая эксплуатация состоит в приеме вновь поступающих или вводимых в эксплуатацию средств автоматизации, обеспечении регламентированных условий их работы (например, температуры и влажности окружающего воздуха, допустимых колебаний напряжения питания, периодичности смазки, наладки и др.), сохранности и правильном использовании технических средств, проведении профилактических работ для своевременного предупреждения и предотвращения неисправностей, выявления дефектов, возникающих при эксплуатации, и их оперативном устранении.

При текущем обслуживании производят внешний осмотр приборов и аппаратуры, проверку правильности функционирования и подналадку приборов и систем измерения, контроля, регулирования, управления, выявляют и устраняют неисправности, наблюдают за техническими средствами и выполняют работы по предупреждению отказов в их работе (например, продувка пневматических линий, замена вышедших из строя элементов и устройств и их мелкий ремонт).

Планово-предупредительный ремонт (ППР) средств автоматизации проводят согласно графикам и определенной периодичности (как правило, один раз в месяц). К таким работам относят смазку механизмов, проверку показаний в контрольных точках и наладку приборов, чистку контактов реле и другой аппаратуры направление приборов на поверку, ремонт и пр. Цель ремонта – полное восстановление технических характеристик

устройств систем автоматизации и их соответствия техническим требованиям стандарта.

В зависимости от объема ремонтных работ и причин, вызвавших необходимость ремонта, различают малый (текущий), средний и капитальный ремонты.

К малому ремонту относят чистку, устранение мелких дефектов, обнаруженных в процессе осмотра или поверки, замену вышедших из строя деталей запасными. Малый ремонт, как правило, проводят на месте установки объекта. После выполнения малого ремонта не требуется полной наладки или поверки объекта.

Средний ремонт осуществляют обычно в мастерской. Он включает демонтаж, полную или частичную поузловую разборку объекта, чистку деталей и узлов, замену изношенных или вышедших из строя деталей и элементов.

При капитальном ремонте производят почти полную поузловую разборку объекта, переборку, чистку его узлов, поузловую и полную регулировку. Для выполнения капитального ремонта объекты демонтируют, ремонт выполняют в мастерской.

Метрологический надзор за средствами измерений (мерами, измерительными приборами, измерительными преобразователями, измерительными системами) осуществляется в целях обеспечения единства и достоверности измерений, систематического совершенствования средств измерений, поддержания их в постоянной готовности к эксплуатации. Метрологический *надзор* производят путем проведения поверки средств измерений, метрологической ревизии и метрологической экспертизы.

Поверкой называют совокупность операций, проводимых для установления соответствия метрологических характеристик прибора государственным стандартам или техническим условиям завода-изготовителя. Средства измерений должны подвергаться первичной, периодической, внеочередной и инспекционной поверкам. Метрологическую *ревизию* выполняют для определения соответствия средств измерений и методик измерений современным требованиям. Метрологическая *экспертиза* осуществляется для экспертной оценки состояния средств измерений, правильности их поверки и применения и при возникновении спорных вопросов, касающихся средств измерений.

4.7 *Пример построения схемы цепи безопасности*

На рисунке 17 показан пример схемы цепи безопасности технологической линии для изготовления полимербетона.

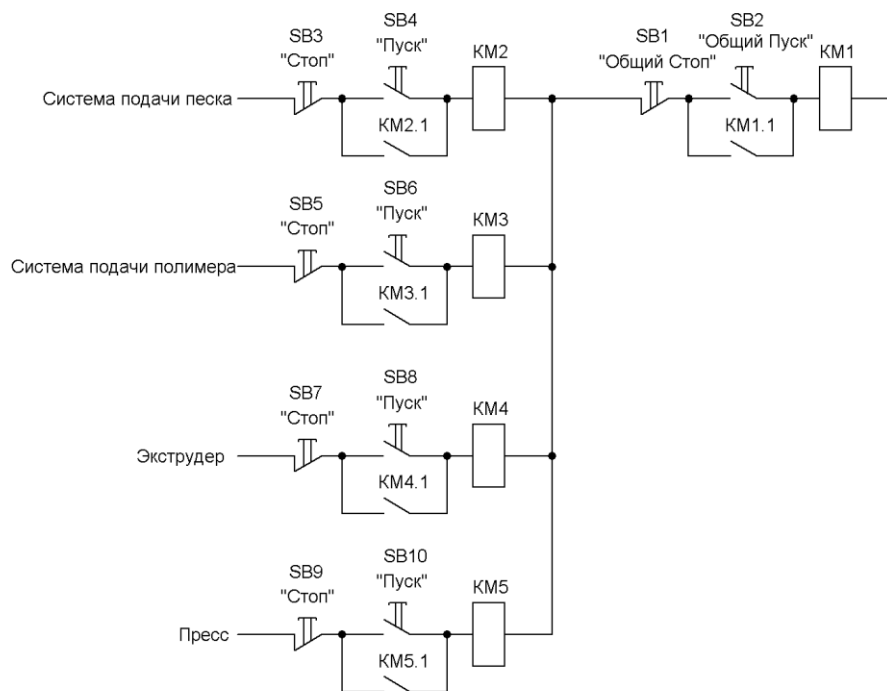
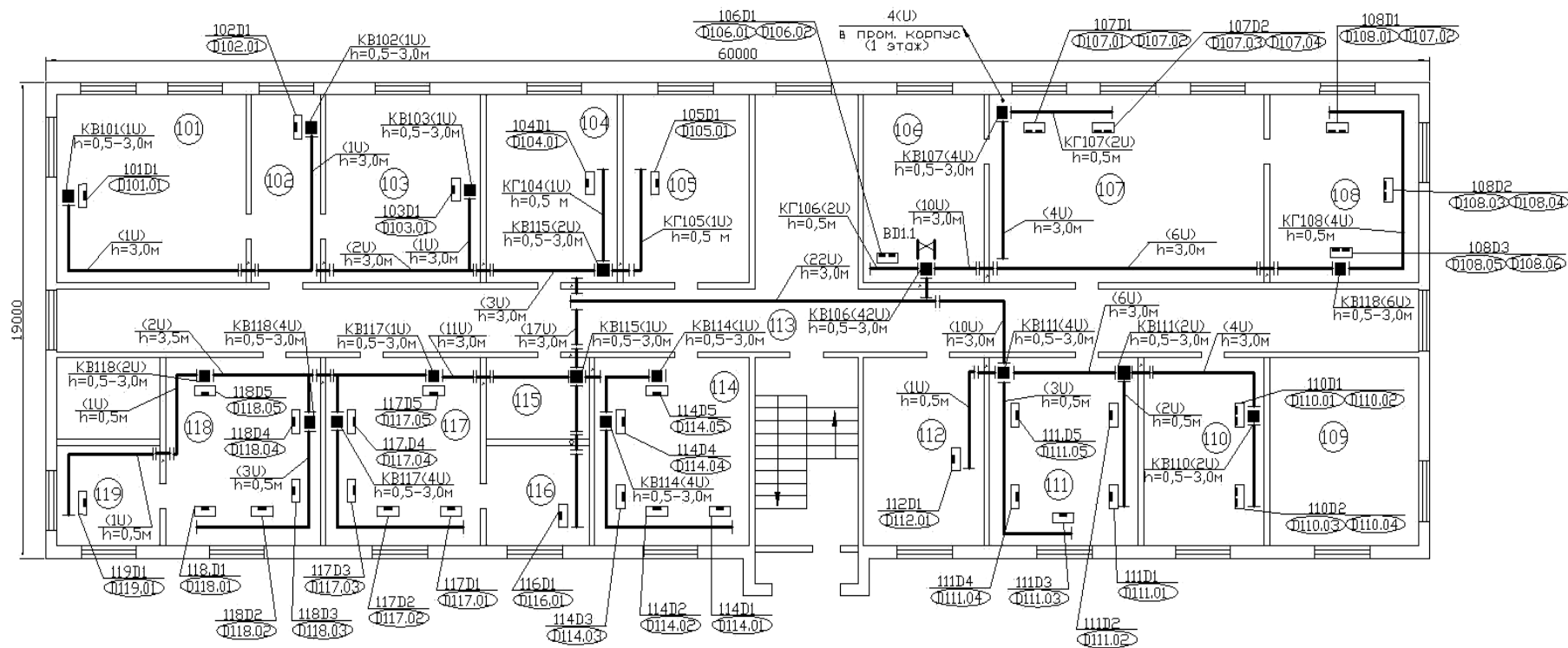


Рисунок 17 – Схема цепи безопасности

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации швейного производства: учебное пособие для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы среднего специального образования по специальности «Конструирование и технология швейных изделий» / А. А Кузнецов, К. Н Ринейский, С. А. Клименкова, Е. А. Чернов. – Минск : РИПО, 2021. – 175 с.
2. Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.
3. Назаров, В. И. Теплотехнические измерения и приборы : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Паротурбинные установки атомных электрических станций», «Тепловые электрические станции», «Автоматизация и управление энергетическими процессами», «Промышленная теплоэнергетика» / В. И. Назаров. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 280 с.

Приложение А – План проводки сети в административном корпусе

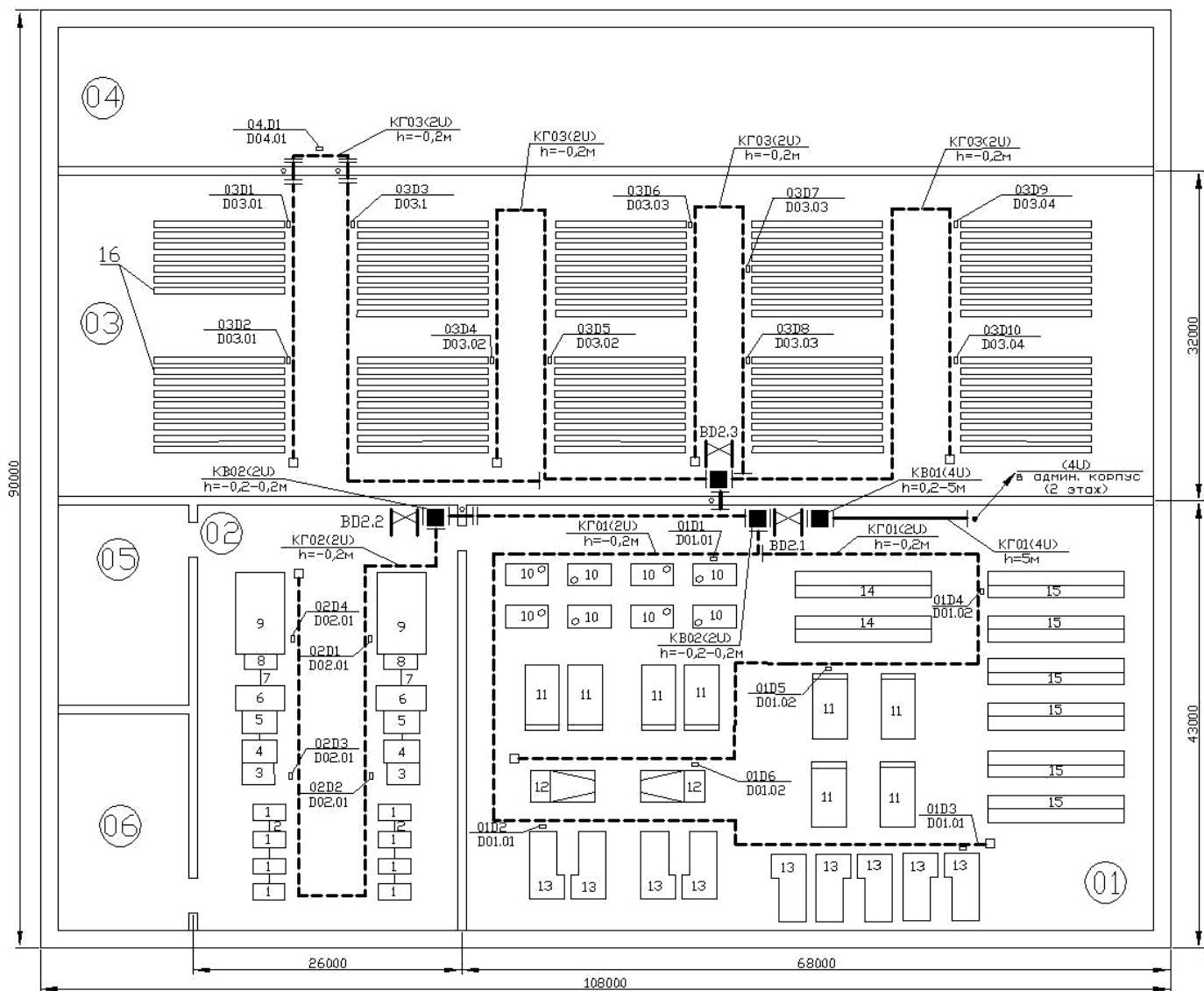


Номер по плану	Наименование
101	каб. директора
102	приемная
103	каб. зам. директора
104	каб. гл. инженера
105	каб. гл. энергетика
106	аппаратная
107	отдел АСУ
108	операторы АСУ
109	вспомогательное пом.

110	каб. инженер-технолога
111	отдел сбыта
112	каб. гл. механика
113	коридор
114	отдел маркетинга
115	аппаратная
116	каб. гл. экономиста
117	пл.-экон. отдел
118	бухгалтерия
119	каб. гл. бухгалтера

Приложение Б – План проводки сети в промышленном корпусе

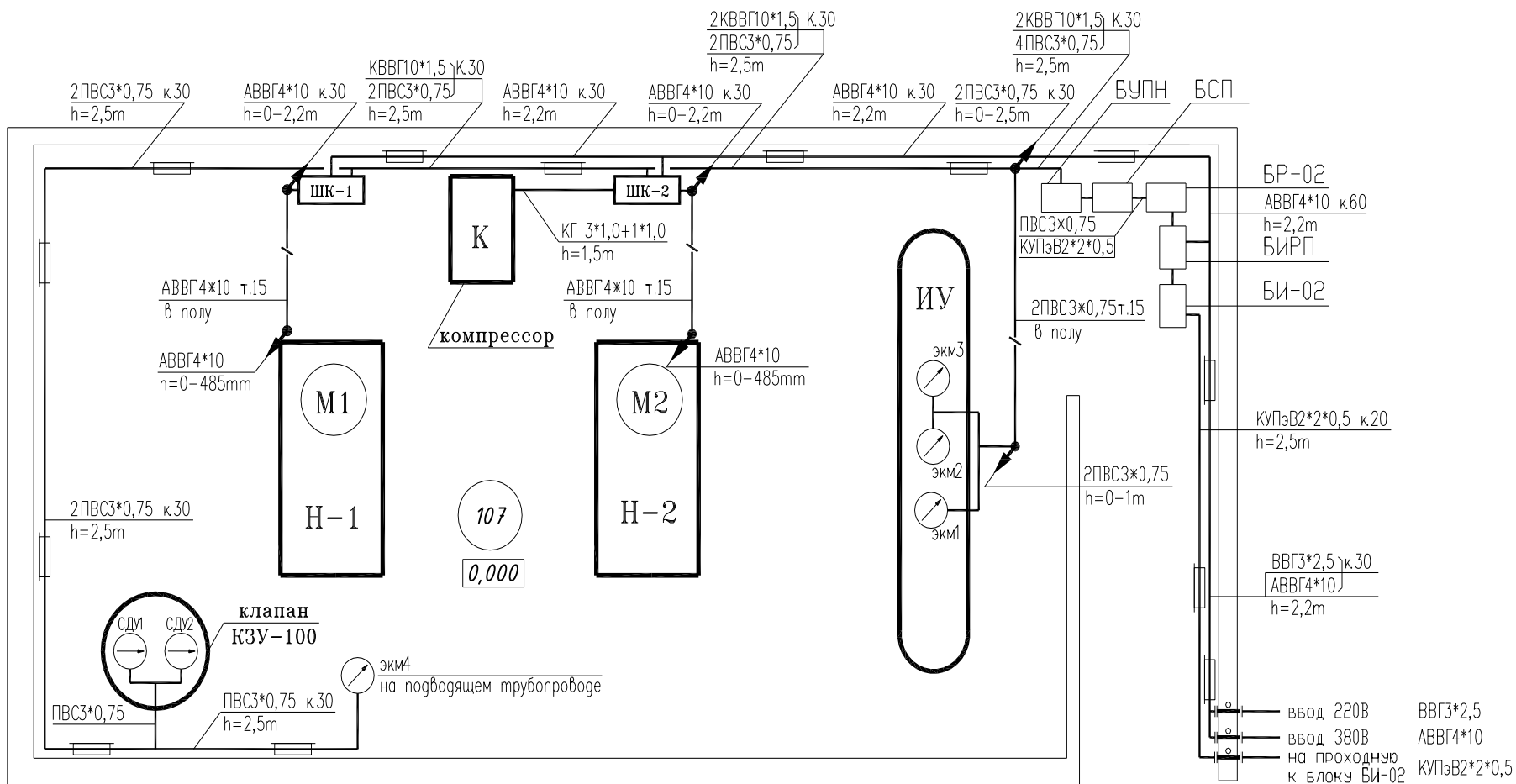
46



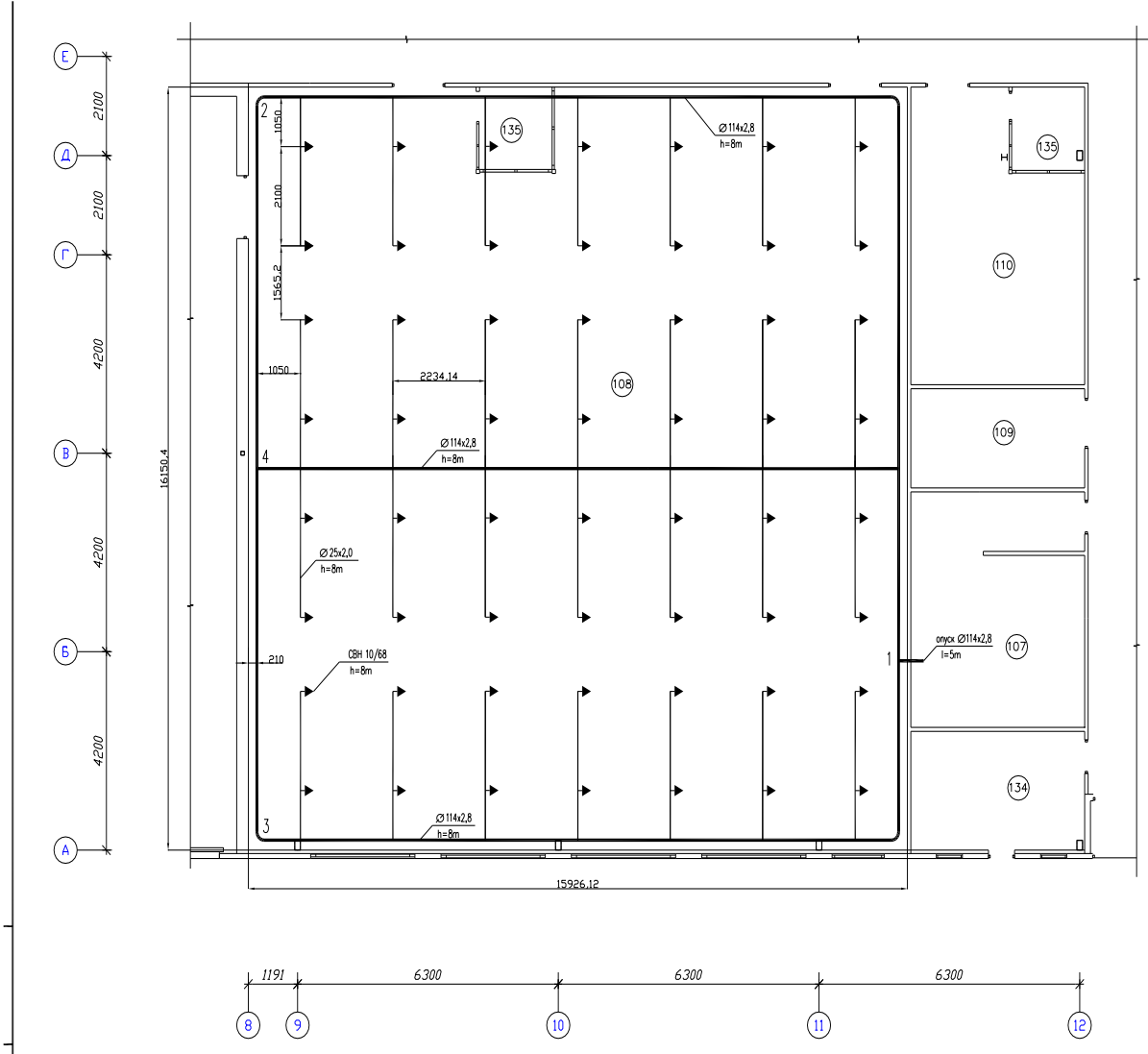
Номер Рисунка	Наименование
01	Цех1
02	Цех 2
03	Цех3
04	Кондиционеры, СГП
05	Перераб. отходов пр-ва
06	Склад сырья

Приложение В – Пример выполнения плана электрических проводок в насосном помещении системы пожаротушения

47



Приложение Г – Пример выполнения плана помещения с разводкой трубопроводов и установкой оросителей системы пожаротушения



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

N ПОМ.	НАИМЕНОВАНИЕ	ПЛОЩАДЬ М2	КАТЕГОРИЯ ПРОИЗВ.
107	НАСОСНАЯ	35.3	Д
108	СКЛАД ШЕРСТ. И ПОЛЫШ. МАТЕР.	523.3	ВЗ
109	КЛАДОВАЯ ОТХОДОВ	17.6	ВЗ
110	СКЛАД ФУРНИТУРЫ	53.4	ВЗ
134	ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ	21.2	Д
135	КАБИНА КЛАДОВЩИКА	22.3	О

Учебное издание

МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Методические указания по выполнению
курсовой работы

Составители:

Кузнецов Андрей Александрович
Клименкова Светлана Александровна
Тёмкин Даниил Александрович

Редактор *Р.А. Никифорова*
Корректор *А.С Прокопюк*
Компьютерная верстка *Д.А. Темкин*

Подписано к печать 03.06.2026. Усл. печ. листов 3,1.
Уч.-изд. листов 3,8. Заказ № 126.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/11497 от 30 мая 2017 г.