

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ

ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ

- КАСКАДНАЯ МОДЕЛЬ
- V-ОБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ
- ИНКРЕМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

ДОКУМЕНТАЦИЯ

РАЗДЕЛЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ЧЕРТЕЖИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

СТАНДАРТЫ

ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ

ДЛЯ ПУСКОНАЛАДЧИКОВ

ДЛЯ ТЕХНОЛОГОВ И ОПЕРАТОРОВ

СПИСОК ИЗМЕНЕНИЙ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование — процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы управления или ее определенной части.

Результатом проектирования является **проект** — целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы (ISO 24765) — т. е. это чертежи, схемы, модели, алгоритмы, описания, перечни, листы технических данных.

Разработка — это процесс проектирования и непосредственного создания системы. Результатом разработки является готовая система «под ключ» (или какое-либо изделие).

Проектирование является частью (одним из начальных этапов) разработки системы.

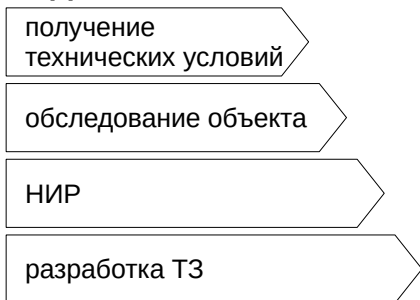
Модель описывает стадии (этапы) жизненного цикла разработки — что и когда происходит.

Методология включает в себя набор методов по управлению процессом разработки: это правила, техники и принципы, которые делают процесс разработки более эффективным.

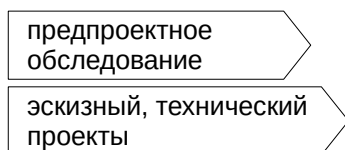
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ЭТАПЫ

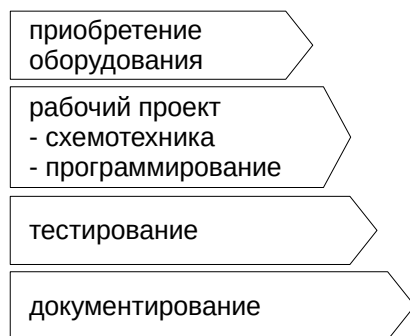
ЗАДАНИЕ



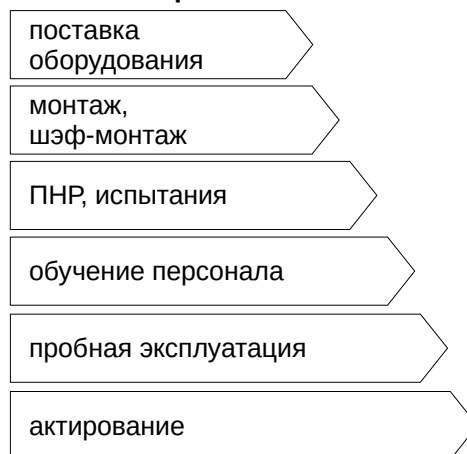
ПРОЕКТИРОВАНИЕ



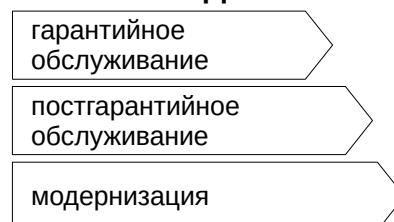
РАЗРАБОТКА



ИНТЕГРАЦИЯ



СОПРОВОЖДЕНИЕ



разработка

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ЭТАПЫ

ЗАДАНИЕ

1. Получение технических условий (не всегда требуется)
2. Обследование объекта и формирование предварительных требований
3. Проведение научно-исследовательских работ (не всегда требуется)
4. Разработка технического задания
 - на проектирование (*если без разработки*)
 - на разработку (*если проектирование + разработка*)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

1. Обследование объекта
2. Эскизный проект
 - наброски будущей системы
 - архитектура
 - структура
 - предварительный выбор аппаратно-программной базы
 - пояснительная записка
 - предварительное определение списка документов проекта
3. Технический проект
 - окончательный выбор оборудования
 - пояснительная записка, описание системы, общие данные по схемам и чертежам
 - структурная схема
 - схемы автоматизации
 - схемы принципиальные электрические
 - схемы принципиальные пневматические (*если требуется*)
 - схемы подключений, кабельные журналы
 - чертежи расположения оборудования и внешних проводок (*если требуется*)
 - ведомость оборудования и материалов

РАЗРАБОТКА

1. Приобретение оборудования
2. Рабочий проект
 - разработка аппаратной составляющей (схемотехника)
 - разработка программной составляющей (программирование, конфигурирование)
3. Заводские испытания (тестирование)
4. Документирование рабочего проекта
 - спецификация оборудования
 - ведомость потребности в материалах
 - технологическая инструкция (*если требуется*)
 - руководство пользователя
 - инструкция по эксплуатации системы
 - программа и методика испытаний

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ЭТАПЫ

ИНТЕГРАЦИЯ / ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

1. Подготовительные мероприятия
 - план-график работ
 - программа работ
 - протокол испытаний
 - протокол согласования (*если требуется*)
 - приказ о проведении работ
 - приказ о составе приемочной комиссии
2. Поставка оборудования и передача его на хранение
 - акт приема-передачи
3. Монтажные работы, Шэф-монтаж (авторский надзор)
4. Пуско-наладочные работы (ПНР)
5. Испытания
6. Обучение персонала
7. Пробная эксплуатация
8. Активирование
 - акт завершения работ
 - акт приемки в опытную эксплуатацию
 - акт приемки в промышленную эксплуатацию

СОПРОВОЖДЕНИЕ

1. Гарантийное сервисное обслуживание
2. Постгарантийное сервисное обслуживание
3. Модернизация

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ

Waterfall Model

- каскадная модель, или «водопад»

V-model

- V-образная модель, разработка через тестирование

Incremental Model

- инкрементная / итеративная модель

Chaos Model

- модель хаоса

Prototype Model

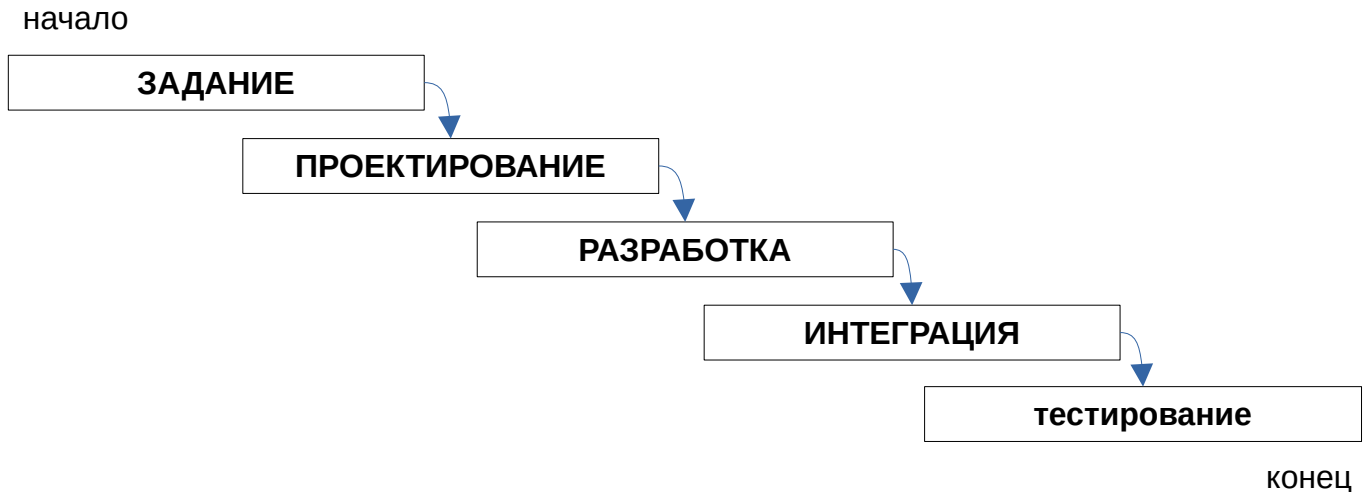
- прототипная модель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

КАСКАДНАЯ МОДЕЛЬ

Waterfall Model

- каскадная модель, или «водопад»



Особенности

- поэтапная разработка
- каждая последующая стадия начинается после того, как закончена предыдущая

Преимущества

- простой контроль разработки
+ заказчик знает текущее состояние и может управлять сроками и стоимостью
- стоимость и сроки разработки известны
(все шаги запланированы на этапе согласования)

Недостатки

- наличие ошибок / недочетов в задании (требованиях) влечет за собой:
 - увеличение сроков разработки
 - удорожание разработки
- велика вероятность того, что итоговый результат не устроит заказчика
 - заказчик видит общий результат только в конце разработки

Данная модель подходит для проектов отраслей, где сформирована обширная база знаний: технических заданий, решений, спецификаций, СНиП и т. п. (например, военно-промышленная, космическая, медицинская отрасли) — на основе которых можно написать требования к новому проекту.

Основная задача при работе с данной моделью — это написать подробные требования к разработке (задание). На этапах интеграции и сопровождения не должно выясниться, что в них есть ошибки, влияющие на весь проект.

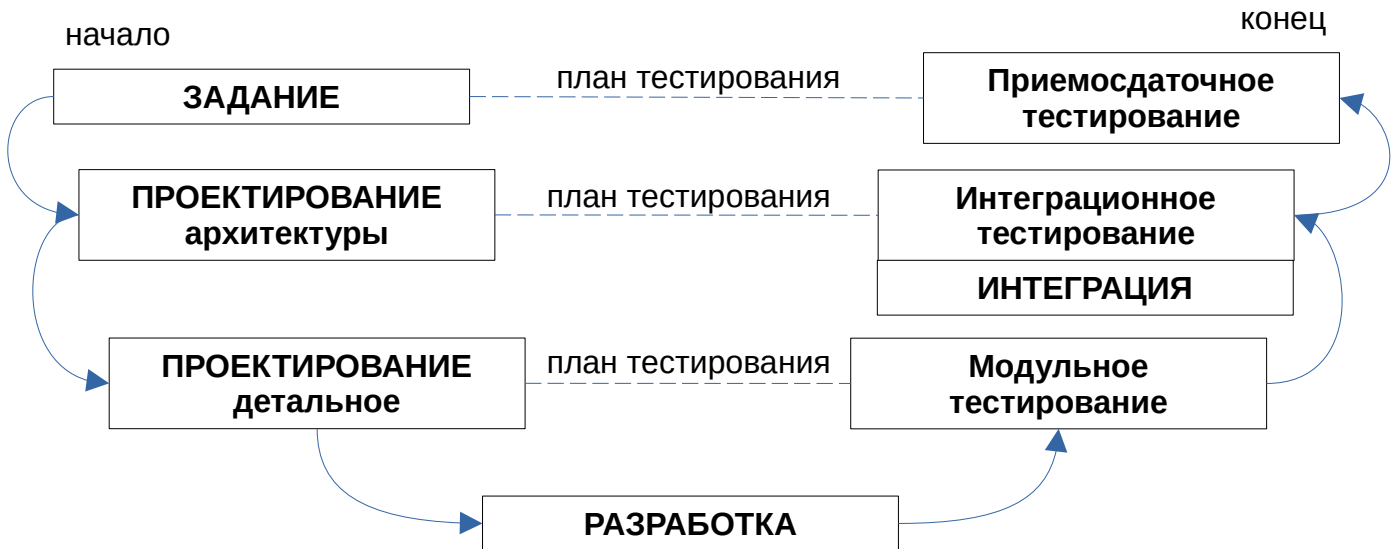
Если все делать правильно, то данная модель является наиболее быстрой и простой. Применяется уже почти полвека, с 1970-х годов.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

V-ОБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ

V-model

- V-образная модель, разработка через тестирование (верификация / валидация)



Особенности

- усовершенствованная каскадная модель
- на каждом этапе проектирования составляется отдельный план тестирования (при разработке планов тестирования могут проводиться исследования, опросы и т.п.)
- после окончания проектирования начинается разработка
- после разработки начинается тестирование:
 - модульное (проверка каждого модуля отдельно)
 - интеграционное (проверка работы отдельных групп модулей и комплекса в целом)
 - приемосдаточное (проверка работы проекта в соответствии с заданием)

Преимущества

- наследуются от каскадной модели
- выявление отклонений и рисков в проекте на ранних стадиях (при проектировании)
- уменьшение времени и стоимости разработки
- повышение качества коммуникаций между участниками проекта (в проектировании задействованы специалисты тестировщики, наладчики)

Недостатки

- наследуются от каскадной модели

Данная модель требует высокого уровня подготовки сотрудников и подходит для проектов, в которых важна надежность и цена ошибки очень высока.

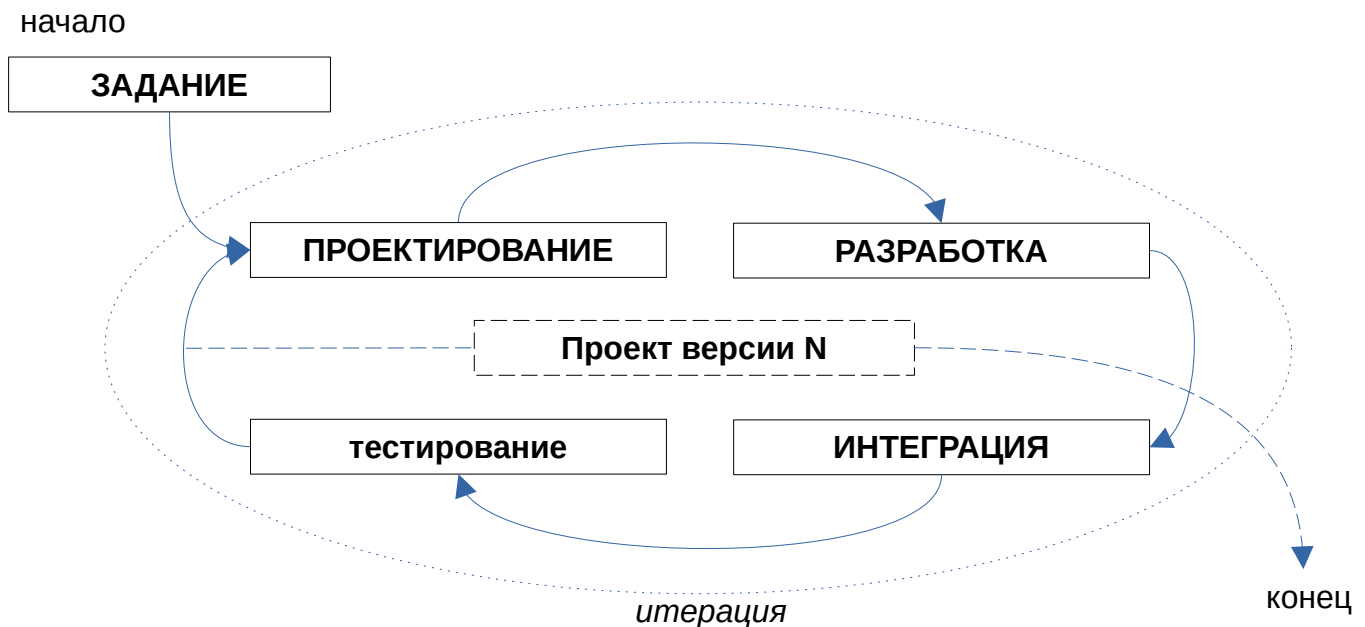
Концепция V-образной модели была разработана в 1980-х годах.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ИНКРЕМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

Incremental Model

- инкрементная / итеративная модель



Особенности

- модель работает по частям
- начинается с задания (начальное задание)
- проект разрабатывается по частям (версиям, итерациям)
- переход от одной версии к другой можно трактовать как модернизацию
- модернизация может выполняться на этапе сопровождения
(заказчику сдается стартовый рабочий проект, который эксплуатируется N-количество времени; далее заказчик принимает решение — развивать / модернизировать проект далее или оставить все как есть и завершить разработку)

Преимущества

- возможны малые вложения на каждой итерации
- возможно быстрая обратная связь по результатам эксплуатации (можно оперативно обновить задание и доработать проект)
- ошибки обходятся дешевле
- эффективное использование накопленного опыта
- модернизация может выполняться без остановки эксплуатации

Данная модель подходит для проектов, которые необходимо быстро запустить и для которых допускается модернизация (например, для устранения ошибок).

Концепция инкрементальной модели была разработана в 1930-х годах.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ДОКУМЕНТАЦИЯ

- ГОСТы
- Правила
- Законы
- Технические условия
- Руководства

Состав и требования к содержанию разделов проектной документации устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Шифр документа

А - Б - В - Г . Д

А — номер договора (контракта) или шифр объекта строительства

Б — номер здания или сооружения по генеральному плану

В — шифр раздела проектной документации

Г — код документа

Д — порядковый номер документа

пример

ОРГ - 002 - АТХ - СЗ . 1

ОРГ — шифр объекта строительства (код предприятия)

002 — номер цеха

АТХ — комплект чертежей (автоматизация технологических процессов)

СЗ — схема автоматизации

1 — порядковый номер документа

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

РАЗДЕЛЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ГОСТ 21.1101-2013

Основные требования к проектной и рабочей документации.

номер	шифр	наименование
1	ПЗ	Пояснительная записка
2	ПЗУ	План земельного участка (схема планировочной организации земельного участка)
3	АР	Архитектурные решения
4	КР	Конструктивные решения (конструктивные и объемно-планировочные решения)
5	ИОС	Инженерное оборудование и сети (сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений)
6	ПОС	Проект организации строительства
7	ПОД	Проект организации демонтажа (проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства)
8	ООС	Охрана окружающей среды (перечень мероприятий по охране окружающей среды)
9	ПБ	Пожарная безопасность (мероприятия по обеспечению пожарной безопасности)
10	ОДИ	Обеспечение доступа инвалидов (мероприятия по обеспечению доступа инвалидов)
10(1)	ТБЭ	Техника безопасной эксплуатации (мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации объекта капитального строительства)
11	СМ	Смета (смета на строительство объектов капитального строительства)
11(1)	ЭЭ	Энергетическая эффективность (мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета расхода энергетических ресурсов)
12		Иная документация (иная документация, предусмотренная федеральными законами)

Раздел 5: ИОС

Подразделы:

- система электроснабжения
- система водоснабжения
- система водоотведения
- отопление, вентиляция и кондиционирование
- сети связи
- система газоснабжения
- технологические решения

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ЧЕРТЕЖИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

ГОСТ 21.408-2013

Создание Автоматизированных систем. Правила выполнения документации.

Марки основных комплектов рабочих чертежей для автоматизированных систем.

номер	шифр	наименование
1	АК	Автоматизация комплексная (при объединении рабочих чертежей автоматизации различных технологических процессов и инженерных систем)
	АТХ	Автоматизация технологических процессов (см. ГОСТ 34.201)
	АПУ	Автоматизация пылеудаления
	АОВ	Автоматизация отопления, вентиляции (и кондиционирования)
	АВК	Автоматизация водоснабжения, канализации
	АНВК	Автоматизация наружного водоснабжения, канализации
	АНВ	Автоматизация наружного водоснабжения (при разделении на части основного комплекта АНВК)
	АНК	Автоматизация наружной канализации (при разделении на части основного комплекта АНВК)
	АГСВ	Автоматизация газовых сетей, внутренние
	АГСН	Автоматизация газовых сетей, наружные
	АТС	Автоматизация тепловых сетей
	АТМ	Автоматизация тепломеханики (котельные)
	АПТ	Автоматизация пожаротушения (и дымоудаления)
	АХС	Автоматизация холодоснабжения
	АВС	Автоматизация воздухообеспечения
	АЭС	Автоматизация электроснабжения

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ

СТАНДАРТЫ

Комплекс стандартов на автоматизированные системы	
ГОСТ 34.003-90	Автоматизированные системы. Термины и определения.
ГОСТ 34.201-2020	Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
ГОСТ 34.601-90	Автоматизированные системы. Стадии создания.
ГОСТ 34.602-2020	Техническое задание на создание автоматизированной системы.
ГОСТ 34.603-92	Виды испытаний автоматизированных систем.
Методические указания	
РД 50-34.698-90	Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
Система проектной документации для строительства	
ГОСТ 21.1101-2013	Основные требования к проектной и рабочей документации.
ГОСТ 21.408-2013	Создание Автоматизированных систем Правила выполнения документации
ГОСТ 21.208-2013	Обозначения приборов и средств автоматизации в схемах
ГОСТ 02.702-2011	Правила выполнения электрических схем
ГОСТ 21.614-1988	Изображения электрооборудования и проводок на планах
Единая система программной документации	
ГОСТ 19.101-77	Виды программ и программных документов.
Единая система конструкторской документации	
ГОСТ 02.102-2013	Виды и комплектность конструкторских документов.
ГОСТ 02.601-2013	Эксплуатационные документы.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ

Спецификация на шкаф

Спецификация содержит перечень компонентов, которые необходимы для сборки шкафа.

Каждый компонент описывается следующими параметрами:

- адрес (номер на шильдике)
- описание
- производитель
- модель (заказной номер)
- количество

Сборочный чертеж

По сборочному чертежу выполнятся сборка шкафа.

Для сборки используются компоненты, определенные в спецификации.

Таблица соединений

В таблице соединений приводится перечень всех соединений внутри шкафа:

- номер проводника (*буквенно-цифровой тег*)
- откуда (*откуда идет проводник*)
 - адрес клеммника, номер клеммы
- куда (*куда идет проводник*)
 - адрес клеммника, номер клеммы
- характеристики проводника
 - сечение
 - цвет
- номер кабеля, в состав которого входит проводник (*ссылка на кабельный журнал*)
- текст, напечатанный на маркировочной бирке

Таблицу соединений необходимо изобразить так, чтобы ее было удобно использовать:

- при монтаже,
- при прозвонке (*на этапе пусконаладки и последующей эксплуатации*)

Кабельный журнал

В кабельном журнале перечисляются все кабели, применяемые при монтаже:

- номер кабеля (*буквенно-цифровой тег*)
- откуда (*откуда идет кабель*)
 - адрес шкафа, секции клеммников, разъема или клеммника
- куда (*куда идет кабель*)
 - адрес шкафа, секции клеммников, разъема или клеммника
- характеристики кабеля
 - тип, марка, цвет
 - назначение
 - длина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ДЛЯ ПУСКОНАЛАДЧИКОВ

Приемка шкафа

При приемке шкафа на площадке пусконаладчики проводят визуальный осмотр шкафа на предмет соответствия проектной документации. Рекомендуется прикладывать к поставляемой документации галерею фотографий шкафа, чтобы пусконаладчик смог быстро принять шкаф.

Проверка каналов ввода/вывода

Чтобы проверить канал ввода/вывода, наладчику необходимо по адресу канала (программный тег) найти номера клемм, через которые проходит сигнал. Для этого придется открыть 2-3 документа. Но, можно разработать один документ, в котором будет прослеживаться вся цепочка прохождения сигнала и указываться краткая информация о кабельной продукции и оборудовании:

- от «поля» до управляющей программы (для канала ввода)
- от управляющей программы до «поля» (для канала вывода)

диспетчерская / контроллерная / серверная								«поле»			
Программа	ШУ	Кабель <---->	ШТК	Кабель <---->	ШР	Кабель <---->	ШУД	Кабель <---->	РК	Кабель <---->	Прибор
...
...

см. Архитектурные решения (подробно) / структурная схема и схема прохождения сигнала

Программа / Управляющая программа

- программный тег

ШУ / Шкаф управления / Системный шкаф / System Cabinet / SB

- номер шкафа
- номер кабельного ввода
- номер секции
- для оборудования:
 - номер, тип и модель (ПЛК, станция В/В, панель оператора, ...)
- для сетевых каналов:
 - номер сетевого интерфейса / порта
 - тип сетевого интерфейса (RS-485, RS-232, USB, ETHERNET, OPTIC, ...)
 - тип сетевого протокола (MODBUS RTU, MODBUS TCP, PROFIBUS, PROFINET, ...)
- для каналов В/В:
 - номер корзины В/В
 - номер слота в корзине В/В
 - модель модуля В/В
 - тип, номер модуля и номер канала В/В (DI.x.y, DO.x.y, AI.x.y, AO.x.y, ...)
 - поддержка HART (+HART)
 - тип электрического сигнала (4-20 мА, 0-20 мА, 0-10 В, ...)
 - тип искробезопасности (неискробезопасный, искробезопасный)
 - схема подключения (2-проводная, 3-проводная, 4-проводная, ...)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ДЛЯ ПУСКОНАЛАДЧИКОВ

ШУ / Шкаф управления / Системный шкаф / System Cabinet / SB (продолжение)

- для аналоговых каналов:
 - шкала масштабирования
(низ/верх: электрический сигнал — человеко-понятное значение, + ед.изм)
 - уставки предупреждений
 - = LL / Low Low / ниже нижнего аварийного
 - = L / Low / нижний аварийный
 - = H / High / верхний аварийный
 - = HH / High High / выше верхнего аварийного
- для клеммных колодок:
 - номер клеммной панели / терминальной платы
 - номер клеммы

Кабель

- номер (ссылка на кабельный журнал)
- характеристики
 - тип, марка
 - цвет, сечение, количество жил, длина

ШТК / Шкаф телекоммуникационный / Net / Telecommunication Cabinet / NC

- номер шкафа
- номер кабельного ввода
- номер секции
- для оборудования:
 - номер, тип и модель (коммутатор, маршрутизатор, ...)
- для сетевых каналов:
 - номер сетевого интерфейса / порта
 - тип сетевого интерфейса (RS-485, RS-232, USB, ETHERNET, OPTIC, ...)
 - тип сетевого протокола (MODBUS RTU, MODBUS TCP, PROFIBUS, PROFINET, ...)
- для клеммных колодок:
 - номер клеммной панели / терминальной платы
 - номер клеммы

ШР / Шкаф распределительный / Marshalling Cabinet / MC

- номер шкафа
- номер кабельного ввода
- номер секции
- для оборудования:
 - номер, тип и модель (блок питания, блок защиты, преобразователь, ...)
- для сетевых каналов:
 - номер сетевого интерфейса / порта
 - тип сетевого интерфейса (RS-485, RS-232, USB, ETHERNET, OPTIC, ...)
 - тип сетевого протокола (MODBUS RTU, MODBUS TCP, PROFIBUS, PROFINET, ...)
- для клеммных колодок:
 - номер клеммной панели / терминальной платы
 - номер клеммы

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ДЛЯ ПУСКОНАЛАДЧИКОВ

ШУД / Шкаф управления двигателями / Motor Control Cabinet / MCC

- номер шкафа
- номер кабельного ввода
- номер секции
- для оборудования:
 - номер, тип и модель (*блок питания, прямой пуск, плавный пуск, частотник, ...*)
- для сетевых каналов:
 - номер сетевого интерфейса / порта
 - тип сетевого интерфейса (*RS-485, RS-232, USB, ETHERNET, OPTIC, ...*)
 - тип сетевого протокола (*MODBUS RTU, MODBUS TCP, PROFIBUS, PROFINET, ...*)
- для клеммных колодок:
 - номер клеммной панели / терминальной платы
 - номер клеммы

РК / Распределительная коробка / Junction Box / JB

- номер коробки
- номер кабельного ввода
- номер секции
- номер клеммной панели / терминальной платы
- номер клеммы

Прибор / Instrument

- номер (инструментальный тег), тип и модель прибора
- номер клеммы

Программа и методика испытаний

Обычно, проектировщики пренебрегают детальной проработке этого документа.

Если организация, которая проектирует и разрабатывает, сама же вводит АСУ ТП в эксплуатацию, то она может обойтись без какой-либо программы и методики испытаний. Но, если пусконаладочными работами занимается сторонняя организация по чужому проекту, то в этом случае результат может быть непредсказуем.

В разработке этого документа должны активно участвовать как проектировщики, так и непосредственно программисты, которые разрабатывали систему управления (управляющие программы, систему диспетчеризации, ...).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

ДЛЯ ТЕХНОЛОГОВ И ОПЕРАТОРОВ

Проектирование операторского интерфейса (HMI, человеко-машинный интерфейс) разработчики-дизайнеры должны выполнять вместе с представителями заказчика: технологами и операторами. Иначе у заказчика могут возникнуть проблемы в эксплуатации подобных систем.

При разработке HMI необходимо руководствоваться современными подходами в области ситуационной осведомленности.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

СПИСОК ИЗМЕНЕНИЙ

Дата	Стр.	Описание изменения
2024-02-28	10	Полностью обновлен раздел ДОКУМЕНТАЦИЯ
	11	~ РАЗДЕЛЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
	12	~ ЧЕРТЕЖИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
	14	Добавлен раздел замечаний и рекомендаций
	15-17	+ ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ
	18	+ ДЛЯ ПУСКОНАЛАДЧИКОВ
		+ ДЛЯ ТЕХНОЛОГОВ И ОПЕРАТОРОВ