

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
ИНСТИТУТ СПОРТА, ТУРИЗМА И СЕРВИСА
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.1.03 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
для студентов специальности
15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)

Челябинск 2024

ОДОБРЕНО

на заседании ЦМК

Председатель ЦМК

И.В. Ефимова

Протокол № 1 от 27 августа 2024 г.

Разработчик:

И.В. Ефимова, преподаватель Политехнического отделения Многопрофильного колледжа

Методические указания к практическим и лабораторным работам разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины **ОП.1.03 Метрология, стандартизация и сертификация**.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению учебной дисциплины основной профессиональной образовательной программы по специальности 15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям) и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Практическая работа «Изучение общих требований к выполнению текстовых и графических документов. Работа со стандартами»	6
Практическая работа «Оформление текстовых документов»	19
Практическая работа «Оформление графических документов»	20
Практическая работа «Построение схем автоматизации»	24
Практическая работа «Проведение нормоконтроля схем автоматизации»	27
Практическая работа «Расчет погрешностей измерений»	29
Практическая работа «Выбор средств измерений»	34
Лабораторная работа «Изучение методов поверок средств измерений»	39
Лабораторная работа «Измерение параметров качества электрической энергии»	57
Лабораторная работа «Испытание отраслевой продукции»	61
Литература	66

ВВЕДЕНИЕ

Содержание практических и лабораторных работ направлено на реализацию минимальных требований к результатам освоения основных видов деятельности образовательной программы по учебной дисциплине ОП.1.03 «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальности 15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям).

Ведущей дидактической целью практических и лабораторных занятий является формирование профессиональных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности по междисциплинарным курсам и профессиональным модулям.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В результате их выполнения, обучающийся должен уметь:

- контролировать качество проведения сборочных работ мехатронных систем;
- контролировать сроки выполнения работ, определять назначенные ресурсы, очередность выполнения работ; подавать заявки на внесение изменений в очередность работ; отмечать выполнение работ;
- готовить отчеты о выполненных работах с использованием прикладных программ управления проектами;
- применять соответствующие методики контроля, испытаний и диагностики оборудования мехатронных систем;
- оформлять техническую документацию;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- определять задачи для поиска информации;
- организовывать работу коллектива и команды;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе;
- описывать значимость своей специальности;
- соблюдать нормы экологической безопасности;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению учебной дисциплины основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем.

ПК 1.2 Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем.

ПК 1.3. Производить наладку и регулировку различных узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем.

ПК 2.1 Выявлять внешние дефекты узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем в результате их внешнего осмотра.

ПК 2.2 Проверять соответствие диагностируемых параметров узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных устройств и систем требованиям эксплуатационной документации.

ПК 2.4 Выявлять отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем.

ПК 3.2 Проводить проверку и установку навесного оборудования на базу РТС.

ПК 3.3 Выполнять монтаж и настройку средств измерений и робототехнических устройств и систем.

ПК 3.6 Выполнять пуск и наладку средств роботизации.

ПК 3.8 Проводить диагностику, техническое обслуживание и устранение мелких неисправностей внешних и внутренних систем РСТ.

А также формированию общих компетенций:

ОК1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение общих требований к выполнению текстовых и графических документов.

Работа со стандартами

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить ГОСТ 2.105-95 «ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ».
2. Изучить ГОСТ 21.408-2013 «ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» и ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ».
3. Приобрести практические навыки проведения нормоконтроля текстовых документов.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Общие требования к оформлению текстовых документов

1.1 К текстовым относятся документы, содержащие в основном сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.), а также таблицы, формулы, маршрутные карты, карты технического контроля, различные ведомости и т.п. Текст может быть разбит на разделы, подразделы, пункты и подпункты до четвертого знака. Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

1 Технологическая часть

1.1 Обоснование технологического процесса

1.1.1

1.1.2

1.2 Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Если текст документа подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

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, как показано в примере.

Пример:

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Заголовки и подзаголовки не подчёркиваются и не выделяются другим цветом.

1.3 Описки, опечатки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста рукописным (или другим) способом чёрной пастой чернилами или тушью.

1.4 Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа должно быть равно 2 интервалам, при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 1 интервал, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

1.5 Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа.

1.6 В документе большого объема на первом (заглавном) листе помещают оглавление, включающее номера и наименования разделом и подразделов с указанием номеров листов.

1.7. Рамку и основные надписи на листах следует выполнять по формам в соответствии с ГОСТ 2.106-96 и ГОСТ 2.104-68.

1.8. Текст должен излагаться кратко, технически и стилистически грамотно. Не допускается дословное воспроизведение текста из литературных источников, не рекомендуется обширное описание общеизвестных материалов. Достаточно привести техническую характеристику и принципиальные особенности, имеющие значение для проекта.

При повторном определении тех или иных параметров и величин допускается промежуточные выкладки опускать и приводить лишь конечные результаты со ссылкой на методику их получения или свести их в таблицу.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается»,

«запрещается», «не следует». При изложении других положений следует применять слова – «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть», «в случае» и т.д.

При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста документа, например, «применяют», «указывают» и т.п.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

1.9 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.

1.10 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 «диаметра» 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 «диаметр»;
- применять без числовых значений математические знаки, например > (больше), < (меньше), = (равно), >= (больше или равно), <= (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки N (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

1.11 Применяемые термины и определения должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам или, при их отсутствии, являться общепринятыми в технической литературе.

1.12 Расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком рекомендуется 10–15 мм.

1.13 При наличии расчётов, они в общем случае, должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить);
- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- заключение.

1.14 Условные буквенные обозначения математических, физических и других величин, а также сокращения слов в тексте и надписях под рисунками должны соответствовать ГОСТ 2.321-84.

Если в записке принята особая система сокращения слов или наименований, то должен быть приведен перечень принятых сокращений, который помещают в конце перед библиографическим списком.

1.15 Наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте записки должно быть полным и одинаковым с наименованием его в основном графическом документе (ГОСТ 2.105-95). В последующем тексте допускается употреблять сокращенное наименование изделия и произвольный порядок слов в наименовании, например, «Рама трактора ДЭТ-250 в сборе», «Робот сварочный» — при первом упоминании, «Рама трактора», «Сварочный робот» — в дальнейшем.

1.16 Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулы, должны быть приведены непосредственно под соответствующими формулами, например:

$$S=V \cdot t, \quad (1)$$

где **S** – пройденный путь, м;

V – скорость движения, м/с;

t – время, с.

Все формулы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в скобках, которые располагают против формулы в крайнем правом положении.

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках, например, «...в формуле (1)...».

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

1.17 Когда в тексте записки приводится ряд числовых величин одной размерности, единица измерения указывается только в конце ряда, например: 10, 15, 47 кВ.

Единицы измерения в тексте следует приводить в единицах международной системы (ГСИ) – по ГОСТ 8.417-2002. Допускается приводить в круглых скобках рядом с величинами в принятой системе единиц значения величины в системе единиц использованной в первичном документе или в работе.

1.18 Все иллюстрации (эскизы, схемы, графики) называются рисунками и их нумеруют в пределах раздела. Номер рисунка в разделе, например, рисунок 1.1. Допускается сквозная нумерация рисунка в пределах всего документа, например, рисунок 2. На все иллюстрации в тексте должны быть ссылки (первая – делается в виде «рисунок 5.3», а на все последующие в виде «см. рисунок 5.3»). Иллюстрации должны размещаться в тексте не ранее той страницы, на которой содержится первая ссылка на нее, но необязательно сразу же после этой ссылки. Иллюстрации имеют наименование и при необходимости пояснительные данные (подрисовочный текст).

1.19 Иллюстрации, таблицы, программы и другие документы для расчетов на ЭВМ или текст вспомогательного характера допускается давать в виде приложений. Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруются.

1.20 В тексте на все приложения должны быть ссылки, а в оглавлении следует перечислить все приложения с указанием их номера и заголовка.

При выпуске приложений отдельным документом в виде альбома на его титульном листе под наименованием указывают слово «Приложение».

1.21 Цифровой материал записки оформляется в виде таблиц по ГОСТ 2.105-95 каждая таблица должна быть пронумерована. Нумерация таблиц производится по такой же схеме, что и рисунки (в пределах раздела, главы либо всего текста). Таблица и ее номер помещается в левом верхнем углу на уровне левого края поля таблицы. Название таблицы помещается через «тире» с заглавной буквы.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, таблицу делят на части, которые в зависимости от особенностей таблицы, переносят на другие листы или помещают на одном листе рядом или под передней частью, при этом в каждой части таблицы повторяют ее заголовок и боковик. Слово «Таблица», ее номер и заголовок указывают один раз над первой частью таблицы, а над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номер, ориентированный по правому краю.

Графу «№ п/п» в таблицу не включают. При необходимости нумерации показателей или других данных порядковые номера указывают в боковине таблицы перед ее наименованием.

Повторяющийся в графе таблицы текст допускается заменять словами «То же», которые далее заменяются кавычками «...». Не допускается заменять кавычками в таблицах повторяющиеся цифры, математические и другие символы, марки материалов и т.п. Если цифровые данные в графах

таблицы выражены в различных единицах физических величин, их указывают в подзаголовки каждой графы.

Слова «более», «не более», «менее», «не менее» и др. должны быть помещены в одной строке или графе таблицы с наименованием соответствующего показателя (после единицы физической величины), если они относятся ко всей строке или графе.

На последней странице над заголовком таблицы пишут «Окончание таблицы» указывают ее номер, ориентируют надпись по правому краю.

Числовые значения величин в одной графе должны иметь, как правило, одинаковое количество десятичных знаков.

При указании в таблицах последовательных интервалов значений величин, охватывающих все значения ряда, перед ними пишут «От... до...включ.», «Св... до... включ.». В интервале, охватывающем числа ряда между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире.

Интервалы чисел в тексте записывают со словами «от» и «до» (имея в виду «От... до... включительно»), например, «толщина слоя должна быть от 0,5 до 2,0 мм» или через дефис, например, «пп. 7-12», «рисунок 1-14». Пределы размеров указывают от меньших к большим.

1.22 Правила выполнения диаграмм, изображающих функциональную зависимость двух или более переменных величин в системе координат устанавливают рекомендации ЕСКД Р50-77-88. Диаграммы для информационного изображения функциональных зависимостей допускается выполнять без шкал значений величин.

В прямоугольной системе координат независимую переменную, как правило, следует откладывать на горизонтальной оси (оси абсцисс), положительные значения величин откладываются на оси вправо и вверх от точки начала отсчёта. В диаграмме без шкал оси координат следует заканчивать стрелками, указывающими направления возрастания значений величин.

При выполнении диаграмм в прямоугольной (пространственной) системе трех координат функциональные зависимости следует изображать в аксонометрической проекции по ГОСТ 2.317-69.

В диаграммах, изображающих несколько функций различных переменных, а также в диаграммах, в которых одна и та же переменная должна быть выражена одновременно в различных единицах, допускается использовать в качестве шкал как линии координатной сетки, ограничивающие поле диаграммы, так и прямые, расположенные параллельно координатным осям.

Числа у шкал следует размещать вне поля диаграммы и располагать горизонтально; допускается при необходимости наносить числа у шкал внутри поля диаграммы. Многозначные числа предпочтительно выражать как кратные 10^n , где n – целое число. Коэффициент 10^n следует указывать для данного диапазона шкалы.

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303-68. Оси координат, оси шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной линией. Линии координатной сетки и делительные штрихи следует выполнять сплошной тонкой линией.

Единицы измерения следует наносить в конце шкалы, между последним и предпоследним числами шкалы (при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число), или вместе с наименованием переменной величины после запятой, или в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения.

Единицы измерения углов (градусы, минуты, секунды) следует наносить один раз – у последнего числа шкалы.

Диаграмма может иметь пояснительную часть (текстовую, графическую), разъясняющую применённые в диаграмме обозначения, которая размещается после наименования диаграммы или на свободном месте поля диаграммы.

Пересечение надписей и линий не допускается. При недостатке места следует прервать линию.

1.23 Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или таблицы, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца шрифтом на один пункт меньше основного текста. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры:

Примечание – Способы

Примечания:

1 _____

2 _____

1.24 Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68. Также допускается использовать в качестве приложений самостоятельные документы, сложенные гармошкой.

1.25 Нумерация листов пояснительной записки должна быть сквозной для текста и приложений, начиная с титульного листа. Проставляется нумерация с третьего листа (титульный лист и техническое задание не нумеруются). Номер листа проставляется в основной надписи справа внизу.

Титульный лист является первым листом пояснительной записки.

1.26 Аннотация помещается на третьем листе пояснительной записки, имеющем основную надпись по форме 2 ГОСТ 2.104-68. Аннотация (в соответствии с ГОСТ 7.9-84 или ИСО 214) представляет краткую характеристику проекта с точки зрения содержания, назначения, формы и других особенностей. Она включает характеристику основной темы, проблематику объекта, цели и задачи работы, результаты работы. В аннотации указывают, что нового несет в себе данная работа.

1.27 За аннотацией помещается содержание (оглавление), в котором вносятся номера и наименование разделов и подразделов с указанием соответствующих страниц, библиографический список, перечень приложений и другой документации, относящейся к курсовому или дипломному проекту.

1.28 В конце приводится библиографический список, нормативно технической документации и других документов используемых при вычерчивании чертежей схем и составлении записки. Ссылка на литературные источники делается указанием порядкового номера на этот источник, заключенный в квадратные скобки, например, [9, стр. 3]. Если в одной ссылке необходимо указать несколько источников, то их номера указываются в одних скобках в порядке возрастания через запятую или тире (если номера следуют подряд, например, [5-9], [5, 7, 8]). Библиографический список составляется либо в алфавитном порядке, либо в порядке использования источника.

1.29 Спецификации, сопровождающие сборочные чертежи дипломного и курсового проектов, определяют состав изображенного изделия и необходимы для комплектования конструкторских документов и планирования запуска изделия в производство.

Рекомендуется с учебной целью составление спецификаций, сопровождающих чертежи общих видов. Исполняются спецификации на отдельных бланках А4.

Каждый раздел записывается в виде заголовка в графе спецификации «Наименование» и подчеркивается. Рекомендуются следующие правила заполнения спецификации.

В верхней после головки спецификации строке с прописной буквы записывается наименование раздела и подчеркивается. Отступают одну строку и вписывают наименование специфицируемых документов с соответствующими обозначениями. Отступают еще одну строку записывают следующий раздел, подчеркивая его. С отступлением в одну строку вписывают элементы этого раздела и т.д.

В спецификациях учебных проектов допускается после записи всех наименований элементов данного раздела (особенно в разделах «Стандартные изделия» и «Материалы»)

пропускать две-три строки для дополнительных записей. Можно резервировать и номера позиций, которые проставляются в спецификацию при заполнении резервных строк.

Допускается совмещение спецификаций со сборочным чертежом при условии их размещения на листе А4.

2. Требования к графическим документам.

2.1 Оформление чертежей

При выполнении графических документов должны соблюдаться требования, установленные стандартами ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, СПДС.

Чертежи общего вида на стадии эскизного и технического проектов должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.119 с присвоением в обозначении документа шифра «ВО».

Чертеж общего вида – это документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Наименование и обозначение составных частей изделия (экспликацию) указывают в таблице, размещаемой на поле чертежа или на отдельных листах формата А4.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля, должен выполняться в соответствии с требованием ГОСТ 2.109.

Графическую часть проектной документации в строительстве (планы, разрезы, фасады) выполняют по ГОСТ 21.101 и ГОСТ 21.501.

Графические документы должны быть выполнены на стандартных форматах с основной надписью в правом нижнем углу. На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа. Обозначение документа повторяют в левом верхнем углу чертежа для формата А4 и для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа, а для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа – в правом верхнем углу.

В основной надписи наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть, по возможности, кратким.

Оформление чертежей, то есть виды и комплектность, формат, масштаб, чертежные шрифты, линии должны выбираться согласно ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.103, ГОСТ 2.109, ГОСТ 2.301, ГОСТ 2.302, ГОСТ 2.303, ГОСТ 2.304.

Если чертеж изделия выполнен на двух и более листах, то дополнительные изображения отмечают путем указания номеров листов, на которых эти изображения помещены, например, А(3) ↓ ↓ А(3) (разрез А-А размещен на третьем листе чертежа). В этих случаях над дополнительными изображениями у их обозначения указывают номера листов, на которых дополнительные изображения отмечены, например, А-А(1) (разрез А-А отмечен на первом листе чертежа). Графические обозначения материалов на чертежах, нанесение размеров и предельных отклонений,

обозначение допусков и посадок необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 2.306, ГОСТ 2.307, ГОСТ 25346, ГОСТ 25347. Указания предельных отклонений формы и расположения поверхностей должны соответствовать ГОСТ 2.308. Обозначения шероховатости поверхностей на рабочих чертежах деталей — согласно ГОСТ 2.309. Нанесение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки — по ГОСТ 2.310. Изображение резьбы на чертежах выполняется по ГОСТ 2.311; неразъемных соединений — по ГОСТ 2.313. Обозначение швов сварных соединений и условные изображения — по ГОСТ 2.312, спецификации — по ГОСТ 2.106, ГОСТ 21.501.

Условия применения указанных стандартов для автоматизации технологических процессов регламентируется ГОСТ 21.408-2013 «ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» и ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ».

На чертежах общих видов, по согласованию с руководителем, могут допускаться условности и упрощения: трубы небольшого диаметра могут вычерчиваться в одну линию, схематично показываться резьба и т. д.

Цветность на чертежах не допускается.

Техника исполнения графической части документа должна отвечать требованиям указанных выше стандартов.

Чертежи рекомендуется выполнять с использованием ПК и графопостроителей.

2.2 Оформление схем

При выборе вида и типа схем необходимо руководствоваться ГОСТ 2.701, который определяет общие требования к их выполнению.

Схемы должны выполняться в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ 2.702, ГОСТ 2.703, ГОСТ 2.704, ГОСТ 2.710, ГОСТ 2.721, ГОСТ 2.747 и др.). Цветность в изображениях схем так же, как и на чертежах, не допускается.

При обозначении схем следует руководствоваться их классификацией (ГОСТ 2.701) по виду и назначению.

Схемы в зависимости от элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), подразделяются на следующие виды (ГОСТ 2.701):

- электрические – Э;
- гидравлические – Г;
- пневматические – П;
- газовые (кроме пневматических) – Х;
- кинематические – К;
- вакуумные – В;
- оптические – Л;

- энергетические – Р;
- деления – Е;
- комбинированные – С.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяются на следующие типы и обозначаются цифрами:

- структурные – 1, объединяют основные функциональные части изделия и показывают их назначение и взаимосвязи;
- функциональные – 2, разъясняют процессы, протекающие в устройстве, и показывают принцип его работы;
- принципиальные (полные) – 3, определяют полный состав элементов и связей между ними, дают детальное представление о принципах работы изделия;
- соединений (монтажные) – 4, показывают соединение составных частей изделия;
- подключения – 5, показывают внешнее подключение изделия;
- общие - 6, определяют составные части комплексов и соединения между ними на месте эксплуатации установки;
- расположения - 7, показывают расположение составных частей изделия;
- объединенные - 0.

2.3 Оформление диаграмм

Результаты научно-исследовательских работ представляются, как правило, в виде диаграмм, изображающих функциональную зависимость двух или более переменных величин в системе координат. Диаграммы должны выполняться в соответствии с рекомендациями Р 50-77.

Значения величин, связанных изображаемой функциональной зависимостью, следует откладывать на осях координат в виде шкал в линейном и нелинейном, например, логарифмическом, масштабах изображения.

В прямоугольной системе координат независимую переменную следует откладывать на горизонтальной оси, положительные значения величин – вправо и вверх от точки начала отсчета.

Оси координат в диаграммах без шкал и со шкалами следует заканчивать стрелками, указывающими направления возрастания значений величин. В диаграммах со шкалами оси координат следует заканчивать стрелками за пределами шкал.

Масштаб, который может быть разным для каждого направления координат, выражается шкалой значений откладываемой величины.

В качестве шкалы следует использовать координатную ось или линию координатной сетки, которая ограничивает поле диаграммы.

Координатные оси, как шкалы значений изображаемых величин, следует разделять на графические интервалы координатной сеткой, делительными штрихами или их сочетанием. Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, следует разделять только делительными штрихами.

Рядом с делениями сетки или делительными штрихами, соответствующими началу и концу шкалы, должны быть указаны соответствующие числа (значения величин). Если началом отсчета шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал.

Числа у шкал следует размещать вне поля диаграммы и располагать горизонтально.

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303.

Оси координат, оси шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной основной линией, а линии координатной сетки и делительные штрихи – сплошной тонкой линией.

На диаграмме одной функциональной зависимости ее изображение следует выполнять сплошной линией толщиной $2S$. В случае, когда в одной общей диаграмме изображаются две или более функциональные зависимости, допускается изображать эти зависимости линиями различных типов (сплошная, штриховая и т. д.).

Точки диаграммы, полученные путем измерения и расчетов, допускается изображать графически, например, кружком, треугольником, крестиком и т. д. Обозначения точек должны быть разъяснены в пояснительной части диаграммы.

Необходимые размеры, координирующие положение характерных точек, следует наносить по ГОСТ 2.307.

Переменные величины необходимо указывать одним из следующих способов:

- символом;
- наименованием;
- наименованием и символом;
- математическим выражением функциональной зависимости.

В диаграмме со шкалами обозначения величин следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны, а при объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби – в конце шкалы после последнего числа.

В диаграмме без шкал обозначения величин следует размещать вблизи стрелки, которой заканчивается ось.

Обозначения в виде символов и математических выражений следует располагать горизонтально, обозначения в виде наименований, и наименований и символов – параллельно соответствующим осям.

В случае, когда в общей диаграмме изображаются две или более функциональные зависимости, у линий, изображающих зависимости, допускается проставлять наименование или символы соответствующих величин или порядковые номера. Символы и номера должны быть разъяснены в пояснительной части диаграммы.

Единицы измерения в диаграмме следует наносить одним из следующих способов:

- в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы;
- вместе с наименованием переменной величины после запятой;

- в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой наносят обозначение переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения.

2.4 Оформление плакатов

Плакаты являются демонстрационным графическим материалом. К ним относятся: упрощенные изображения устройств, показывающие их конструкцию или принцип действия; таблицы технико-экономических показателей или других характеристик проектируемого объекта и т. д. На плакатах может быть использована цветность.

Иллюстративный материал, оформляемый отдельно от пояснительной записки (в виде диаграмм, схем, плакатов), должен иметь наименование, выполняться на чертежной бумаге стандартных форматов с рамкой, без основной надписи. Однако, для идентификации этого материала с защищаемой работой в левом нижнем углу оборотной стороны этих листов должна быть оформлена основная надпись установленного образца.

Наименование иллюстративного материала пишется крупным чертежным шрифтом над изображением.

Плакаты должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.605, отвечать требованиям наибольшей наглядности, свободно просматриваться с расстояния (3,0–3,5) м.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить стандарты ЕСКД требования к выполнению текстовых и графических документов.

2. Провести нормоконтроль текстовых документов согласно требованиям ГОСТ. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1 - Перечень замечаний нормоконтролера

Обозначение документа	Документ	Глава, раздел	Содержание замечания
000	Дипломный проект	Введение (с.3)	Шрифт не соответствует ГОСТ (должен быть ...
			Межстрочный интервал не соответствует ГОСТ (должен быть 1,5)
			Основная надпись не соответствует ГОСТ (ЮУМК.15.02.14.000.05.00.00.ПЗ)
000	Дипломный проект	1 Общая часть (с.5)	

3. Оформить практическую работу

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что собой представляет комплексная стандартизация?
2. Цели и задачи комплексной стандартизации.
3. Структурные элементы комплекса стандартов ЕСКД.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Оформление текстовых документов

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить ГОСТ 2.105-95 «ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ».
2. Согласно заданию, оформить текстовый документ согласно ГОСТ 2.105-95.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Текстовые документы подразделяют на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.).

Текстовые документы выполняют на формах, установленных соответствующими стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации.

Для оформления курсовых и дипломных проектов по специальности 14.02.07 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)» применяется Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.105-95 «ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ». Настоящий стандарт устанавливает общие требования к выполнению текстовых документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить стандарты ЕСКД требования к текстовым документам.
2. Согласно заданию, оформить текстовый документ согласно ГОСТ 2.105-95.
3. Оформить в редакторе Word текстовый документ.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать понятие конструкторской документации.
2. Перечислите все требования, используемые при оформлении задания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Оформление графических документов

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить ГОСТ 21.408-2013 «ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» и ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ».

2. Согласно заданию, оформить графический документ согласно ГОСТ.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ЕСКД – это комплекс стандартов, регламентирующий единые правила разработки конструкторской документации, устанавливающий единую терминологию при проектировании. В целом ЕСКД относится к категории мероприятий по разработке наиболее совершенных форм научной организации труда.

По автоматизации технологических процессов выпущен Межгосударственный стандарт ГОСТ 21.408-2013 "СИСТЕМА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. N 2293-ст взамен ГОСТ 21.408-93). Настоящий стандарт устанавливает состав и правила оформления рабочей документации систем автоматизации технологических процессов и инженерных систем, зданий и сооружений (далее - системы автоматизации) проектируемых объектов строительства различного назначения. Требования настоящего стандарта распространяются на рабочую документацию технического обеспечения АСУ ТП, разрабатываемую по ГОСТ 34.201.

Рабочую документацию систем автоматизации выполняют в соответствии с требованиями настоящего стандарта, ГОСТ 21.101 и других взаимосвязанных стандартов Системы проектной документации для строительства (СПДС) и Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

В состав рабочей документации систем автоматизации включают:

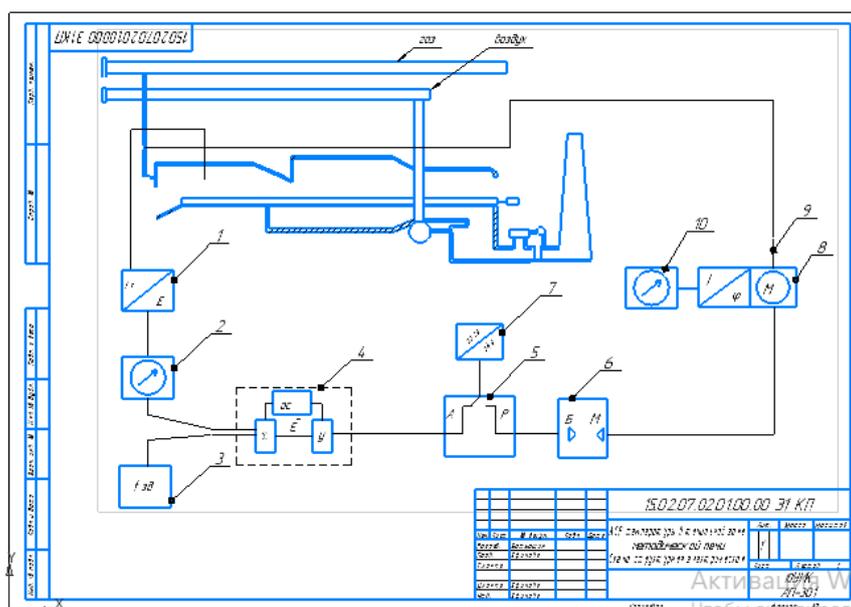
- рабочие чертежи, предназначенные для производства работ по монтажу технических средств автоматизации (основной комплект рабочих чертежей систем автоматизации);
- прилагаемые документы, в том числе:

- а) опросные листы на приборы и карты заказа на электроаппараты, заполняемые по формам и указаниям производителей или поставщиков. Опросные листы, карты заказа передаются заказчику по ведомости отдельно от остальной рабочей документации систем автоматизации (СА);
- б) спецификацию оборудования, изделий и материалов;
- в) эскизные чертежи общих видов нетиповых средств автоматизации;
- г) локальную смету.

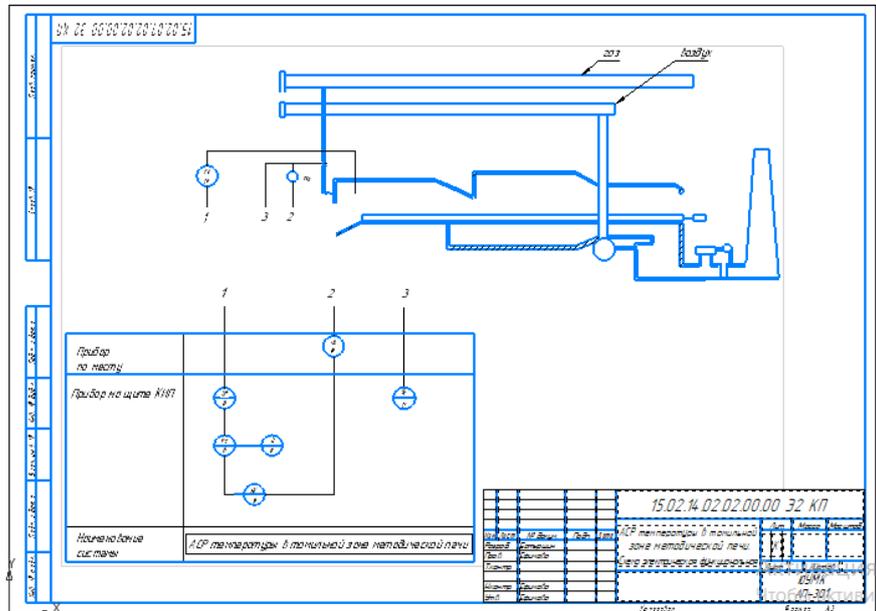
На чертежах элементы систем автоматизации изображают в соответствии с ГОСТ 21.208-2013, технологическое оборудование, коммуникации и строительные конструкции изображают упрощенно - сплошной тонкой линией.

По автоматизации технологических процессов применяется ряд схем, и их модификаций, определяющих наиболее подробное описание содержания систем автоматики. При создании курсового проекта возможны следующие разновидности схем:

- структурная схема - это первичный вариант проектной разработки, выполненный в эскизном варианте для описания общего состава системы. Выполняется в виде прямоугольников или других фигур соединенными линиями связи. Внутри прямоугольника изображают: аббревиатуры, пояснительные надписи, фигурные знаки, математические формулы или графические изображения.



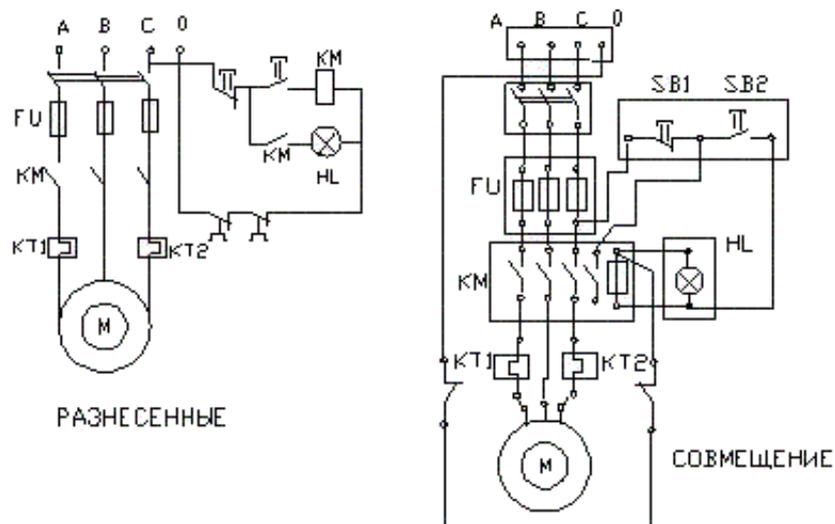
- функциональная схема - специальный вид схем автоматики, сочетающий описание технологического процесса с параметрическим описанием системы автоматизации. Все элементы систем автоматизации изображают в соответствии с ГОСТ 21.208-2013.

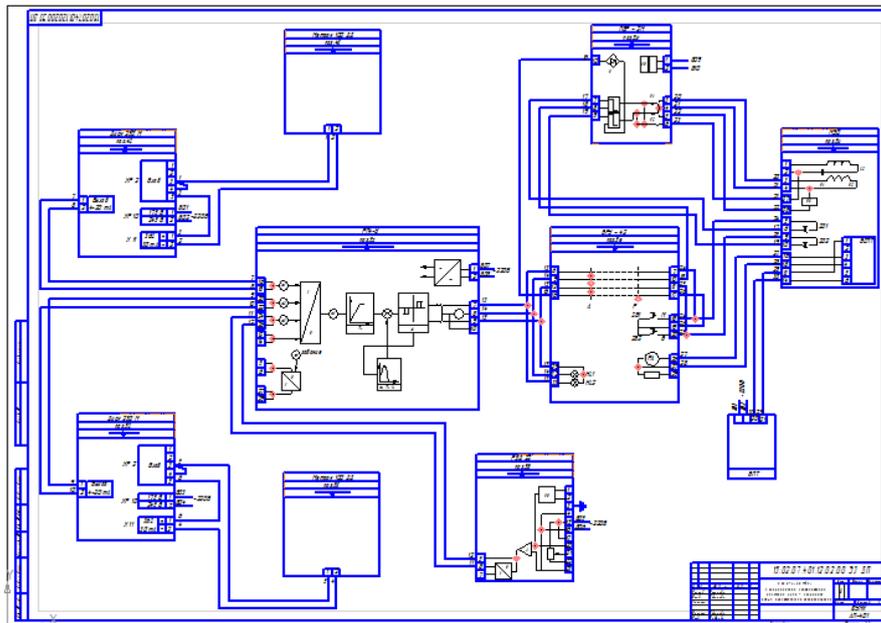


- технологические схемы - применяется для описания технологической карты производственного процесса.

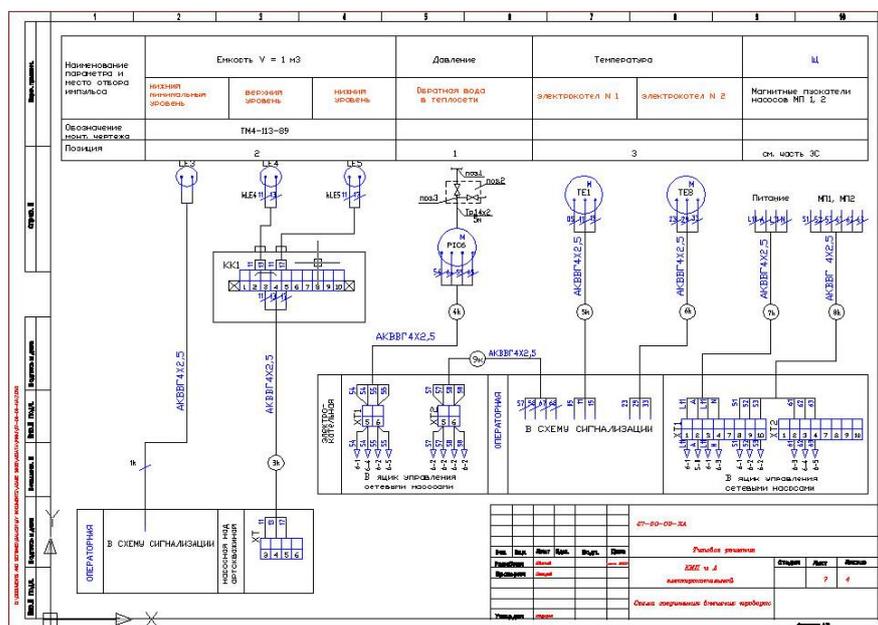


- принципиальные схемы – представляют собой реальное соединение оборудования между собой.





- монтажная схема - техническая разновидность принципиальных схем, предназначенных для подробного описания систем и комплектации оборудования, проводов и кабельных линий. Это: схемы соединений, схемы подключений, схемы внешних кабельных линий. Основная задача монтажной схемы - упростить принципиальную схему с возможностью сборки схемы более низким квалификационным работником.



3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить ГОСТ.
2. Согласно заданию, оформить графический документ в программе КОМПАС –3D v18.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать понятие конструкторской документации.
2. Перечислите все требования, используемые при оформлении задания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Построение схем автоматизации

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить ГОСТ 21.408-2013 «ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» и ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ».

2. Согласно заданию, разработать функциональную схемы автоматизации согласно ГОСТ.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом проектной документации, определяющим структуру и характер систем автоматизации технологических процессов, оснащение их приборами, средствами автоматизации и вычислительной техники, размещение средств автоматизации, а также способы передачи и предоставления информации о состоянии технологического процесса.

На функциональной схеме условно обозначаются:

- технологическое оборудование, коммуникации, органы управления;
- приборы, средства автоматизации и линии связи между ними;
- средства вычислительной техники и линии связи их с датчиками, преобразователями, исполнительными механизмами и т.д.;
- необходимые пояснения к схеме.

Необходимо построить функциональную схему автоматизации проектируемого объекта, применяя условные обозначения приборов, средств автоматизации, элементов вычислительной техники и линий связи согласно ГОСТ 21.408-2013 «ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» и ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ».

Технологическая схема агрегата, аппаратов, трубопроводов выполняется в верхней части чертежа.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование или механически связанные с ним (например, термоэлектрические преобразователи, диафрагмы, исполнительные механизмы), изображаются непосредственно на оборудовании.

Щиты, пульты, стенды и шкафы датчиков показываются в виде прямоугольников в нижней части чертежа.

Приборы и средства автоматизации, устанавливаемые вне щитов и конструктивно не связанные с технологическим оборудованием, располагаются в прямоугольнике «Приборы по месту».

Приборы, регулирующие устройства, аппаратура управления и сигнализации и вычислительная техника изображаются в прямоугольниках «Щит КИП» и «ЭВМ».

Ниже указывается назначение каждой системы автоматизации.

Линии связи между приборами и средствами автоматизации наносятся однолинейно тонкими сплошными линиями независимо от фактического количества проложенных проводов и труб.

Линии связи должны изображать функциональные связи элементов системы автоматизации от начала прохождения сигнала до конца. На линиях указываются предельные значения измеряемых, регулируемых или сигнализируемых величин.

Линии связи наносятся адресным методом.

Позиции приборов и средств автоматизации на стадии проекта «Рабочая документация» состоят:

- из цифрового обозначения комплекта элементов системы автоматизации;
- из буквенных индексов отдельных элементов, входящих в комплект.

В комплектах буквы проставляются в порядке русского алфавита от первичных датчиков к вторичным приборам и средствам автоматизации.

Отдельным приборам, не входящим в комплект, присваивается позиция только из цифры.

В схемах каскадного регулирования позицию регулирующее устройство получает по той группе, на которую оказывается ведущее воздействие.

Согласно заданию, необходимо разработать функциональную схему АСР технологического объекта.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Откройте программу КОМПАС-3D v18.
2. Создайте новый чертеж: **Создать** → **Чертеж**.
3. Настройте параметры чертежа: **Настройка** → **Параметры**.

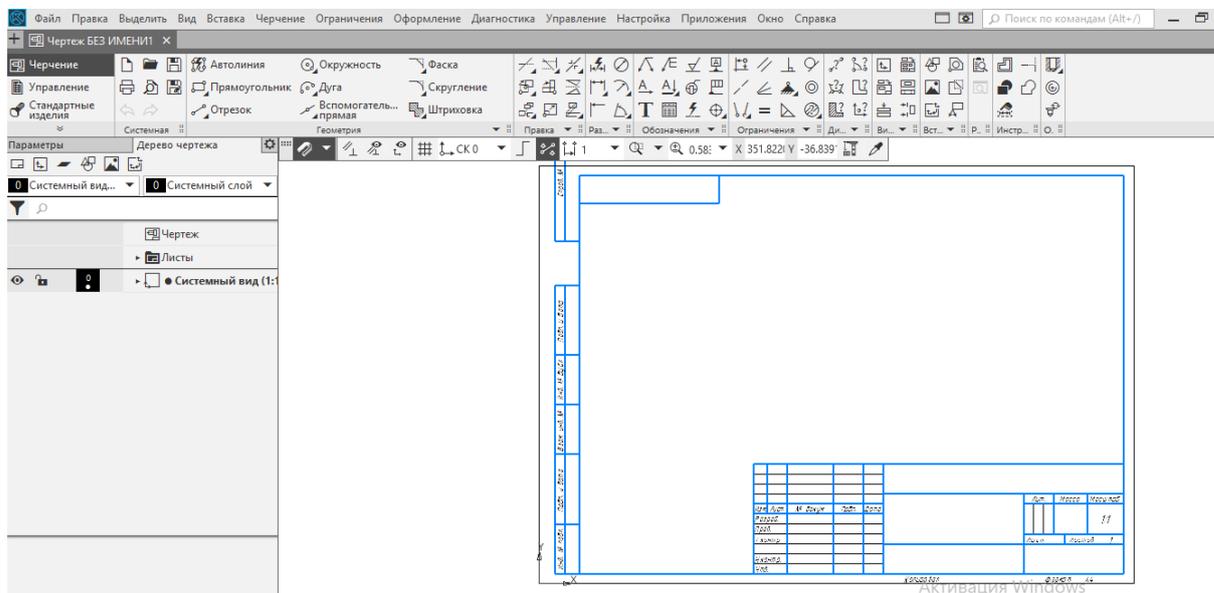


Рисунок 1 - Лист для выполнения чертежа

4. С помощью кнопок панели инструментов **Геометрия** создайте чертеж «Функциональная схема АСР проектируемого объекта автоматизации».

5. Чтобы сделать надписи, необходимо выбрать кнопку  .

6. Заполните штамп чертежа согласно ГОСТ.

7. Сохраните чертеж под именем «Функциональная схема АСР».

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение функциональной схемы.
2. Правила построения функциональных схем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Проведение нормоконтроля схем автоматизации

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить ГОСТ 21.408-2013 и ГОСТ 21.208-2013.
2. Приобрести практические навыки проведения нормоконтроля функциональных схем автоматизации.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом проектной документации, определяющим структуру и характер систем автоматизации технологических процессов, оснащение их приборами, средствами автоматизации и вычислительной техники, размещение средств автоматизации, а также способы передачи и предоставления информации о состоянии технологического процесса.

На функциональной схеме условно обозначаются:

- технологическое оборудование, коммуникации, органы управления;
- приборы, средства автоматизации и линии связи между ними;
- средства вычислительной техники и линии связи их с датчиками, преобразователями, исполнительными механизмами и т.д.;
- необходимые пояснения к схеме.

Необходимо построить функциональную схему автоматизации проектируемого объекта, применяя условные обозначения приборов, средств автоматизации, элементов вычислительной техники и линий связи согласно 21.408-2013 и ГОСТ 21.208-2013.

Технологическая схема агрегата, аппаратов, трубопроводов выполняется в верхней части чертежа.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование или механически связанные с ним (например, термоэлектрические преобразователи, диафрагмы, исполнительные механизмы), изображаются непосредственно на оборудовании.

Щиты, пульты, стенды и шкафы датчиков показываются в виде прямоугольников в нижней части чертежа.

Приборы и средства автоматизации, устанавливаемые вне щитов и конструктивно не связанные с технологическим оборудованием, располагаются в прямоугольнике «Приборы по месту».

Приборы, регулирующие устройства, аппаратура управления и сигнализации и вычислительная техника изображаются в прямоугольниках «Щит КИП» и «ЭВМ».

Ниже указывается назначение каждой системы автоматизации.

Линии связи между приборами и средствами автоматизации наносятся однолинейно тонкими сплошными линиями независимо от фактического количества проложенных проводов и труб.

Линии связи должны изображать функциональные связи элементов системы автоматизации от начала прохождения сигнала до конца. На линиях указываются предельные значения измеряемых, регулируемых или сигнализируемых величин.

Линии связи наносятся адресным методом.

Позиции приборов и средств автоматизации на стадии проекта «Рабочая документация» состоят:

- из цифрового обозначения комплекта элементов системы автоматизации;
- из буквенных индексов отдельных элементов, входящих в комплект.

В комплектах буквы проставляются в порядке русского алфавита от первичных датчиков к вторичным приборам и средствам автоматизации.

Отдельным приборам, не входящим в комплект, присваивается позиция только из цифры.

В схемах каскадного регулирования позицию регулирующее устройство получает по той группе, на которую оказывается ведущее воздействие.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить стандарты ЕСКД требования к графической части документов.
2. Провести нормоконтроль графической части документов (функциональных схем автоматизации) согласно требованиям.
3. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1 - Перечень замечаний нормоконтролера

Обозначение документа	Документ	Содержание замечания

4. Оформить практическую работу.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать понятие конструкторской документации.
2. Назовите виды графической части документации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Расчет погрешностей измерений

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Научиться производить расчеты абсолютной и относительной погрешности при измерениях.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Любой результат измерения содержит погрешность.

Погрешность измерений — это отклонение значений величины, найденной путем ее измерения, от истинного (действительного) значения отклоняемой величины.

Погрешность прибора — это разность между показанием прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

При анализе измерений сравнивают истинные значения физических величин с результатами измерений. Отклонение результатов измерений (X) от истинного значения измеряемой величины ($X_{\text{ист}}$) называют погрешностью измерений.

$$X = X - X_{\text{ист}}. \quad (1)$$

Это теоретическое определение, так как истинное значение величины неизвестно. При метрологических работах вместо истинного значения используют действительное $X_{\text{дейст}}$, соответствующее показаниям эталонов.

$$X = X - X_{\text{дейст}}. \quad (2)$$

По форме числового выражения погрешности измерений подразделяются на абсолютные и относительные.

Абсолютной называют погрешность измерения, выраженную в тех же единицах, что и измеряемая величина.

Например, 0,25В; 0,006 мм и т.д. Абсолютная погрешность определяется по формулам (1) и (2). Практического применения абсолютные погрешности не имеют. Например, по образцовому вольтметру сравнивали показания двух рабочих вольтметров. Измеряли напряжение 10 В и получили погрешность 0,4 В, а другим — измеряли напряжение 1000 В и получили погрешность 10 В. На первый взгляд более точным кажется первый вольтметр, так как у него меньшая погрешность. Однако достоверную оценку приборов можно получить, используя относительную погрешность.

Относительная погрешность δ , равна отношению абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой:

$$\delta = (X / X_{\text{дейст}}) \cdot 100\%. \quad (3)$$

Определим относительную погрешность вольтметров предыдущего примера: для первого вольтметра $\delta = (0,4/10) \cdot 100\% = 4 \%$, а для второго вольтметра $\delta = (10/1000) \cdot 100 \% = 1 \%$.

Как видно из примеров, меньшей относительной погрешностью обладает второй вольтметр.

Погрешности измерений.

Погрешности измерений обычно классифицируют по причинам их возникновения и по видам погрешностей. В зависимости от причин возникновения выделяют следующие погрешности измерений.

Погрешность метода — это составляющая погрешности измерения, являющаяся следствием несовершенства метода измерений.

Суммарная погрешность метода измерения определяется совокупностью погрешностей отдельных его составляющих (погрешности показаний прибора и блока концевых мер, погрешности, вызванные изменением температурных условий, и т.п.).

Погрешность отсчета — это составляющая погрешности измерения, являющаяся следствием недостаточно точного отсчета показаний средства измерений и зависящая от индивидуальных способностей наблюдателя.

Погрешность отсчета можно разделить на две составляющие: погрешность интерполяции и погрешность от параллакса.

Погрешность интерполяции при отсчитывании происходит от недостаточно точной оценки на глаз доли шкалы, соответствующей положению указателя (например, стрелки прибора).

Погрешность от параллакса возникает вследствие визирования (наблюдения) стрелки, расположенной на некотором расстоянии от поверхности шкалы.

Случайные погрешности — составляющие погрешности измерения, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайными являются погрешности, возникающие вследствие нестабильности показаний измерительного прибора, колебаний температурного режима в процессе измерения и т.д.

Эти погрешности нельзя установить заранее, но можно учесть в результате математической обработки данных многократных измерений, изменяющихся случайным образом при измерении одной и той же величины.

К грубым погрешностям относятся случайные погрешности, значительно превосходящие погрешности, ожидаемые при данных условиях измерения.

Причинами, вызывающими грубые погрешности, могут быть, например, неправильный отсчет по шкале прибора, неправильная установка детали в процессе измерения и т.д.

От погрешности измерения зависит точность измерения, которая является качеством измерения и отражает близость его результата к истинному значению измеряемой величины. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям.

Погрешности средств измерений.

Инструментальная погрешность — составляющая погрешности измерения и зависит от применяемых средств измерений.

Различают основную и дополнительную погрешности средств измерений.

За основную погрешность принимают погрешность средства измерения, используемого в нормальных условиях.

Дополнительная погрешность складывается из дополнительных погрешностей измерительного преобразователя и меры, вызванных отклонением от нормальных условий. Например, если при настройке прибора для измерения методом сравнения с мерой температура меры отличается от нормальной, то это приведет к погрешности настройки прибора на нуль и соответственно к погрешности измерений.

Погрешность средств измерений нормируют установлением предела допускаемой погрешности.

Предел допускаемой погрешности средства измерения — наибольшая (без учета знака) погрешность средства измерения, при которой оно может быть признано годным и допущено к применению.

Все перечисленные погрешности подразделяются по виду на систематические, случайные и грубые.

Под систематическими понимают погрешности, постоянные или закономерно изменяющиеся при повторных измерениях одной и той же величины.

Выявленные систематические погрешности могут быть исключены из результатов измерений путем введения соответствующих поправок. Например, получили абсолютную погрешность вольтметра +2 В. Тогда при последующих измерениях этим вольтметром мы должны вычитать 2 В из показаний, так как поправка берется с противоположным знаком, чем погрешность, и наоборот прибавлять, если поправка будет со знаком «минус».

Примером систематических погрешностей являются показания прибора при неправильной градуировке шкалы; погрешность мер, по которым производят установку на нуль прибора. От значения систематической составляющей погрешности измерений зависит правильность измерений: качество измерений, отражающее близость к нулю систематических погрешностей и их результатов. Чем меньше систематическая погрешность, тем правильнее измерение.

Например, ГОСТ 26433.0—85 устанавливает способы исключения систематических погрешностей.

Исключение известных систематических погрешностей из результатов наблюдений или измерений выполняют введением поправок к этим результатам. Поправки по абсолютному значению равны этим погрешностям и противоположны им по знаку.

Введением поправок исключают:

– погрешность, возникающую из-за отклонений действительной температуры окружающей среды при измерении от нормальной;

- погрешность, возникающую из-за отклонений атмосферного давления при измерении от нормального;
- погрешность, возникающую из-за отклонений относительной влажности окружающего воздуха при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую из-за отклонений относительной скорости движения внешней среды при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую вследствие искривления светового луча (рефракции); — погрешность шкалы средства измерения;
- погрешность, возникающую вследствие несовпадения направлений линии измерения и измеряемого размера.

Поправки по указанным погрешностям вычисляют в соответствии с указаниями таблицы 1.

Поправки могут не вноситься, если действительная погрешность измерения не превышает предельной.

Пример. Получен результат измерения длины $X_i = 24003$ мм. Измерение выполнялось 30-метровой линейкой из нержавеющей стали при $t = -20$ °С.

При этом $\alpha_1 = 20,5 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_2 = 12,5 \cdot 10^{-6}$, $t_1 = t_2 = -20$ °С.

$$\delta\chi_{\text{cor, } t} = -24\,003 [20,5 \cdot 10^{-6} (-20 - 20) - 12,5 \cdot 10^{-6} (-20 - 20)] \approx 7,7 \text{ мм.}$$

Действительную длину X_i с учетом поправки на температуру окружающей среды следует принять равной:

$$X_i + \delta\chi_{\text{cor, } t} = 24003 + 7,7 = 24010,7 \text{ мм}$$

Не учитываемые погрешности измерений приводят к недостоверным результатам. Например, при контроле продукции, параметры качества которой находятся близко к границе допускаемых значений, из-за погрешностей измерений часть годных изделий может быть забракована, а бракованные изделия могут быть приняты как годные.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Произвести трехкратные измерения одного и того же предмета на электронных весах.
2. Определить абсолютную и относительную погрешности при измерениях.
3. Запишите алгоритм вычислений с помощью формул.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение погрешности прибора.
2. Перечислите погрешности средств измерений.
3. Охарактеризуйте случайные погрешности.
4. Какова причина погрешности отсчета?

5. Какова причина грубых погрешностей?

6. Что исключают поправки?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выбор средств измерений

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Научиться выбирать средства измерений свободных линейных размеров.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики, называются средствами измерения.

При выборе средств измерений в первую очередь должно учитываться допустимое значение погрешности для данного измерения, установленное в соответствующих нормативных документах.

В случае, если допустимая погрешность не предусмотрена в соответствующих нормативных документах, предельно допустимая погрешность измерения должна быть регламентирована в технической документации на изделие.

При выборе средств измерения должны также учитываться:

- допустимые отклонения;
- методы проведения измерений и способы контроля. Главным критерием выбора средств измерений является соответствие средств измерения требованиям достоверности измерений, получения настоящих (действительных) значений измеряемых величин с заданной точностью при минимальных временных и материальных затратах.

Для оптимального выбора средств измерений необходимо обладать следующими исходными данными:

- номинальным значением измеряемой величины;
- величиной разности между максимальным и минимальным значением измеряемой величины, регламентируемой в нормативной документации;
- сведениями об условиях проведения измерений.

Если необходимо выбрать измерительную систему, руководствуясь критерием точности, то ее погрешность должна вычисляться как сумма погрешностей всех элементов системы (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей), в соответствии с установленным для каждой системы законом.

Предварительный выбор средств измерений производится в соответствии с критерием точности, а при окончательном выборе средств измерений должны учитываться следующие требования:

- к рабочей области значений величин, оказывающих влияние на процесс измерения;
- к габаритам средства измерений;

- к массе средства измерений;
- к конструкции средства измерений.

При выборе средств измерений необходимо учитывать предпочтительность стандартизированных средств измерений.

Измерительные средства в зависимости от измеряемых размеров и допускаемых погрешностей измерения рекомендуется выбирать по таблицам 1–4. Допускается использовать более точные средства измерения, кроме указанных в таблице 1.

Таблица 1 - Универсальные средства измерения размеров с неуказанными допусками

Обозначения для табл. 2–4	Наименование измерительного средства и способ его применения	Цена деления, мм	Диапазон измерения, мм	Условие измерения	
				Класс концевых мер длины	Температурный режим
1	Линейки измерительные металлические. ГОСТ 427–75	1,0	0–500	–	–
2	Штангенциркули. ГОСТ 166–80	0,1	0–630	–	–
3	Штангенциркули. ГОСТ 166–80	0,05	0–250	–	–
4	Микрометры. ГОСТ 6507–78	0,01	0–500	–	–
5	Индикаторные нутромеры. ГОСТ 868–82	0,01	6–100 100–500	4 4	5 3
6	Штангенглубиномеры. ГОСТ 162–80	0,05	0–400	–	–
7	Глубиномеры микрометрические. ГОСТ 7470–78	0,01	0–150	–	5
8	Глубиномеры индикаторные. ГОСТ 7661–67	0,01	0–100	–	5

В таблицах 2–4 на пересечении вертикальной колонки (кавалитет) и горизонтальной строки (номинальные размеры) находится поле, в котором в виде дроби указан в числителе предел допускаемой погрешности измерения в микрометрах (мкм), а в знаменателе – условные обозначения измерительных средств из таблицы 1.

Таблица 2 - Выбор универсальных средств для измерения наружных размеров

Номинальные размеры, мм	Квалитет 12	Квалитеты 13, 14	Квалитеты 15, 16	Квалитет 17
Свыше 1–3	$\frac{50}{4}$	$\frac{100}{3}$	$\frac{150}{2}$	$\frac{150}{2}$
» 3–6	$\frac{50}{4}$	$\frac{100}{3}$	$\frac{200}{2}$	$\frac{500}{1; 2}$
» 6–30	$\frac{100}{3}$	$\frac{200}{2}$	$\frac{300}{2}$	$\frac{500}{1; 2}$
» 30–120	$\frac{150}{2}$	$\frac{250}{2}$	$\frac{400}{1; 2}$	$\frac{800}{1; 2}$
» 120–315	$\frac{200}{2; 4}$	$\frac{300}{2; 4}$	$\frac{600}{1; 2; 4}$	$\frac{1000}{1; 2; 4}$
» 315–500	$\frac{300}{2; 4}$	$\frac{500}{1; 2; 4}$	$\frac{1000}{1; 2; 4}$	$\frac{1500}{1; 2; 4}$

Таблица 3 - Выбор универсальных средств для измерения внутренних размеров

Номинальные размеры, мм	Квалитет 12	Квалитеты 13, 14	Квалитеты 15, 16	Квалитет 17
Свыше 1–3	–	–	–	–
» 3–6	–	–	–	–
» 6–30	$\frac{100}{5}$	$\frac{200}{2}$	$\frac{300}{2}$	$\frac{500}{1; 2}$
» 30–120	$\frac{150}{3}$	$\frac{250}{2}$	$\frac{400}{2}$	$\frac{800}{1; 2}$
» 120–315	$\frac{200}{2}$	$\frac{300}{2}$	$\frac{600}{1; 2}$	$\frac{1000}{1; 2}$
» 315–500	$\frac{300}{2}$	$\frac{500}{1; 2}$	$\frac{1000}{1; 2}$	$\frac{1500}{1; 2}$

Примечание. Точность измерения внутренних размеров от 1 до 6 мм обеспечивается технологически размерами режущего инструмента. Контроль в случае необходимости можно проводить калибрами или специальными измерительными средствами.

Таблица 4 - Выбор универсальных средств для измерения глубин и уступов

Номинальные размеры, мм	Квалитет 12	Квалитеты 13, 14	Квалитеты 15, 16	Квалитет 17
Свыше 1–3	$\frac{50}{7; 8}$	$\frac{100}{6}$	$\frac{150}{2; 6}$	$\frac{150}{2; 6}$
» 3–6	$\frac{50}{7; 8}$	$\frac{100}{6}$	$\frac{200}{2; 6}$	$\frac{500}{1; 2}$
» 6–30	$\frac{100}{6}$	$\frac{200}{2; 6}$	$\frac{300}{2; 6}$	$\frac{500}{1; 2}$
» 30–120	$\frac{150}{2; 6}$	$\frac{250}{2; 6}$	$\frac{400}{2; 6}$	$\frac{800}{1; 2}$
» 120–315	$\frac{200}{6}$	$\frac{300}{6}$	$\frac{600}{1}$	$\frac{1000}{1}$
» 315–500	$\frac{300}{6}$	$\frac{500}{1}$	$\frac{1000}{1}$	$\frac{1500}{1}$

Пример:

Выбрать средство измерения для контроля длины изделия для измерения наружного размера $\frac{110}{13}$, где в виде дроби указан в числителе размер измеряемого изделия в мм, а в знаменателе – квалитет.

Решение:

По таблице 2 определяем в поле на пересечении номинального размера и квалитета предел допускаемой погрешности измерения в микрометрах (мкм), указанный в числителе, и средство измерения – в знаменателе. Предел допускаемой погрешности измерения равняется 250 мкм, и средство измерения, определяемое по таблице 1, – штангенциркули по ГОСТ 166–80 с ценой деления 0,1 мм и диапазоном измерения для наружных размеров 0–630 мм.

Задание:

Выбрать средство измерения для контроля размеров изделия, используя данные таблицы 5, где в виде дроби указан в числителе размер измеряемого изделия, мм, а в знаменателе – квалитет.

Таблица 5 - Выбор средств измерений

Вариант	Наружный размер	Внутренний размер	Размер глубин и уступов
1	$\frac{111}{13}$	$\frac{433}{17}$	$\frac{24}{17}$
2	$\frac{23}{12}$	$\frac{282}{16}$	$\frac{4,9}{15}$
3	$\frac{5}{14}$	$\frac{35}{14}$	$\frac{1,8}{14}$
4	$\frac{1,3}{15}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{2,9}{12}$
5	$\frac{3,7}{17}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{5,4}{13}$
6	$\frac{19}{16}$	$\frac{84}{15}$	$\frac{7}{16}$
7	$\frac{49}{13}$	$\frac{144}{17}$	$\frac{61}{17}$
8	$\frac{134}{12}$	$\frac{367}{16}$	$\frac{302}{15}$
9	$\frac{373}{14}$	$\frac{138}{13}$	$\frac{369}{14}$
10	$\frac{227}{15}$	$\frac{87}{12}$	$\frac{218}{12}$
11	$\frac{102}{17}$	$\frac{17}{15}$	$\frac{42}{13}$
12	$\frac{9,4}{16}$	$\frac{86}{17}$	$\frac{16}{16}$
13	$\frac{4,2}{13}$	$\frac{291}{16}$	$\frac{3,7}{17}$
14	$\frac{1,6}{12}$	$\frac{467}{14}$	$\frac{2,2}{17}$

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите показатели качества измерений.
2. Что отражает точность измерений?
3. Что характеризует показатель «достоверность измерений»?
4. Что характеризует правильность измерений?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение методов поверок средств измерений

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение правил организации и порядка проведения поверки средств измерения. Ознакомление с методами поверки, примерами построения поверочных схем, методами определения межповерочных интервалов.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Краткие сведения из теории

Поверкой средств измерений называют совокупность действий, выполняемых для определения и оценки погрешностей средств измерений. Цель поверки - выяснить, соответствуют ли точностные характеристики приборов значениям, указанным в технической документации, и пригодно ли средство измерения к применению. Вид поверки определяют в зависимости от того, какой метрологической службой проведена поверка, от характера поверки (инспекционная, экспертная), каков этап работы средства измерений (первичная, периодическая, внеочередная). Организацию и поверку средств измерений проводят согласно ГОСТ 8.002-86 и ГОСТ 8.513-84.

Государственную поверку проводят территориальные органы Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарта России) - центры стандартизации, метрологии и сертификации. Государственной поверке подлежат средства измерений, применяемые в качестве исходных образцов при проведении государственных испытаний и метрологической аттестации, градуировке и поверке на предприятиях, выпускаемые в обращение из производства или после ремонта, и многие другие. Конкретная номенклатура средств измерений, подлежащих обязательной госповерке утверждается, Госстандартом России.

Ведомственной поверке подлежат средства измерений, не указанные в перечне средств измерений, подлежащих обязательной государственной поверке, например, средства контроля режимов технологических процессов деталей, узлов готовой продукции.

В зависимости от того, на каком этапе эксплуатации средств измерений проводят поверку, она может быть:

- **первичной** - которой подвергаются все средства измерений после изготовления, а также все средства измерений после ремонта;

- **периодической** - которую проводят при эксплуатации и хранении средств измерений через определенные межповерочные интервалы, установленные при проведении государственных приемочных испытаний;

- **внеочередной** - которую проводят при эксплуатации и хранении средств измерений с целью установления их исправности вне зависимости от сроков периодической поверки в соответствии с определенными требованиями НТД на методы и средства поверки.

Методы поверки средств измерений. В основу классификации применяемых методов поверки положены следующие признаки, в соответствии с которыми средства измерения могут быть поверены:

- **без использования компаратора** (прибора сравнения), т.е. непосредственным сличением поверяемого средства измерений с образцовым средством измерений того же вида;

- **сличением** поверяемого средства измерений с образцовым средством измерений того же вида с помощью компаратора;

- **прямым измерением** поверяемым измерительным прибором величины, воспроизводимой образцовой мерой;

- **прямым измерением** образцовым измерительным прибором величины, воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;

- **косвенным измерением** величины, воспроизводимой мерой или измеряемой прибором, подвергаемым поверке.

Метод непосредственного сличения двух средств измерений без применения компарирующих или каких-либо других промежуточных приборов.

Этот метод широко применяется при поверке различных средств измерений и т.д. Например, в области электрических и магнитных измерений этот метод применяют при определении метрологических характеристик измерительных приборов непосредственной оценки, предназначенных для измерения тока, напряжения, частоты и т.д.; в области измерения механических величин, в частности, давления. Основой метода служит одновременное измерение одного и того же значения физических величин X аналогичным по роду измеряемой величины поверяемым и образцовым приборами. При поверке данным методом устанавливают требуемое значение X , затем сравнивают показания поверяемого прибора X с показаниями X_0 образцового и определяют разность $\Delta = X - X_0$. Разность равна абсолютной погрешности поверяемого прибора, которую приводят к нормированному значению X_n для получения приведенной погрешности γ .

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_n} \cdot 100\%$$

Этот метод может реализовываться двумя способами:

- регистрацией смещений. При этом показание индикатора поверяемого прибора путем изменения входного сигнала устанавливают равным поверяемому значению, а погрешность определяют, как разность между показанием поверяемого прибора и действительным значением, определяемым по показаниям образцового прибора.

- отсчётом погрешности по показанию индикатора поверяемого прибора. При этом номинальное значение размера физической величины устанавливают по образцовому прибору, а погрешность определяют, как разность между номинальным значением и показанием поверяемого прибора.

Первый способ удобен тем, что дает возможность точно определить погрешность по образцовому прибору, имеющему, как правило, более высокую разрешающую способность.

Второй способ удобен при автоматической поверке, так как позволяет поверять одновременно несколько приборов с помощью одного образцового средства измерения. Недостатки этого способа: нелинейность и недостаточная разрешающая способность поверяемых приборов. Достоинства метода непосредственных сличений: простота, отсутствие необходимости применения сложного оборудования и др.

Метод сличения поверяемого средства измерений с образцовым средством измерений того же вида с помощью компаратора (прибора сравнения) заключается в том, что в ряде случаев невозможно сравнить показания двух приборов, например, вольтметров, если один из них пригоден для измерений только в цепях постоянного тока, а другой - переменного; нельзя непосредственно сравнить размеры мер магнитных и электрических величин. Измерение этих величин выполняют введением в схему поверки некоторого промежуточного звена - компаратора, позволяющего косвенно сравнивать две однородные или разнородные физические величины. Компаратором может быть любое средство измерения, одинаково реагирующее на сигнал образцового и поверяемого средств измерений.

При сличении мер сопротивления, индуктивности, емкости в качестве компараторов используют мосты постоянного или переменного тока, а при сличении мер сопротивления и ЭДС-потенциометры.

Сличение мер с помощью компараторов осуществляют *методами противопоставления и замещения*. Общим для этих методов поверки средств измерений является выработка сигнала о наличии разности размеров сравниваемых величин. Если этот сигнал подбором, например, образцовой меры или принудительным изменением ее размера будет сведен к нулю, то это *нулевой метод*. Если же на входе компаратора при одновременном воздействии размеров сличаемых мер, измерительный сигнал указывает на наличие разности сравниваемых размеров, то это *дифференциальный метод*.

Применение в ходе поверки метода противопоставления позволяет уменьшить воздействие на результаты поверки влияющих величин ввиду того, что они практически одинаково искажают сигналы, подаваемые на вход компаратора.

Достоинства метода замещения заключаются в последовательном во времени сравнении двух величин. То, что эти величины включаются последовательно в одну и ту же часть компаратора, повышает точность измерений по сравнению с другими разновидностями метода сравнения, где

несимметрия цепей, в которые включаются сравниваемые величины, приводит к возникновению систематической погрешности. Недостаток нулевого метода замещения - необходимость иметь средство измерений, позволяющее воспроизводить любое значение известной величины без существенного понижения точности. Особенностью дифференциального метода при проведении измерений и, в частности, поверки является возможность получения достоверных результатов сличения двух средств измерений даже при применении сравнительно грубых средств для измерения разности. Вместе с тем реализация этого метода требует наличия высокоточной образцовой меры с номинальным значением, близким к номинальному значению сличаемой меры.

Метод прямого измерения. Этот метод предъявляет к мерам, используемым в качестве образцовых средств измерений, ряд специфических требований. Наиболее характерными из них являются: возможность воспроизведения мерой той физической величины, в единицах которой градуировано поверяемое средство измерений, достаточный для перекрытия всего диапазона измерений поверяемого средства измерений диапазон физических величин, воспроизводимых мерой; соответствие точности меры, а в ряде случаев ее типа и плавности изменения размера требованиям, оговариваемым в НТД на методы и средства поверки средств измерений данного вида.

Как и при поверке методом непосредственного сличения, определение основной погрешности поверяемого средства измерений проводят двумя рассмотренными ранее способами.

Реализовать 1-й способ, обладающий рядом преимуществ, можно только при наличии магазина мер, позволяющего достаточно точно плавно изменять воспроизводимую или физическую величину. В ряде случаев непосредственно измерить размер меры поверяемым средством измерений некоторую промежуточную величину, которую в свою очередь непосредственно сопоставляют со значением образцовой меры. Например, поверка вольтметров сличением их показаний с мерой ЭДС с помощью потенциометра постоянного тока.

Широкое применение метод прямых измерений находит при поверке мер электрических и магнитных величин. Особенно он эффективен при поверке мер ограниченной точности.

Метод косвенных измерений величины, воспроизводимой мерой или измеряемой прибором. При реализации этого метода о действительном размере меры и измеряемой поверяемым прибором величины судят на основании прямых измерений нескольких величин, связанных с искомой величиной, определенной зависимостью. Метод применяется тогда, когда действительные значения величин, воспроизводимые или поверяемые поверяемым средством измерений, невозможно определить прямым измерением или, когда косвенные измерения более просты или более точны по сравнению с прямыми.

На основании прямых измерений и по их данным выполняют расчет. Только расчетом, основанным на определенных зависимостях между искомой величиной и результатами прямых измерений, определяют значение величины, т.е. находят результат косвенного измерения. Например, определяют систематическую составляющую относительной погрешности

электрического счетчика активной энергии с помощью ваттметра и секундомера. Погрешность поверяемого счетчика, %, находят по формуле:

$$\sigma = \frac{W_n - W_0}{W_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где W_0 - действительное значение электрической энергии по показаниям образцовых приборов;

W_n - значение электрической энергии по показаниям поверяемого счетчика.

Для определения W_n необходимо знать постоянную счетчика C , которая обычно не указывается. Но на счетчике указано число оборотов диска A , соответствующее энергии 1 кВт.ч. Постоянная $C = 3600 \cdot 1000 / A$ [Вт·с/об], а измеренная поверяемым счетчиком энергия $W_n = C \cdot N$. Если по показаниям образцового ваттметра установить действительное значение мощности P_0 и поддерживать ее неизменной в течение времени t_0 , определяемого по образцовому секундомеру, то действительное значение энергии W_0 можно определить расчетом по формуле: $W_0 = P_0 \cdot t_0$. В практике поверки для расчета погрешности чаще применяют формулу:

$$\sigma = \frac{t_n - t_0}{t_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

где t_n - нормальное время поверяемого счетчика, т.е. время, за которое диск правильно работающего счетчика должен сделать N оборотов при заданной мощности P ;

P - показание (сумма показаний) образцовых ваттметров, Вт.

Число оборотов N выбирают таким, чтобы при данной мощности P показание секундомера t было не менее 50 с, а относительная погрешность измерения времени не превышала допустимой.

$$t_n = \frac{C \cdot N}{P} = \frac{360 \cdot 1000 \cdot N}{A \cdot P} \quad (3)$$

При поверке счетчика методом косвенного измерения энергии образцовым ваттметром и секундомером суммарная погрешность образцовых средств измерений складывается из погрешностей образцовых ваттметра и трансформатора тока, погрешности секундомера и субъективных погрешностей, вызванных ошибками поверителя при пуске и остановке секундомера. Последняя достигает 0,3 с, т.е. при времени измерения $t = 50$ с составляет 0,6%. Следовательно, по сравнению с составляющими погрешности: ваттметра 0,2-0,3%; трансформатора тока 0,1%; секундомера 0,1...0,2%, ошибка поверителя существенно влияет на точность показаний, а поэтому ГОСТ 8.259-77 предусматривает, что при каждой нагрузке должно быть выполнено два наблюдения. Это делают, дважды отсчитывая число оборотов, измеряя время двумя секундомерами.

За действительное значение времени для данной нагрузки принимают среднее арифметическое двух наблюдений. Если значение погрешности счетчика, определенное по результатам двух наблюдений, близко к предельно допустимому, то проводят дополнительно два наблюдения при данной нагрузке и вычисляют среднее арифметическое четырех наблюдений, которое и является окончательным. Таким образом, при выполнении поверки методом косвенных измерений величин, измеряемых поверяемыми приборами или воспроизводимых подвергаемыми

поверке мерами, следует учитывать тот факт, что конечный результат косвенного измерения всегда отягощен составляющими погрешностями прямых измерений.

Независимая поверка. Независимая или автономная поверка, т.е. *поверка без применения образцовых средств измерений*, возникла при разработке особо точных средств измерений, которые не могут быть поверены ни одним из рассмотренных методов ввиду отсутствия еще более точных средств измерений с соответствующими пределами измерения. Сущность метода независимой (автономной) поверки, наиболее часто реализуемого при поверке приборов сравнения, заключается в сравнении величин, воспроизводимых отдельными элементами схем поверяемого средства измерений, с величиной, выбранной в качестве опорной и конструктивно воспроизводимой в самом поверяемом средстве измерений (совместные и совокупные измерения). Например, при поверке m -й декады потенциометра необходимо убедиться в равенстве падений напряжений на каждой n -й ступени этой декады. Для этого, выбрав в качестве опорной величины сопротивление первой ступени декады, можно с помощью компаратора поочередно сравнивать падения напряжения на каждой n -й ступени с падением напряжения на этом сопротивлении.

Переход от поверки предыдущей декады к последующей осуществляется сравнением падения напряжения на сумме всех ступеней последующей декады с номинально одинаковым падением напряжения на второй ступени предыдущей декады. Метод трудоемок, но не позволяет определять поправки с высокой точностью непосредственно на месте эксплуатации поверяемого средства измерений, что способствует эффективности контроля его метрологических характеристик.

Реализация методов поверки осуществляется комплектной или поэлементной поверкой.

При комплектной поверке средство измерений поверяют в полном комплекте его составных частей, без нарушения взаимосвязи между ними. Погрешности, которые при этом определяют, рассматривают как погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом средство измерений находится в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации, что позволяет в ходе поверки попутно выявить многие, присущие поверяемому средству измерений недостатки: дефекты внутреннего монтажа, неисправности переключающих устройств и т.п. С учетом простоты и хорошей достоверности результатов комплектной поверке всегда, когда это возможно, отдают предпочтение.

В случае невозможности реализации комплектной поверки, ввиду отсутствия образцовых средств измерений, несоответствия их требованиям точности или пределам измерений, применяют поэлементную поверку. Поэлементная поверка средства измерений - это поверка, при которой его погрешности определяют по погрешностям отдельных частей. Затем по полученным данным расчетом определяют погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом предполагают, что закономерности взаимодействия отдельных частей средства измерений точно известны, а возможности посторонних влияний на его показания исключены или

поддаются точному учету. Область применения поэлементной поверки обширна и в ряде случаев оказывается единственно возможной.

Весьма широко поэлементную поверку используют при поверке сложных средств измерений, состоящих из компаратора со встроенными в него образцовыми мерами. Следует особо отметить, что по результатам поэлементной поверки, если действительная погрешность превышает допускаемую, можно непосредственно установить причину неисправности средств измерений. Существенным недостатком поэлементной поверки является ее трудоемкость и сложность реализации по сравнению с комплексной поверкой.

2. Поверочные схемы

Поверочные схемы - это документ, определяющий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам измерений.

Различают государственные, ведомственные и локальные поверочные схемы, создание и реализацию которых определяют ГОСТ 8.061-80.

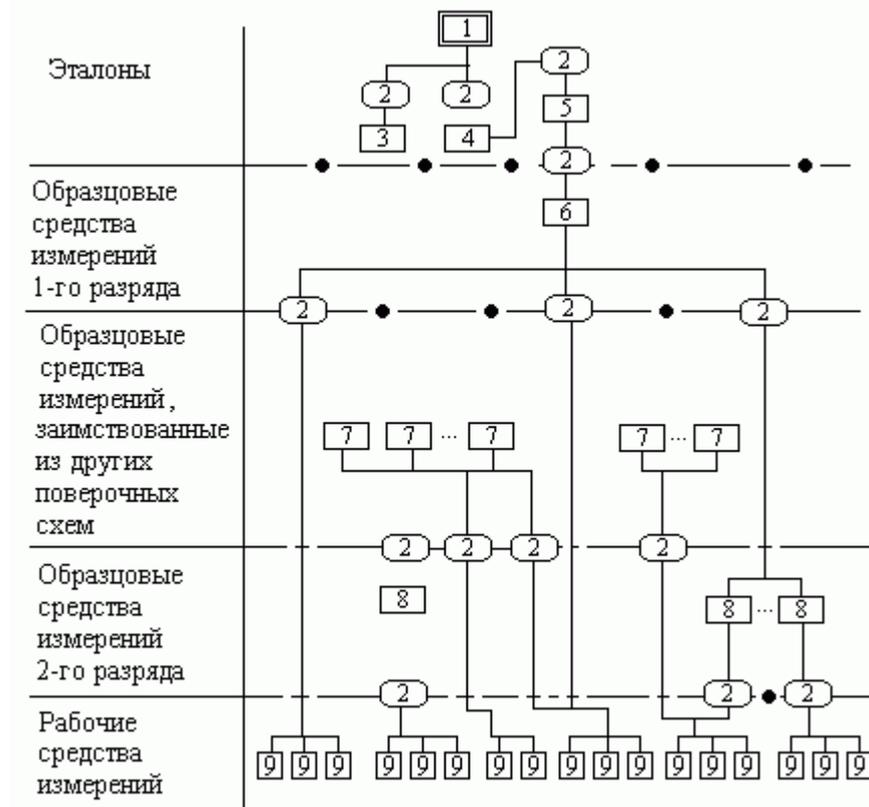
При разработке поверочной схемы необходимо обосновать оптимальность ее структуры (методы поверки, виды вторичных эталонов, число разрядов образцовых средств измерений и т.д.). При этом подобрать оптимальные соотношения погрешностей поверяемого и образцового приборов, учесть вероятности признания годными неисправных приборов и т.д.

Поверочные схемы оформляют в виде чертежа, на котором указывают наименования средств измерений и методов поверки, номинальные значения или диапазоны значений физических величин, средств измерений и методов поверки. Чертеж дополняется текстовой частью (рисунок 1).

Чертеж должен состоять из полей, расположенных друг над другом и разделенных штриховыми линиями, число которых зависит от структуры поверочной схемы. Поля должны иметь наименования, указываемые в левой части чертежа, отделенной вертикальной сплошной линией.

В верхнем поле чертежа государственной поверочной схемы, возглавляемой государственным эталоном, указывают наименования эталонов в порядке их соподчиненности. В верхнем поле чертежа ведомственной или локальной поверочной схемы указывают наименования эталона или локальной поверочной схемы.

Для средств измерений производных величин, единицы которых воспроизводят методом косвенных измерений, в верхнем поле чертежа указывают наименования образцовых средств измерений, применяемых для воспроизведения данной единицы и заимствования из других государственных поверочных схем. Наименование этих образцовых средств измерений должны быть даны со ссылками на соответствующие поверочные схемы. Номинальные значения или диапазоны значений физических величин и значения их погрешностей указывают над наименованиями эталонов и образцовых средств измерений.



1 - государственный эталон; 2 - метод передачи размера единицы; 3 - эталон сравнения (для международных сличений); 4 - эталон-копия; 5 - рабочий эталон; 6, 8 - образцовые средства измерений соответствующих разрядов; 7 - образцовые средства измерений, заимствованные из других поверочных схем; 9 - рабочие средства измерений

Рисунок 1 - Поверочные схемы

Под полем эталонов располагают поле образцовых средств измерений 1-го разряда и далее поля подчиненных образцовых средств измерений. В тех поверочных схемах, где должна быть показана передача размера единицы от образцовых средств измерений, заимствованных из других поверочных схем, их наименования помещают в специально отведенном поле. В ведомственных и локальных поверочных схемах указывают разряды образцовых средств измерений, соответствующие присвоенным этим средствам измерений в государственных поверочных схемах. Под наименованиями образцовых средств измерений показывают диапазоны измерений и значения погрешностей средств измерений. Поле рабочих средств измерений помещают под полем подчиненного образцового средства измерений. Слева направо в порядке возрастания погрешности в нем располагают группы рабочих средств измерений, поверяемых по образцовым средствам одного наименования. Для каждой группы указывают вид, диапазон измерений и значения погрешностей средств измерений.

Погрешности эталонов характеризуют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.057-80, погрешности образцовых средств измерений - пределом допускаемой погрешности средств

измерений при соответствующей доверительной вероятности 0.90, 0.95 или 0.99, метрологические характеристики и, в частности, погрешности рабочих средств измерений - пределом допускаемой погрешности средств измерений. Формы выражения погрешности образцовых и рабочих средств измерений в одной поверочной схеме должна быть одинаковыми.

В поверочных схемах наименования средств измерений, их номинальные значения или диапазоны значений физических величин и погрешности соответствуют: для эталонов - требованиям ГОСТ 8.372-80; для образцовых средств измерений - государственным стандартам на технические требования или свидетельству об их метрологической аттестации; для рабочих средств измерений - государственным стандартам на технические требования к этим средствам. Наименования и обозначения физических величин и их единиц указывают в соответствии с ГОСТ 8.417-81.

На поверочной схеме также указывают один из методов поверки средств измерений: непосредственного сличения или сличения при помощи компаратора или других средств сравнения; прямых, косвенных, совместных или совокупных измерений.

На чертеже поверочной схемы наименование государственного эталона заключают в прямоугольник, образованный двойной линией, а вторичные эталоны, образцовые и рабочие средства измерений - в прямоугольники, образованные одинарной линией. Наименование методов поверки помещают в горизонтальные овалы между наименованиями поверяемого и образцового средства измерений.

Локальная поверочная схема формируется в соответствии с вышеизложенными требованиями: передача размеров единиц сверху вниз, компоновка и оформление элементов ведомственной (локальной) поверочной схемы приведена на рис.21; пояснительный текст к ней должен состоять из вводной части и объяснений к ее элементам, несущим дополнительную информацию.

3. Определение межповерочных интервалов для средств измерений - это функция организаций, проводящих их поверку. Рекомендуется устанавливать межповерочные интервалы либо в часах наработки, либо в календарном времени (в месяцах), используя следующий ряд чисел: 1; 1.5; 2; 3; 4; 5; 9; 12; 18; 24 и 36. Определение межповерочных интервалов рекомендуется производить на основе статистической обработки, интерполяции данных, накопленных в период эксплуатации, и поверки средств измерений. В случае отказа средств измерений их направляют в ремонт и на последующую поверку независимо от установленного межповерочного интервала.

Для определения межповерочных интервалов средств измерений обрабатывают статистические данные по основным показателям надежности в конкретных условиях эксплуатации, которыми являются: вероятность безотказной работы в течение определенного промежутка времени t (межповерочного интервала) \tilde{P}_i ; интенсивность отказов λ_i ; наработка на отказ T_0 .

Накопление статистической информации осуществляют метрологические службы предприятий для изучения и определения межповерочных интервалов.

При определении межповерочных интервалов средств измерений выполняют следующие операции:

- формируют "однородные" группы средств измерений;
- назначают первый межповерочный интервал для каждой группы средств измерений;
- собирают и обрабатывают статистическую информацию о поведении средств измерений каждой "однородной" группы в конкретных условиях эксплуатации в течение назначенного межповерочного интервала и определяют статистические данные по показателям надежности;
- оценивают правильность ранее назначенного межповерочного интервала и, в случае необходимости, его корректируют (увеличивают или уменьшают интервал);
- собирают и обрабатывают статистическую информацию о поведении каждой "однородной" группы в конкретных условиях коммутации и оценивают правильность ранее назначенного межповерочного интервала после каждой периодической поверки всех средств измерений "однородной" группы на протяжении всего периода их эксплуатации.

"Однородные" группы средств измерений формируют из не менее, чем 30 штук на основании общности следующих факторов:

- показателей надежности (типа, назначения, завода-изготовителя, года выпуска, класса точности, наличия вибрации и т.д.);
- интенсивности эксплуатации; допускаемой вероятности безотказной работы.

Первый межповерочный интервал (как и скорректированные), если известны значения показателей надежности, устанавливают расчетом - один для всех средств измерений, входящих в "однородную" группу. Если полностью отсутствуют какие-либо исходные данные о числовых значениях показателей надежности, то первый межповерочный интервал принимают равным периодичности проверок, установленных в настоящий момент на предприятии.

Расчет межповерочных интервалов по показателям надежности производят двумя методами – по λ_1 или T_0 .

По λ_1 межповерочные интервалы рассчитывают в тех случаях, когда по каким-либо причинам затруднен учет времени наработки. В этом случае первый межповерочный интервал при принятом экспоненциальном законе распределения времени безотказной работы определяют по формуле:

$$t_1 = \frac{1}{\lambda_1} \ln P_{\text{доп}} \quad (4)$$

где t_1 - первый межповерочный интервал;

λ_1 - интенсивность отказов;

$P_{\text{доп}}$ - допускаемая вероятность безотказной работы ($P_{\text{доп}} = 1 - Q_{\text{доп}}$, где $Q_{\text{доп}}$ - допускаемая вероятность отказа).

Допускаемую вероятность безотказной работы $P_{\text{доп}}$ для рабочих средств измерений выбирают в пределах 0,85 - 0,99 в зависимости от степени ответственности измерений. Для ответственных измерений, например, измерений выходных параметров основных изделий, рекомендуется принимать $P_{\text{доп}}$ в пределах 0,95-0,99.

Значение $P_{\text{доп}}$ определяют при отработке конкретного технологического процесса, а также при анализе его экономической эффективности. Для средств измерений, не участвующих непосредственно в технологическом процессе, значение $P_{\text{доп}}$ устанавливает метрологическая служба предприятия.

Если имеются сведения о значении показателя T_0 , то расчет межповерочного интервала производят по формуле:

$$t_1 = -T_0 \cdot \ln P_{\text{доп}} \quad (5)$$

Накопление (сбор) статистической информации осуществляют с целью определения количественных значений показателя надежности и установления количества забракованных средств измерений n_i от общего количества однородной группы N_i в течение межповерочного интервала t . При обработке статистических данных учитывают только "скрытые" отказы, выявленные при очередной поверке, которые не могут быть обнаружены при эксплуатации средств измерений. К ним относятся погрешность, вариация, нестабильность нуля и т.п. Явные отказы, т.е. когда отказ можно обнаружить без поверки, при расчетах учитывать не следует.

После поверки всех средств измерений "однородной" группы производят обобщение информации и расчет показателей надежности. Статистические значения вероятности безотказной работы P_i , интенсивности отказов λ и наработки на отказ T_0 определяют по формуле:

$$P_i = \frac{N_i - n_i}{N_i}$$
$$\lambda_t = \frac{1 - P_i}{t_1} = \frac{n_i}{t_1 \cdot N_i} \quad (6)$$
$$T_0 = \sum_{i=1}^N \frac{T_{0i}}{N_i}$$

где N_i - количество средств измерений "однородной" группы;

n_i - количество средств измерений, забракованных по "скрытым" отказам в течение межповерочного интервала t ;

T_{0i} - наработка на отказ i -го средства измерений в "однородной группе".

Результаты расчета по формулам заносят в таблицу 1.

Таблица 1

Номер группы	Наименование средств измерений, тип и характеристика	Количество средств измерений "однородной группы"	Количество отказавших средств измерений	Вероятность безотказной работы	Интенсивность отказов	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Наработку на отказ каждого средства измерений определяют отношением суммарной наработки средств измерений к количеству "скрытых" отказов:

$$T_{oi} = \sum_{i=1}^n \frac{\tau}{n_i} \quad (7)$$

где τ - наработка, т.е. время исправной работы между (i-1) и i-ми отказами (принимают, что "скрытый" отказ произошел в середине межповерочного интервала;

n'_i - количество "скрытых" отказов для данного средства измерения).

Учет данных об отказах осуществляют по форме, приведенной в таблице 2.

Таблица 2

Завод изготовитель	Заводской номер	Год выпуска		Тип или система	Пределы измерения	Класс точности, основная погрешность	
	№ 60328	2015		ВЗ-20	0,0075-300	не более-1,5	
Результаты поверки				Наработка меж поверками		Наработка на отказ	Примечание
Дата очередной поверки	Годен или брак	Отказ		Общая	Исправного прибора		
		Вид	Причина				
09.01.2016	Годен	--	--	--	--	--	Введен в эксплуатацию
25.08.2016	Годен	--	--	1100	1100	--	.
12.01.2017	Годен	--	--	620	620	--	.
10.08.2017	Брак	Скрытый	Погрешность допуска на пределе 100В	1060	530	--	.
14.01.2018	Годен	--	--	610	610	--	.
23.03.2018	Брак	Скрытый	Погрешность допуска на пределе 300В	680	340	1900	.
28.08.2018	Годен	--	--	660	660	--	.
01.11.2018	Годен	--	--	630	630	--	.
18.03.2019	Брак	Скрытый	Погрешность допуска на пределе 10В	640	320	1810	.
27.09.2019	Годен	--	--	630	630	--	.

Оценку правильности ранее назначенного межповерочного интервала производят с доверительной вероятностью 0,80, используя следующее неравенство:

$$P_{\text{доп}} - 1,28 \sqrt{\frac{P_{\text{доп}} \cdot (1 - P_{\text{доп}})}{N_i}} < P_i^* < P_{\text{доп}} + 1,28 \sqrt{\frac{P_{\text{доп}} \cdot (1 - P_{\text{доп}})}{N_i}} \quad (8)$$

где P_i^* - статистическое значение вероятности безотказной работы.

При выполнении этого соотношения межповерочный интервал оставляют до очередной поверки неизменным. Если отмеченное условие не выполняется, то корректируется очередной межповерочный интервал в соответствии с уравнением:

$$t_2 = C \cdot t_1 \quad (9)$$

где C - коэффициент коррекции;

$$C = \frac{\ln P_{\text{доп}}}{\ln P_i} = \frac{\ln(1 - Q_{\text{доп}})}{\ln(1 - Q_i)} \quad (10)$$

Зависимость коэффициента коррекции C от полученных статистических значений P_i^* при $P_{\text{доп}} = 0,85; 0,90; 0,95; 0,99$ приведена в таблице 3.

Таблица 3

$\frac{n_i}{N_i}$	C при $P_{\text{доп}}$				$\frac{n_i}{N_i}$	C при $P_{\text{доп}}$		
	0,85	0,90	0,95	0,99		0,85	0,90	0,95
0,01	16,20	10,500	5,100	1,000	0,26	0,54	0,348	0,169
0,02	8,10	5,250	2,550	0,500	0,27	0,51	0,333	0,160
0,03	5,40	3,500	1,700	0,330	0,28	0,49	0,320	0,155
0,04	3,95	2,560	1,244	0,244	0,29	0,47	0,307	0,149
0,05	3,18	2,058	1,00	0,196	0,30	0,45	0,294	0,142
0,06	2,60	1,690	0,820	0,161	0,31	0,43	0,283	0,137
0,07	2,24	1,450	0,708	0,138	0,32	0,42	0,272	0,132
0,08	1,95	1,265	0,614	0,120	0,33	0,400	0,262	0,127
0,09	1,72	0,117	0,540	0,106	0,34	0,389	0,252	0,122
0,10	1,54	1,000	0,485	0,096	0,35	0,375	0,243	0,118
0,11	1,39	0,940	0,439	--	0,36	0,363	0,235	0,114
0,12	1,26	0,820	0,396	--	0,37	0,350	0,227	0,110
0,13	1,16	0,755	0,367	--	0,38	0,338	0,219	0,106
0,14	1,07	0,695	0,337	--	0,39	0,327	0,212	0,103
0,15	1,00	0,648	0,315	--	0,40	0,317	0,205	0,099
0,16	0,93	0,603	0,293	--	0,41	0,306	0,198	0,095
0,17	0,87	0,564	0,274	--	0,42	0,297	0,192	0,093
0,18	0,82	0,530	0,297	--	0,43	0,289	0,186	0,090
0,19	0,76	0,497	0,241	--	0,44	0,279	0,181	0,087
0,20	0,72	0,470	0,228	--	0,45	0,270	0,175	0,085
0,21	0,65	0,444	0,216	--	0,46	0,262	0,170	0,082
0,22	0,65	0,423	0,205	--	0,47	0,255	0,165	0,080
0,23	0,62	0,402	0,195	--	0,48	0,247	0,160	0,077
0,24	0,59	0,363	0,185	--	0,49	0,240	0,156	0,075
0,25	0,56	0,364	0,177	--	0,50	0,233	0,151	0,073

Пример 1. Расчет на основе показателя λ . Для однородной группы средств измерений ($N_i=100$ шт.) необходимо назначить межповерочный интервал t_1 . Допускаемая вероятность безотказной работы $P_{\text{доп}} = 0,85$, установленная при испытаниях интенсивность отказов аналогичных средств измерений

$$\lambda_1 = \frac{1}{9} \cdot \text{год}^{-1}$$

Зная, что:

$$t_1 = \frac{\ln P_{\text{доп}}}{\lambda_1} = -9 \cdot \ln 0.85 = 1.5$$

Поскольку λ для приведенного расчета имела ориентировочное значение, то t_1 было принято равным 1 году.

По истечении установленного срока ($t_1 = 1$ год) все средства измерений "однородной" группы были подвергнуты проверке, при этом из 100 шт. проведенных приборов было забраковано 20 шт., т.е. $N_i = 100$; $n_i = 20$.

Согласно формуле (6) определяем статистическое значение:

$$P_i^* = \frac{(N_i - n_i)}{N_i} = \frac{(100 - 20)}{100} = 0.80$$

Согласно соотношению (8) определяем необходимость корректировки межповерочного интервала t :

$$P_i^* = \frac{(N_i - n_i)}{N_i} = \frac{(100 - 20)}{100} = 0.80$$

Статистическое значение $P_i^* = 80$ выходит за пределы полученных границ. Следовательно, первый межповерочный интервал ($t_1 = 1$ год) был назначен неверно и по результатам проведенной проверки подлежат коррекции.

По формуле (10) определяем коэффициент коррекции:

$$C = \frac{\ln P_{\text{доп}}}{\ln P_i^*} = \frac{\ln 0.85}{\ln 0.80} = \frac{0.162}{0.223} = 0.7$$

Межповерочный интервал с учетом коэффициента коррекции определяем по формуле:

$$t_2 = t_1 \cdot C$$

Взяв за основу полученный результат и проанализировав признаки, по которым производилось формирование группы, принимаем решение назначить $t_2 = 6$ мес.

Пример 2. Расчет на основе показателя T_0 с учетом признаков, указанных ранее, сформирована "однородная" группа из следующих средств измерений: ВЗ-20 - 1 шт.; ВЗ-3 - 5 шт.; ВЗ-7 - 6 шт.; ВЗ-4 - 6 шт.

За время эксплуатации средств измерений с 2013 по 2017 гг. проведен сбор статистической информации. Для ВЗ-20 собранные статистические данные представлены в таблице 3.

Наработка на отказ для ВЗ-20, ч рассчитана по формуле:

$$T_0 = \frac{(1100 + 620 + 530 + 610 + 340 + 660 + 630 + 320)}{3} = 1810$$

Для других средств измерений "однородной" группы получены следующие значения наработки на отказ, ч: 1840, 1870, 1850, 1840, 1865, 1830, 1790, 1850, 1820, 1860, 1875, 1860, 1850, 1800, 1845, 1870. Нарботку на отказ для "однородной" группы, ч,

$$T_0 = \frac{(1840 + 1870 + 1850 + 1840 + 1865 + 1830 + 1790 + 1850 + 1820 + 1860 + 1875 + 1860 + 1850 + 1800 + 1845 + 1870)}{16} = 1840$$

Межповерочный интервал для "однородной" группы, ч,

$$t_1 = -1840 \cdot \ln 0.8 = -1840 \cdot (-0.223) = 410$$

4. Поверка измерительных приборов. В зависимости от конструкции, назначения, технических возможностей и экономической целесообразности определяются метрологические характеристики, подлежащие контролю, и способ поверки. В ходе поверки устанавливают состояние и комплектность технической документации, в состав которой входят:

тех. документация по ГОСТ 2.601-78;

свидетельство о последней поверке;

электрическая схема соединений элементов;

перечни и значения метрологических характеристик;

методики измерения и расчета метрологических характеристик;

свидетельство по результатам метрологической аттестации.

После ознакомления с состоянием и комплектностью технической документации с учетом стадий выпуска из производства, эксплуатации, хранения и ремонта, а также вида поверки производят внешний осмотр, опробование и контроль (определение) метрологических характеристик.

Поверка в простейшем случае заключается в следующем: в соответствии с требованиями НТД на методы и средства поверки приборов на вход подают образцовые значения измеряемых величин; затем сравнивают результаты измерений на выходе поверяемого прибора с соответствующими поданными на вход прибора значениями образцового сигнала или показаниями образцового прибора, в результате чего определяют значения погрешности.

Определяют метрологические характеристики поверяемого прибора производят с использованием статистических методов обработки значений погрешности измерительных приборов.

Порядок набора статистических данных и методы статистической обработки должны быть приведены в НТД на методы и средства поверки конкретного прибора.

На основании полученных данных анализируют результаты поверки и принимают решение о годности измерительного прибора для дальнейшего применения.

В случае положительных результатов поверки оформляется свидетельство на измерительный прибор, при отрицательных результатах оформляют извещение о непригодности измерительного прибора к эксплуатации.

Пример 3. Поверка измерительного генератора. Перед проведением поверки генератор включается в сеть, выдерживается в течение времени, необходимого для установления рабочего режима и калибруется, в случае необходимости.

Образцовая измерительная аппаратура выбирается в зависимости от пределов допускаемой погрешности поверяемого генератора.

Поверку прибора производят в нормальных климатических условиях:

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5
для приборов повышенной точности	20 ± 2
температура окружающего воздуха, °С,	
относительная влажность воздуха, %,	30 - 80
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.),	84 - 106 (630 - 795)
напряжение питающей сети, В,	220 ± 4,4 (сети с частотой 50, 400 Гц)
частота питающей сети, Гц,	50; 400 ± 12

Граничные частоты, запасы на краях поддиапазонов определяют визуально по отметкам шкалы генераторов и проверкой частоты генераторов в крайних положениях частотной шкалы для всех поддиапазонов в соответствии с методикой (пункт 3).

Запас по частоте δ_1 от граничной частоты в процентах по формуле:

$$\delta_1 = \frac{(f_{\Gamma} - f_{\kappa})}{f_{\kappa}} \cdot 100$$

где f_{Γ} - значение установленной частоты генератора, соответствующее границе поддиапазона, определяемое по отсчетному устройству генератора, Гц;

f_{κ} - истинное значение частоты при установке шкалы частоты в крайних положениях, Гц.

Определяют основную погрешность установки частоты генератора методом прямого измерения частоты электронно-счетным частотомером.

Измерения производят на нескольких частотах диапазона (поддиапазона), указанных в технических условиях на генераторы конкретного типа при установке частоты по шкале со стороны больших и меньших значений. Абсолютная погрешность установки частоты Δf в герцах определяют:

$$\Delta f = f_{\text{ном}} - f_{\text{изм}}$$

где $f_{\text{ном}}$ - номинальное значение установленной частоты генератора, по отсчетному устройству генератора, Гц;

$f_{\text{изм}}$ - измеренное значение установленной частоты, Гц.

Относительная погрешность установки частоты δ_2 в процентах:

$$\delta_2 = \frac{f_{\text{ном}} - f_{\text{изм}}}{f_{\text{изм}}} \cdot 100$$

За погрешность установки частоты принимают максимальное значение погрешности.

Дополнительную погрешность установки частоты генератора, обусловленную изменением влияющих внешних факторов, определяют на частотах, указанных в технических условиях на генераторы конкретного типа.

Если генератор имеет устройство внутренней калибровки частоты, отсчет частоты производится после выполнения калибровки.

Дополнительная температурная погрешность определяется с помощью специальной камеры тепла и холода, для предельных точек рабочего диапазона температур. За дополнительную температурную погрешность принимают максимальное из полученных значений.

Дополнительную температурную погрешность Δf на каждые 10°C вычисляют по формуле:

$$\Delta f_1 = \frac{10 \cdot (f_0 - f_1)}{(t - t_0)}$$

где f_1 - истинное значение частоты, измеренное при максимальной или минимальной температуре t , Гц;

f_0 - истинное значение частоты, измеренное при нормальной температуре t_0 , Гц.

Дополнительную погрешность установки частоты генератора, обусловленную изменением напряжения питания, определяют на частотах, указанных в технических условиях на генераторы конкретного типа, измерением частоты при номинальном, повышенном и пониженном напряжениях питания.

Время выдержки после каждого изменения напряжения питания должно указываться в технических условиях на генераторы конкретного типа.

Дополнительные погрешности $\Delta f'$ и $\Delta f''$ в герцах вычисляют по формулам:

$$\Delta f' = f'_0 - f_{\text{пов}}$$

$$\Delta f'' = f'_0 - f_{\text{пон}}$$

где f'_0 - истинное значение частоты при номинальном напряжении питания, Гц;

$f_{\text{пов}}$ - истинное значение частоты при повышенном напряжении питания, Гц; $f_{\text{пон}}$ - истинное значение частоты при пониженном напряжении питания, Гц.

За дополнительную погрешность принимают максимальное из полученных значений.

Нестабильность частоты генераторов определяют на частотах, указанных в техническом описании на прибор, измерением частоты одним из методов, изложенных в п.3.

Измерения производят после времени установления рабочего режима генератора через каждые 1-3 мин. в течение любых 3 ч. работы.

Нестабильность частоты вычисляют как разность между наибольшим и наименьшим значениями частоты, измеренными в течение 3 часов.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомьтесь с содержанием разд. 4.
2. Изучите методики выполнения поверочных работ.
3. Ознакомьтесь с правилами оформления и содержанием поверочных схем.
4. Рассмотрите способы оценки параметров надежности средств измерения и примеры определения межповерочных интервалов.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение понятиям "поверка" и "аттестация" средства измерения. В чем основное различие этих понятий?
2. Приведите классификацию видов поверки?
3. Дайте определение понятий "эталон", "образцовое средство измерения", "рабочее средство измерения", "поверочная схема"?
4. Поясните содержание операций, определяемых терминами "сличение", "калибровка", "градуировка" и "юстировка"?
5. Какие методы поверки Вам известны? Сформулируйте необходимое и достаточное условия реализации названных методов, их достоинства и недостатки?
6. Как соотносятся погрешности поверяемых и образцовых средств измерения, чем поверяется эталон?
7. От чего зависят и как определяются межповерочные интервалы для средств измерения?
8. Приведите примеры, когда периодическая поверка средств измерения не производится?
9. Дайте определение понятия "однородная" группа средств измерения?
10. Назовите показатели надёжности средств измерения.
11. Объясните смысл выражения метрологическая исправность средств измерения?
12. Что такое метрологический отказ средства измерения?
13. Поясните, какие условия поверки называются нормальными?
14. Назовите основные требования к помещениям, в которых должны проводиться поверочные работы.
15. Что такое сертификация продукции?
16. Предусмотрена ли действующими нормативными документами поверка средств измерения, применяемых для учебных целей?
17. Когда производится внеочередная поверка?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Измерение параметров качества электрической энергии

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить методы измерения показателей качества электрической энергии.
2. Провести измерения основных показателей качества электрической энергии, сопоставить полученные результаты с требованиями государственного стандарта на качество электрической энергии.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Качество электроэнергии – это совокупность ее свойств, определяющих воздействия на электрооборудование, аппараты и приборы и оцениваемых параметрами качества электроэнергии, описывающими особенности процесса передачи электроэнергии для ее использования в нормальных условиях эксплуатации. Нормальные условия эксплуатации предусматривают непрерывность электроснабжения при обеспечении промышленной частоты напряжения питания требуемой величины, формы волны, его одинаковости по фазам (симметрии).

Проблема качества электроэнергии относится к наиболее значимым в электроэнергетике. Это обусловлено отрицательными последствиями низкого качества электроэнергии (КЭ), такими как:

- увеличение потерь электроэнергии;
- сокращение срока службы изоляции электроустановок, технологического оборудования;
- сбои, ошибки и отказы в работе релейной защиты и автоматики, телемеханики и связи, микропроцессорной техники; - увеличение капитальных вложений в электрические сети и системы электроснабжения;
- рост эксплуатационных издержек в сетях энергосистем и их потребителей;
- снижение надежности и устойчивости систем;
- нарушение нормального функционирования электроприемников и потребителей электроэнергии;
- возрастание рисков для здоровья и жизни людей, окружающей среды.

В связи с этим необходимо уметь оценивать качество электроэнергии и обеспечивать его количественное значение в пределах, исключающих негативные последствия.

К параметрам качества электроэнергии относят следующие: отклонение напряжения, колебание напряжения, несинусоидальность кривой напряжения, не симметрию напряжения, отклонение частоты, электромагнитные помехи.

Отклонение напряжения – это медленное изменение его значений относительно номинального.

Колебание напряжения – это быстрые изменения его текущих значений относительно друг друга.

Несинусоидальность кривой напряжения – это искажение формы волны, т.е. отличие формы кривой напряжения от синусоиды.

Несимметрия напряжения – это неравенство фазных и линейных напряжений как по амплитуде, так и аргументу (углу). Нормируемым показателем несимметрии является коэффициент обратной последовательности напряжения, равный отношению напряжения обратной последовательности U_2 к номинальному линейному напряжению $U_{ном}$.

Отклонение частоты – это разность, усредненная за 10 мин между фактическим значением основной частоты и номинальным её значением. Отклонение частоты от номинального значения в нормальном режиме работы допускается в пределах $\pm 0,1$ Гц. Кратковременные отклонения могут достигать $\pm 0,2$ Гц.

Колебание частоты - разность между наибольшим и наименьшим значениями основной частоты в процессе достаточно быстрого изменения параметров режима, когда скорость изменения частоты не меньше 0,2 Гц в секунду. Колебания частоты не должны превышать 0,2 Гц сверх допустимых отклонений 0,1 Гц.

Электромагнитные помехи – это выбросы (импульсы) и провалы напряжения длительностью не более 30 с, кратковременные перенапряжения.

Главной организацией, занимающейся координацией работ в области стандартизации в электронике и смежных областях знаний в Европе, является МЭК.

На территории РФ принят стандарт ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». С 2013 года действует стандарт ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Для реализации аппаратного контроля КЭ одним из основных является вопрос о требованиях к измерительным приборам и, в первую очередь, о допустимых погрешностях измерения ПКЭ, поскольку массогабаритные, стоимостные и другие характеристики приборов в большой мере зависят от их точности. Вопрос о допустимых погрешностях измерения ПКЭ тесно связан с техническими и экономическими аспектами проблемы КЭ. При отклонениях, несимметрии и несинусоидальности напряжения экономический ущерб определяется в основном квадратом отклонения, соответствующего ПКЭ от оптимального или нулевого значения. Функция экономического ущерба малочувствительна, т.е. изменяется в весьма небольших пределах при изменении ПКЭ в диапазоне значений, допустимых стандартами, но весьма чувствительная в области значений ПКЭ больших допустимых.

Можно сделать вывод о том, что высокая – лабораторного класса – точность измерений ПКЭ для обеспечения нормальной работы СЭС не требуется.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему лабораторных испытаний (рисунок 1) Схема представляет собой источник питания (модуль трехфазной сети) 1, который через понижающий трансформатор 2, подает фазные напряжения на входы A4, A5, A6 модуля ввода-вывода 3. ВСЕ модули стенда должны быть ОТКЛЮЧЕНЫ!

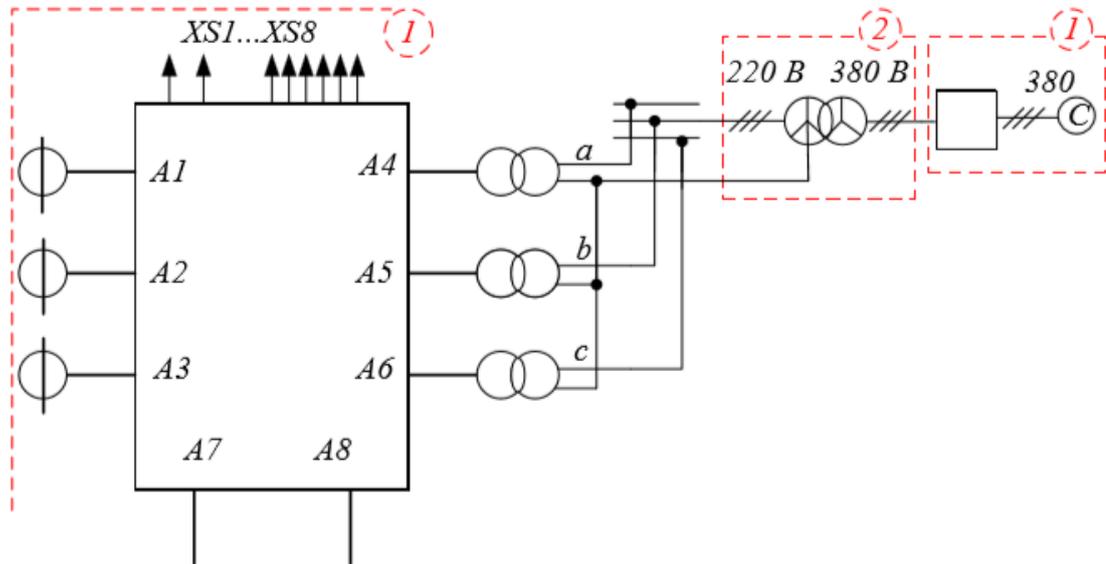


Рисунок 1 - Схема измерений показателей качества электрической энергии

2. Провести измерения за время 5 - 10 мин. В таблицу 1 записать полученные результаты, а именно, максимальные значения установившегося отклонения напряжения, размаха изменения напряжения, коэффициента искажения синусоидальности напряжения, коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности, максимальное значение коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности, отклонения частоты. В таблицу 1 внести текущие значения относительных величин высших гармоник напряжения. Определить требования ГОСТ по данным параметрам качества, и сравнить полученные результаты.

3. Отключить питание.

4. Оформить отчет по лабораторной работе.

Таблица 1

Параметр качества электрической энергии	Измеренное значение	Допустимое значение
Установившееся отклонение напряжения, %		
Размах изменения напряжения, %		
Коэффициент искажения синусоидальности напряжения, %		
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %		
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %		
Отклонение частоты, Гц		

Таблица 2

Параметр качества электрической энергии	Измеренное значение	Допустимое значение
Коэффициент 2 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 3 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 4 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 5 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 6 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 7 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 8 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 9 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 10 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 11 гармонической составляющей, %		

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные показатели качества электрической энергии.
2. Укажите основные нормативные документы, регламентирующие показатели качества электрической энергии.
3. Назовите и дайте пояснения основным показателям уровня напряжения.
4. Какие требования предъявляются к приборам, используемым для измерения показателей качества электрической энергии?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Испытание отраслевой продукции

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить методы испытания продукции.
2. Изучить Межгосударственный стандарт (ГОСТ 16920-93) «ТЕРМОМЕТРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ». Общие технические требования и методы испытаний.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Постоянное повышение требований к качеству выпускаемой продукции, её надёжности и долговечности, рост сложности современной техники, создание новых видов продукции с использованием последних достижений науки и технологии, материалов с неизвестными ранее свойствами, необходимость определения новых технических характеристик как в процессе разработки продукции, так и на всех дальнейших стадиях её жизненного цикла определили, с одной стороны, исключительное внимание, которое стало уделяться в настоящее время вопросам рациональной организации и проведения испытаний, обеспечения достоверности и единства их результатов, а с другой, - необходимость значительного расширения видов испытаний, увеличения их сложности и трудоемкости.

Острота этой проблемы определяется тем, что была определена необходимость обеспечения в ближайшие годы выпуска машин, оборудования, приборов, материалов и другой продукции, отвечающей по своим технико-экономическим показателям высшему мировому уровню. Диапазон современных задач области испытаний продукции в определенной степени характеризуется разнообразием видов испытаний, проводимых на различных стадиях жизненного цикла продукции.

Испытания продукции - один из видов контроля качества продукции. **Испытанием** называется определение количественных и качественных характеристик, свойств продукции в процессе функционирования, при имитации условий эксплуатации или при воспроизведении определенных воздействий на продукцию по заданной программе. В процессе испытаний изделие подвергается одному или нескольким внешним воздействиям, например, вибрационным, тепловым, силовым, химическим, и производится регистрация интересующих исследователя свойств, характеризующих качество изделия: твердости, износостойкости, коррозионной стойкости и др.

Испытания в соответствии с ГОСТ 16504-81 подразделяются:

- 1) по назначению - на исследовательские, контрольные, сравнительные, определительные;
- 2) по уровню проведения - на государственные, межведомственные, ведомственные;
- 3) по этапам разработки продукции - на доводочные, предварительные, приемочные;

- 4) по испытаниям готовой продукции - на квалификационные, предъявительские, приемосдаточные, периодические, инспекционные типовые, аттестационные, сертификационные;
- 5) по условиям и месту проведения испытаний - на лабораторные стендовые, полигонные, натурные, с использованием моделей, эксплуатационные;
- 6) по продолжительности - на нормальные, ускоренные, сокращенные;
- 7) по виду воздействия - на механические, климатические, термические, радиационные, электрические, электромагнитные, магнитные, химические, биологические;
- 8) по результату воздействия - на неразрушающие, разрушающие, испытания на прочность, на устойчивость;
- 9) по определяемым характеристикам объекта - на функциональные испытания на надежность, безопасность, транспортабельность, граничные, технологические.

Объектами испытаний могут быть материалы, детали, узлы машин, машины и технические системы, включающие множество машин и приборов. Широко распространены испытания отдельных частей машин, в частности, испытания редукторов и коробок передач на долговечность, а также деталей машин: валов на изгиб, подшипников на изнашивание.

Методом испытаний называют совокупность правил применения определенных принципов осуществления испытаний.

На многие виды испытаний существуют стандарты, устанавливающие условия испытаний, режимы, форму и размеры образцов, перечень регистрируемых параметров, правила, устанавливающие объем выборки, порядок проведения испытаний и критерии их прекращения.

Выбор режима испытаний является важным моментом при планировании испытаний, при этом под режимом испытаний понимают совокупность следующих факторов, определяющих механизм и интенсивность процессов разрушения:

- нагрузка и напряжение;
- скорость и частота положения нагрузок;
- условия испытаний, температура, взаимодействие отдельных частей, свойства и количество смазки, содержание и свойства абразивных частиц и т.д.; управление качеством продукции испытание
- состояние окружающей среды (температура, давление, агрессивность).

Выбор режима испытаний важен при условии ускоренных испытаниях. Режим ускоренных испытаний существенно отличается от режима нормальной эксплуатации изделия, однако оба режима должны быть связаны как качественно, так и количественно.

Испытания являются неотъемлемой частью взаимоотношения заказчика и изготовителя продукции, предприятия - изготовителя конечной продукции и предприятий - смежников, поставщика и потребителя во внутреннем и международном товарообмене. Расширение производственной кооперации приводит к значительному увеличению количества испытаний при

входном контроле. Резко возрос объём испытаний, проводимых заказчиками и потребителями как внутри страны, так и при внешнеторговых операциях. Неоднозначность результатов повторных испытаний одной и той же продукции, приводит к спорам между поставщиком и потребителем, возврату продукции, экономическим потерям.

Появились новые виды испытаний. Введённая в ряде стран аттестация продукции по категориям качества привела к необходимости проводить специальные, аттестационные испытания для выявления сравнительных характеристик аттестуемых изделий. Во всем мире очень остро стоит проблема сокращения материальных средств и труда, затрачиваемых на испытания, исключения дублирования испытаний у поставщика и потребителя. Поэтому в последние годы стало уделяться всё большее внимание сертификации продукции, как на национальном, так и на международном уровне. Для сертификации продукция подвергается испытаниям на соответствие международным или национальным стандартам в признанных и получивших право на проведение сертификационных испытаний (аккредитованных) испытательных лабораториях (центрах). Такие испытания проводятся для безопасности использования и охраны окружающей среды, качество продукции, испытание, аттестация.

При этом для целей сертификации испытательные центры проводят не только испытания образцов, но и периодические инспекционные испытания сертифицируемой продукции для контроля стабильности её качества на предприятиях, выпускающих эту продукцию. Для этой же цели устанавливается специальная система надзора за качеством сертифицируемой продукции со стороны государственных или других уполномоченных органов. Такая система надзора предусматривает аттестацию испытательного подразделения предприятия, аттестацию всей системы технического контроля, аттестацию технологических процессов, от которых зависит качество продукции, периодический контроль и т.п.

Наряду с отечественным опытом испытаний при разработке принципов создания системы государственных испытаний был использован зарубежный опыт, в частности, опыт ряда стран по созданию систем испытаний для целей национальной и международной сертификации продукции. Система испытаний продукции разрабатывалась, исходя из следующих положений: испытания являются основой объективной оценки технического уровня и качества изготовления продукции и принятия соответствующих решений на всех стадиях жизненного цикла - при постановке её на производство, при аттестации по категориям качества, при определении возможности продолжения или прекращения её серийного выпуска и т.д. Только испытания позволяют объективно установить соответствие показателей качества изделия требованиям НД выявить фактические значения этих показателей, проверить, удовлетворяет ли изделие требованиям международных стандартов или стандартов промышленно развитых стран, сравнить качество изделия с качеством аналогов. Система испытаний должна быть неразрывно связана с другими звеньями государственной системы управления качеством продукции - стандартизацией, аттестацией, системой государственного

надзора и ведомственного контроля за качеством. Это значит, что все звенья должны использовать испытания как основную форму оценки технического уровня и качества продукции, установления её соответствия требованиям стандартов и технических условий. Так как эффективность испытаний определяется достоверностью, объективностью, сопоставимостью их результатов, то составной частью системы испытаний являются вопросы обеспечения единства испытаний, достижения требуемой точности результатов.

Основная цель испытаний:

1) получение объективной, достоверной информации о фактических значениях показателей качества продукции и соответствии их нормативно - технической и технической документации для принятия решений;

2) о постановке новой продукции на производство;

3) об окончании освоения серийного (массового) производства;

4) о возможности производства продукции для экспорта;

5) о целесообразности импорта продукции;

6) о выдаче сертификата соответствия.

Таким образом, цели, установленные стандартом, включают как оценивание характеристик продукции, так и их контроль для принятия необходимых решений в полном соответствии с определением испытаний, данным в ГОСТ 16504-81.

Основные задачи испытаний:

1) для вновь разработанных изделий (приёмочные испытания) в соответствии с ГОСТ 15.001-73 - определение соответствия продукции техническому заданию, требованиям стандартов и технической документации;

2) оценка технического уровня и определение возможности постановки продукции на производство;

3) для изделий серийного (массового) выпуска (испытания установочной или первой промышленной партии - квалификационные испытания) - также в соответствии с ГОСТ 15.001-73- определение готовности производства к серийному (массовому) выпуску продукции на основе отработанного производственного процесса, обеспечивающего стабильное качество продукции и выпуск её в необходимых количествах;

4) для изделия серийного (массового) производства - инспекционная проверка стабильности качества выпускаемых изделий, выполнения мероприятий по повышению надежности безопасности и других эксплуатационных характеристик изделий;

5) для изделий, представляемых к аттестации по категориям качества - определение фактических значений показателей качества аттестуемых изделий, проведение сравнительных испытаний с лучшими отечественными и зарубежными образцами, проверка соответствия требованиям отечественных и международных стандартов;

б) для изделий, намечаемых к экспорту - установление соответствия изделий международным стандартам и стандартам стран - импортеров;

7) для изделий, намечаемых к импорту в РФ - установление соответствия импортируемых изделий отечественным стандартам. Исходя из перечисленных целей и задач, определены виды испытаний: приемочные, квалификационные, инспекционные, аттестационные, сертификационные.

Под инспекционным понимаются выборочные контрольные испытания.

К сертификационным испытаниям относятся испытания на соответствие продукции, намечаемой для экспорта или импорта, международным и национальным стандартам, а отечественная на соответствии национальным НД.

Приемочные испытания - испытания опытных образцов, опытных партий продукции или изделий единичного производства.

Квалификационные испытания - контрольные испытания установочной серии или первой промышленной партии, проводимые с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Провести испытание термометров на влияние повышенной (пониженной) температуры окружающего воздуха согласно ГОСТ 12997.

2. Корпуса термометра и преобразователя и часть дистанционного капилляра выдерживают при предельных значениях диапазона температуры окружающего воздуха по группам, установленным ГОСТ 12997, не менее 2 ч.

3. Изделие считают выдержавшим испытание, если после него внешний вид изделия и его характеристики соответствуют требованиям, установленным в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных групп (видов).

4. Сделайте выводы о пройденном испытании отраслевой продукции.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сформулируйте понятия «испытание продукции», «объект испытаний», «метод испытаний».

2. Классификация испытаний.

3. Основная цель испытаний.

4. Основные задачи испытаний.

Литература

Основная литература

1. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. М. Лифиц. - 14-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 423 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-15204-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/487891>.
2. Райкова, Е. Ю. Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: учебник для среднего профессионального образования / Е. Ю. Райкова. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 349 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11367-9. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/469693>.
3. Смирнов, Ю.А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Технические измерения и приборы: учебное пособие для СПО / Ю.А. Смирнов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 252 с.: ил. – Текст: непосредственный.
4. Смирнов, Ю.А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Основы метрологии и автоматизации: учебное пособие для СПО / Ю.А. Смирнов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 240 с.: ил. – Текст: непосредственный.
5. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 377 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11997-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566043>.

Дополнительная литература

1. Атрошенко, Ю. К. Метрология, стандартизация и сертификация. Сборник лабораторных и практических работ: учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Кравченко. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 178 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-07981-4. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474756>.
2. Мещеряков, В.А. Метрология. Теория измерений: учебник для среднего профессионального образования / В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев; под общей редакцией Т. И. Мурашкиной. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 167 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08652-2. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/471589>.

3. Райкова, Е. Ю. Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: учебник для среднего профессионального образования / Е. Ю. Райкова. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 349 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11367-9. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/469693>.

4. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Степанова, Н. А. Скулкина, А. С. Волегов; под общей редакцией Е. А. Степановой. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 95 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10715-9. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475921>.

Интернет-источники

1. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
2. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 27.04.93 №4871-1, в редакции 2003г.
3. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основные отклонения.

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. ЭБС Электронного издания ЮРАЙТ
2. ЭБС «ЛАНЬ»7.