

Ю. Н. Федоров

Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка

2-е издание



«Инфра-Инженерия»

Ю. Н. Федоров

**Справочник инженера
по АСУТП:
Проектирование и разработка**

2-е издание

*Учебно-практическое пособие
В двух томах*

II ТОМ

Инфра-Инженерия

Москва-Вологда

2018

УДК (665.6/.7:681.5).002.2

ББК 35.514: 32.965

Ф33

Ф3
№436-Ф3

Издание не подлежит маркировке
в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11

Рецензенты:

Э. Л. Ицкович – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией Института проблем управления РАН

Л. Р. Соркин – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Московского физико-технического института

Федоров Ю. Н.

Ф33 Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. 2-е изд. доп. и перераб., - В 2-х т. - Том 2.- М.: Инфра-Инженерия, 2018. - 484 с.

ISBN 978-5-9729-0123-4

Справочник задает систему базовых определений и требований, выполнение которых реализуется в правилах создания АСУТП. Даются рекомендации по выбору архитектуры автоматизированных систем управления и защиты технологических процессов. Последовательно определяется состав и распределение работ по созданию АСУТП, устанавливается состав и содержание проектной документации.

Достоинством книги является её практическая направленность. Процедуры выполнения работ по проектированию и разработке АСУТП, рекомендации по учету особенностей проектирования систем защиты технологических процессов окажут методическую помощь всем, кто связан с этими проблемами – от разработчиков систем, до руководителей предприятий. Вместе с тем, книга может использоваться в качестве учебного пособия для преподавателей и студентов высших и средних специальных учебных заведений соответствующих специальностей.

Представленная в работе методология создания АСУТП является шагом к разработке современных отечественных стандартов промышленной автоматизации, согласованных с международным опытом.

ББК 35.514: 32.965

© Ю. Н. Федоров, автор, 2018

© Инфра-Инженерия, 2018

ISBN 978-5-9729-0123-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 8. Программа и методика испытаний АСУТП.....	3
8.1. Назначение, цели создания, и функции АСУТП	4
8.2. Объект испытаний	8
8.3. Цель испытаний	8
8.4. Объем испытаний	8
8.5. Условия и порядок проведения испытаний.....	9
8.6. Материально-техническое обеспечение испытаний	11
8.7. Метрологическое обеспечение испытаний	11
8.8. Оформление результатов испытаний.....	13
8.9. Процедура (методика) испытаний	13
8.10. Содержание организационно-распорядительных документов	31
8.11. Типовая форма Протокола организационного заседания комиссии	36
8.12. Типовая форма Протокола предварительных (или приемочных) испытаний	38
8.13. Образцы протоколов и отчетов по разделам Программы испытаний.....	39
8.14. АКТ Приемки АСУТП в опытную (промышленную) эксплуатацию	53
8.15. Программа и методика испытаний на площадке поставщика	57
8.16. Внутреннее тестирование поставщика	57
8.17. Объем испытаний в присутствии заказчика.....	60
8.18. Процедура (методика) испытаний.....	60

Глава 9. Особенности проектирования систем безопасности	97
9.1. Жизненный цикл системы безопасности.....	97
9.2. Отказы общего порядка (общей причины).....	99
9.3. Ложные срабатывания.....	100
9.4. Отказы полевых устройств	100
9.5. Резервирование, как средство противодействия сбоям	102
9.6. Общие рекомендации по выбору архитектуры... ..	103
9.7. Резервирование – однородное и альтернативное.....	104
9.8. Разделение и распределение функций АСУТП ..	105
9.9. Сенсоры	105
9.10. Регулирующие и отсечные клапаны	106
9.11. Логические решающие устройства (контроллеры)	107
9.12. Связь между РСУ и ПАЗ.....	112
9.13. Программное обеспечение.....	113
9.14. Интерфейс пользователя.....	115
9.15. Диагностика	117
9.16. Обслуживание и поверка полевого оборудования системы безопасности	120
9.17. Секретность.....	124
9.18. Документация	125
9.19. Временной интервал функционального тестирования	126
9.20. Управление и контроль выполнения проекта	126
9.21. Распределение ответственности.....	127
9.22. Примерная форма Журнала учета изменений.....	132
9.23. Примерная форма для Запроса на изменение проекта.....	133
9.24. Примерная форма для контроля выполнения принятых изменений	134
9.25. Ежемесячный отчет о проделанной работе со стороны разработчика	135
Глава 10. Система идентификации параметров АСУТП.....	136
10.1. Исходные данные	136
10.2. Ключевые идеи	163

10.3.	Построение перечней входов и выходов РСУ и ПАЗ.....	163
10.4.	Постановка задачи	169
10.5.	Коды состояний ISA	174
10.6.	Неоднородность кодов ISA.....	176
10.7.	Семантика состояний	178
10.8.	Идентификация запорно-регулирующей арматуры.....	180
10.9.	Объединение группы параметров устройства	184
10.10.	Постановка общей задачи идентификации	186
10.11.	Идентификация параметров состояния и управления устройства.....	191
10.12.	Промежуточный результат идентификации оборудования без привязки к контурам	206
10.13.	Идентификация контуров АСУТП.....	208
10.14.	Таблицы идентификации параметров АСУТП ...	223
10.15.	Структура Таблиц идентификации	227
10.16.	Небольшой американский глоссарий	229
10.17.	Уровни сигнализации. Определения.....	231
10.18.	Входные устройства	232
10.19.	РСУ. Параметры состояния и управления	235
10.20.	ПАЗ – РСУ. Параметры взаимодействия.....	235
10.21.	Выходные устройства	246
10.22.	Нумерация контуров РСУ и ПАЗ.....	247
10.23.	Графические символы	248
10.24.	Графическое изображение оборудования АСУТП	249
10.25.	Дополнительные возможности упрощения.....	250
10.26.	Результаты настоящего исследования	258
10.27.	Общие итоги.....	261
Глава 11.	Проектная оценка надежности системы.....	268
11.1.	Введение	268
11.2.	Методики анализа надежности и рисков для автоматизированных систем безопасности.....	272
11.3.	Первая методика расчета	278
11.4.	Сводные результаты расчета надежности АСУТП	306
11.5.	Авторское заключение по первой методике	307
11.6.	Методика фирмы НИМА.....	309

11.7.	Краткое описание возможностей пакета SILence.....	316
11.8.	Структура проекта в SILence.....	317
11.9.	Конфигурирование систем в SILence.....	321
11.10.	Расчет вероятностей опасного отказа контуров защиты.....	325
11.11.	Оценка SIL по доле безопасных отказов SFF и по отказоустойчивости.....	339
11.12.	SIL единичного канала.....	341
11.13.	SIL многоканальной функции безопасности.....	342
11.14.	Пример вычисления фактора диагностического охвата по методике IEC.....	345
11.15.	Выводы.....	348
Глава 12.	Усовершенствованное управление процессом.....	349
12.1.	Пакеты автонастройки контуров управления.....	351
12.2.	Общие рекомендации для выбора метода настройки.....	358
12.3.	Автонастройка контура с обратной связью.....	359
12.4.	Автонастройка каскадных контуров управления.....	360
12.5.	Автонастройка контуров управления по упреждению.....	361
12.6.	Усовершенствованное управление технологическим процессом.....	362
12.7.	Многопараметрический контроллер.....	370
12.8.	Упреждающее управление по модели.....	373
12.9.	Экономические преимущества внедрения APC.....	375
12.10.	Основания для выбора усовершенствованного управления.....	378
12.11.	Требования к программному обеспечению усовершенствованного управления.....	379
12.12.	Структура модели.....	382
12.13.	Усовершенствованное управление колонной.....	388
12.14.	APC на установке каталитического крекинга.....	394
12.15.	Управление реактором и регенератором.....	395
12.16.	Управление главной колонной фракционирования.....	396
12.17.	Эффективность APC на каталитическом крекинге.....	397

12.18.	Решения в области добычи нефти и газа	398
12.19.	Оптимизация	405
12.20.	Необходимые условия получения прибыли	407
Глава 13.	Выбор и построение безопасных АСУТП	411
13.1.	Принципиальные источники отказов	411
13.2.	Тестирование полевого оборудования в реальном времени	415
13.3.	Механическое ограничение хода клапана	416
13.4.	Тестирование с использованием ПЛК системы ПАЗ	416
13.5.	Специальные цифровые контроллеры клапанов	417
13.6.	Расчет эффекта оперативной диагностики	417
13.7.	Системы обслуживания полевого оборудования	419
13.8.	Архитектура систем обслуживания	421
13.9.	AMS - Система обслуживания поля фирмы Эмерсон	424
13.10.	Функциональные возможности AMS	425
13.11.	Монитор сигналов тревоги	426
13.12.	PRM – Менеджер ресурсов производства фирмы Йокोगава Электрик	427
13.13.	Навигатор устройств	428
13.14.	Управление информацией по техобслуживанию	428
13.15.	Функция анализа эксплуатации	430
13.16.	Функции диагностики и настройки	431
13.17.	Служебные и сервисные функции	431
13.18.	Преимущества использования Менеджера ресурсов	432
13.19.	Программное обеспечение для комплексных решений	433
13.20.	Решения для расширенной поддержки операций	434
13.21.	Методы снижения числа оповещений	441
13.22.	Ключевые аспекты построения АСУТП	443
13.23.	Техническое задание на создание АСУТП	443
13.24.	Полевое оборудование	444
13.25.	Системы противоаварийной защиты	447
13.26.	Резервирование	447

13.27.	Избыточность	447
13.28.	Иерархия – закон управления сложностью	448
13.29.	Функции контроля и управления	450
13.30.	Операторский интерфейс	451
13.31.	Тренажеры	452
13.32.	Приемо-сдаточные испытания	454
13.33.	Оценка требуемого количества запасных частей	454
13.34.	Методы оценки параметров надежности	456
13.35.	Методы предсказания надежности	456
13.36.	Методы демонстрации надежности	459
13.37.	Соотношение цены отказа для главных архитектур	460
13.38.	Общие решения для вероятности опасного отказа	462
13.39.	Полная система соотношений для расчета вероятности отказа архитектур общего вида	465
13.40.	Общие уравнения вероятности и интенсивности ложных срабатываний для систем произвольной архитектуры	466
13.41.	Право выбора	471
13.42.	С чего начать?	472
13.43.	Стандарты МЭК – призыв к осмотрительности	474
13.44.	Использование единой платформы программно-технических средств, и выбор единого подрядчика по созданию АСУТП	475