

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра управления и информатики в технических системах

Т.А. Пицухина

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Оренбург
2019

УДК 378.016:681.5(076.5)
ББК 32.965я7+74.48я7
ПЗ6

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Г.Ф. Ахмедьянова

- ПЗ6 **Пищухина, Т.А.**
Автоматизация технологических процессов: методические указания / Т.А. Пищухина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 49 с.

Методические указания по дисциплине «Автоматизация технологических процессов» предназначены для обучающихся направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах.

Указания составлены на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и содержат: постановку цели и задач курсовой работы, структуру курсовой работы, а также процедуру ее проверки и защиты. В конце представлены рекомендуемые источники литературы, в том числе действующие версии норм и стандартов. По многим пунктам методических указаний даны примеры или ссылки, где с ними можно ознакомиться. Приведена ориентировочная тематика курсовых работ.

УДК 378.016:681.5(076.5)
ББК 32.965я7+74.48я7

© Пищухина Т.А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	5
1 Теоретические сведения из области автоматизированных систем управления технологическими процессами	7
2 Общие правила и рекомендации по выполнению курсовой работы	14
3 План выполнения курсовой работы	16
4 Структура и содержание курсовой работы.....	18
4.1 Введение	19
4.2 Основная часть курсовой работы	19
4.2.1 Обоснование необходимости разработки АСУ ТП	20
4.2.2 Характеристики и описание автоматизируемого технологического процесса (объекта).....	21
4.2.3 Анализ процесса автоматизации заданного объекта на основе обзора информационных источников.....	21
4.2.4 Техническое задание	21
4.2.5 Разработка локальной системы управления технологическим процессом (объектом)	22
4.2.6 Разработка общей структуры системы управления	24
4.2.7 Расчёт и выбор технической реализации регулятора	29
4.2.8 Выбор технической реализации остальных элементов системы управления.....	30
4.2.9 Разработка мнемосхемы системы управления в SCADA-системе.....	31
4.2.10 Разработка алгоритмов управления	36
4.2.11 Расчёт показателей качества системы	37
4.3 Заключение.....	38
4.4 Список использованных источников	38
4.5 Приложения.....	38
5 Утверждение и защита курсовой работы.....	39
6 Формулировка тематики курсовых работ.....	40
7 Источники информации по автоматизированным системам управления технологическими процессами	42
7.1 Основная литература.....	42
7.2 Дополнительная литература.....	44
7.3 Периодические издания	45

7.4 Интернет-ресурсы.....	46
Список использованных источников	48
Приложение А.....	49

Введение

Современные производственные системы являются интегрированными комплексами, охватывающими все уровни управления производством.

Структура современного производства представлена на рисунке 1.

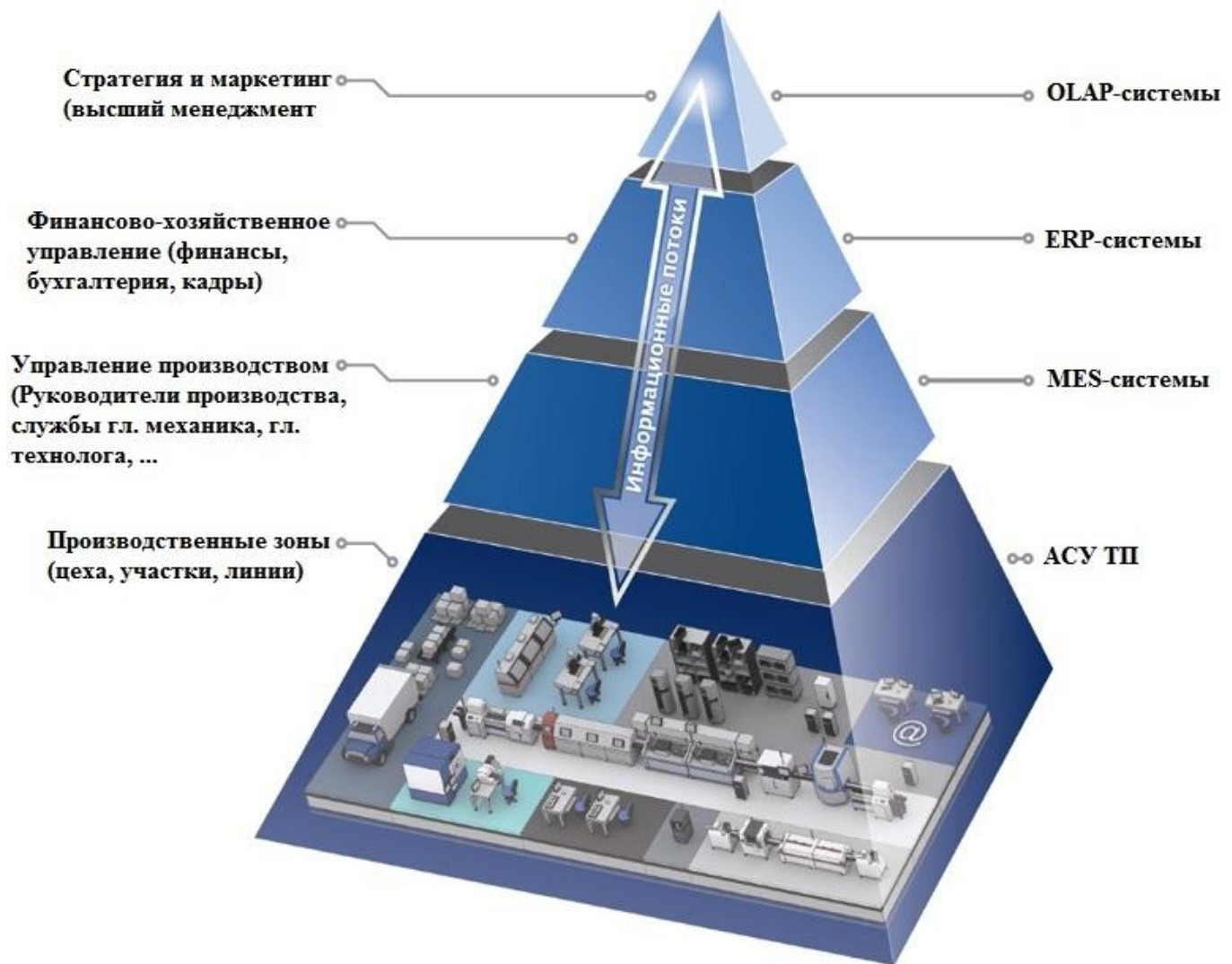


Рисунок 1 – Информационно-управляющая структура производственного предприятия

Иногда между ERP (англ. *Enterprise Resource Planning*, планирование ресурсов предприятия) и MES (от англ. *manufacturing execution system*, система управления производственными процессами) помещают уровень APS (сокр. от англ. *Advanced Planning & Scheduling* – усовершенствованное планирование) – программное обеспечение для производственного планирования, а уровень OLAP (англ. *online analyti-*

cal processing, интерактивная аналитическая обработка) может иметь другое название, например, BI (*Business intelligence* – бизнес-интеллект, корпоративный интеллект).

На нижнем уровне пирамиды управления находится АСУ ТП – система, предназначенная для выработки управляющих воздействий на технологический объект в соответствии с критерием оптимальности и учётом поступающей об объекте информации, а также действующих возмущений.

АСУ ТП, как видно из рисунка 1, служит основанием или базой для всех остальных уровней, поэтому изучение этой системы является важным звеном в обучении современного инженера.

В курсовой работе по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельно решать задачи автоматизации технологических процессов, творческое мышление, навыки в использовании новейших технологий из области автоматики и автоматизации, а также применять полученные знания к конкретной проблеме.

Целью курсовой работы является закрепление теоретических и практических знаний по автоматизации технологических процессов и производств и формированию умений по проектированию систем автоматизации технологических процессов.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- закрепить знания по терминологии из области автоматики и автоматизации технологических процессов;
- получить навыки выбора технических средств автоматизации;
- получить навыки по разработке функциональных схем автоматизации;
- научиться составлять техническое задание на проект по автоматизации агрегата, участка.

В результате выполнения курсовой работы формируется компетенция:

- ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

1 Теоретические сведения из области автоматизированных систем управления технологическими процессами

Современные производственные предприятия представляют собой сложные многоиерархичные системы управления, которые сопровождаются интенсивными информационными потоками и находятся в условиях переменчивой неопределенной внешней среды. Все это приводит к усложнению и повышению требований к управляющим системам всех уровней, особенно уровня реализации технологического процесса, представленного автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Автоматизированная система управления технологическим процессом – *человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.*

Современный этап развития АСУ ТП характеризуется внедрением систем на основе единых технических средств под управлением программируемых логических контроллеров (ПЛК) и информационно-программной поддержкой диспетчерских программных комплексов, называемых SCADA-системами.

SCADA (аббр. от англ. **Supervisory Control And Data Acquisition** – диспетчерское управление и сбор данных) – *программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.* При наличии средств программирования логических контроллеров такие системы приобретают способность управлять режимами технологического процесса и к ним прибавляется термин SoftLogic.

Типичная структура современных АСУ ТП на основе ПЛК и SCADA-систем показана на рисунке 2.

Цель АСУ ТП определяется, исходя из общей цели управления предприятием, назначения системы, типа технологического объекта, для которого она разработана.

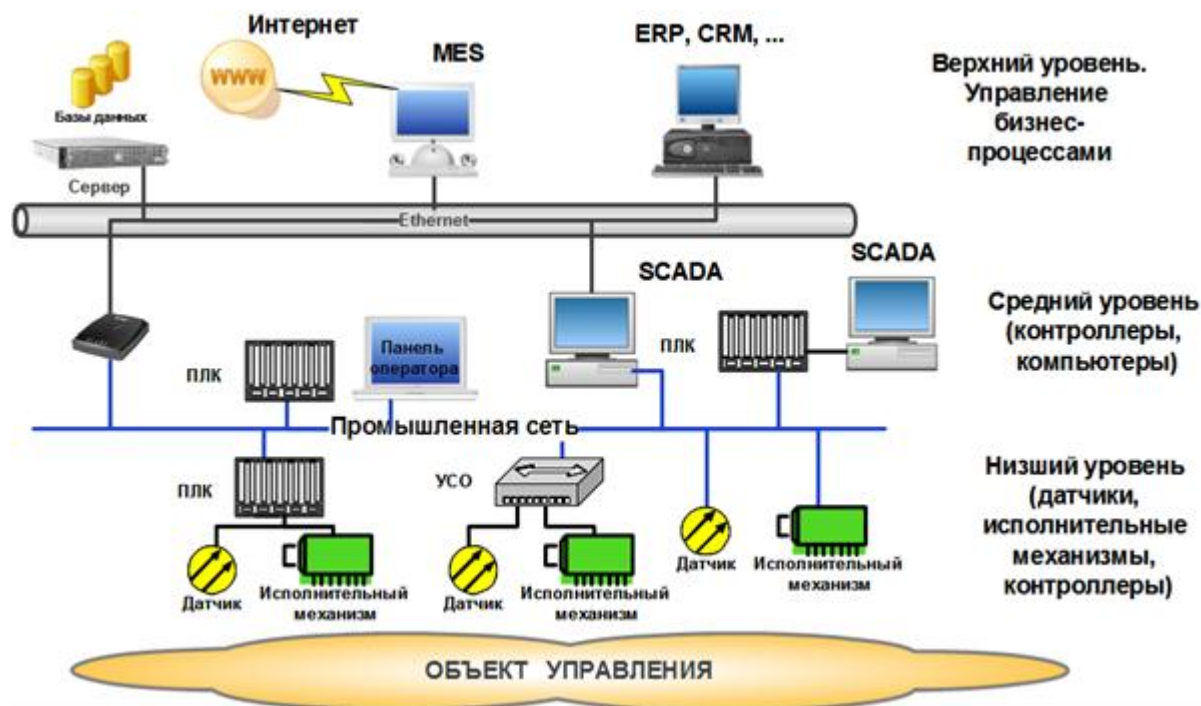


Рисунок 2 – Типичная структура АСУ ТП с ПЛК и SCADA-системой

Технологический объект управления (ТОУ) – это совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим регламентам технологического процесса.

АСУТП предназначены для выработки и реализации управляющих воздействий на ТОУ в соответствии с принятым критерием управления и с помощью современных средств ЭВМ.

Критерий управления – это соотношение, характеризующее качество работы ТОУ в целом, выраженный в числовой форме и принимающий конкретные фиксированные значения.

Одними из распространенных целей создания АСУ ТП могут быть:

- увеличение прибыли предприятия;
- повышение качества продукции;
- экономия электроэнергии и других производственных ресурсов;
- улучшение технологии производства продукта;
- повышение эффективности использования производственных ресурсов;
- улучшение тяжелых условий труда;

- обеспечение безопасности ТОО;
- повышение экологичности производства;
- оптимизация режимов функционирования ТОО.

Классификация функций АСУ ТП показана на рисунке 3.



Рисунок 3 – Классы функций АСУ ТП

К **основным управляющим функциям АСУ ТП** относятся выработка и реализация рациональных управляющих воздействий на основе имеющейся информации для эффективного выполнения технологического процесса.

Информационная функция АСУ ТП состоит в обеспечении управляющей функции соответствующей информацией: состоянием технологического процесса через значение его параметров, косвенными вычисляемыми показателями, оценку и прогноз состояния производственного комплекса, подготовка информации в выше-стоящие уровни управления, формирование сведений в надлежащей форме для оперативного персонала и тому подобное.

Содержание **вспомогательных функций** определяется внутренними потребностями самой АСУ ТП в целях нормального функционирования системы, например, ремонт оборудования, утилизация отходов, обеспечение материалами и тому подобное.

Как и любая автоматизированная система АСУ ТП включает несколько видов обеспечения (рисунок 4).



Рисунок 4 – Виды обеспечения АСУ ТП

Математическое обеспечение АСУ ТП представляет собой эксплуатационную документацию, содержащую описание методов и алгоритмов, разработанных при создании данной АСУ ТП и обеспечивающих решение технологических задач [1].

Техническое обеспечение АСУ ТП включает аппаратные и технические средства, обеспечивающие хранение, обработку, представление и передачу информации по системе и из системы на вышестоящие уровни, а также устройства и оборудование, реализующие технологический процесс.

Программное обеспечение АСУ ТП – совокупность программ, обеспечивающих функционирование всех цифровых вычислительных средств АСУ ТП (контроллеры, серверы, рабочие и инженерные станции, программаторы, панели оператора), а также решающих все функциональные задачи на этапах разработки,

наладки, тестирования и эксплуатации системы.

Информационное обеспечение АСУТП – совокупность входных и выходных сигналов, а также массивов информации, формируемых в АСУ ТП, характеризующих состояние технологического оборудования и эксплуатационной документации, используемых при создании и функционировании АСУ ТП.

Организационное обеспечение АСУ ТП – совокупность документов, устанавливающих порядок и правила функционирования оперативного персонала АСУ ТП, а также организационные мероприятия, направленные на успешное внедрение системы и на безопасное ведение технологического процесса.

Метрологическое обеспечение АСУТП – совокупность технических средств, требований, положений, правил, норм и методик, направленных на достижение единства и требуемой точности измерений в составе АСУ ТП.

Лингвистическое обеспечение АСУ ТП – языки программирования, описания и манипулирования данными, описания алгоритмов управления АСУ ТП.

Методическое обеспечение АСУ ТП – документы, в которых содержится состав АСУ ТП, правила эксплуатации ее компонентов, последовательные операции для решения задач управления и инструкции по обслуживанию оборудования.

Алгоритмическое обеспечение АСУ ТП – совокупность алгоритмов функционирования подсистем АСУ ТП, которая реализуется в виде программ. Например, алгоритмы первичной обработки информации (ПОИ), стабилизации, оптимизации, программно-логического управления и так далее.

Правовое обеспечение АСУ ТП – представляет собой совокупность норм (выраженную в нормативных актах), которые устанавливают и закрепляют организацию этих систем, их цели, задачи, структуру и функцию, правовой статус АСУ ТП и всех её звеньев, и регламентируют процессы создания и функционирования АСУ ТП.

Классификация АСУ ТП показана на рисунке 5.

Если все функции АСУ ТП выполняются без участия человека, то такие АСУ ТП называются **автоматическими**, а когда часть функций остается закрепленной за человеком – **автоматизированными**.



Рисунок 5 – Классификация АСУ ТП

Автоматические АСУ ТП подразделяются на системы с **супервизорным управлением** и **прямым цифровым управлением** [2].

Супервизорная АСУ ТП обеспечивает стабилизацию параметров технологического процесса, заданных уставками, на оптимальном уровне путем выработки управляющих воздействий в реальном времени. Оператор в этом случае может отслеживать протекание технологического процесса через устройства отображения информации, но не вмешиваться в него или реагировать в случае чрезвычайных ситуаций.

При прямом цифровом управлении управляющее вычислительное устройство само формирует управляющие воздействия для коррекции параметров технологического процесса, взаимодействуя с полевым уровнем. Задача оператора, как и в

предыдущем случае – это вмешательство по мере аварийных или других внештатных ситуаций.

Автоматизированные АСУ ТП существуют в трёх разновидностях – **АСУ ТП с ручным управлением, АСУ ТП с вычислительной системой в советующем режиме и АСУ ТП в диалоговом режиме.**

В АСУ ТП с ручным управлением основные функции выработки управляющих воздействий остаются за человеком, а вычислительный комплекс только предоставляет необходимую для принятия решения информацию.

АСУ ТП с вычислительным комплексом в советующем режиме оставляет за человеком-оператором выработку управляющих воздействий, но информационно-вычислительный комплекс может вырабатывать рекомендации по оптимальному решению для оператора.

При диалоговом режиме АСУ ТП оператор может корректировать процесс формирования информационно-вычислительным комплексом рекомендаций по управляющим воздействиям

2 Общие правила и рекомендации по выполнению курсовой работы

Учебный план направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах включает выполнение курсовой работы по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» в шестом семестре.

Курсовая работа представляет собой самостоятельную работу студента под руководством преподавателя, выполняемую с определенной целью путем постановки и решения задач.

Задачи, предусматриваемые в данной курсовой работе, включают освоение работ на стадиях технического и рабочего проектирования, а также получение навыков выбора и расчёта технических средств автоматизации.

Приступая к курсовой работе, студенту прежде всего необходимо очень тщательно и детально изучить технологический процесс (объект), провести его полный анализ, который выявит достоинства и недостатки существующей формы организации технологического процесса, используемых в нем технических средств. Следующим этапом будет анализ информационных источников: учебников, пособий, справочников, периодической литературы, технических норм и ГОСТов, патентов, интернет-источников и так далее, который заканчивается обобщением и формулировкой предложений по автоматизации технологического процесса.

Работа над курсовой по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» является частью подготовки студента к выполнению выпускной квалификационной работы. Помимо этого, курсовая работа развивает общие навыки работы с литературой и способности к самостоятельному анализу и обобщению информации.

Рекомендуется для реализации курсовой работы использовать только проверенные и общеизвестные программные средства, которые широко используются на практике при проектировании автоматизированных систем.

Графическая часть курсовой работы содержит рисунки, схемы, графики, диаграммы, таблицы, которые должны выполняться в соответствии с документом [3].

Объём курсовой работы составляет 25-30 страниц на листах формата А4 без учёта приложений. Рекомендуется количество листов свыше обозначенного объёма переносить в приложения.

Темы курсовой работы разрабатываются и утверждаются на обучающей кафедре, но могут включать и сторонние предложения студентов, если будут представлены веские основания целесообразности разработки или студент получает задание от предприятия, на котором проходит практику.

Работа над курсовой начинается с выдачи задания. При выполнении работы предусмотрены индивидуальные консультации между студентом и руководителем курсовой работы для уточнения или помощи при возникающих трудностях.

За выполнение и защиту курсовой работы студент получает оценку. Лучшие работы могут быть рекомендованы к изданию в сборниках научных студенческих работ или в журналах, а также к применению их результатов в организациях, к которым данная работа имеет отношение.

Тематика курсовой работы выбирается либо из предложенных преподавателем тем, либо дается, исходя из производственного задания, либо предлагается самостоятельно и согласуется с руководителем. Ориентировочный шаблон тематик курсовой работы представлен в разделе № 6. На выбор темы студенту отводится недельный срок, после которого преподаватель имеет право утвердить за студентом тему по своему усмотрению.

3 План выполнения курсовой работы

Предложенные в пункте 6 тематики курсовых работ представляют собой примерные направления разработки и не могут рассматриваться, как прямое руководство. Темы работы в пределах одной группы текущего года уникальны для каждого студента, повторения исключаются.

При анализе технологического процесса могут возникнуть две ситуации:

- на анализируемом объекте уже присутствует техническое оснащение автоматизации, и задача курсовой работы заключается в его модернизации. Название темы в этом случае содержит слово «модернизация», после которого идет полное название АСУ ТП на объекте с привязкой к технологическому процессу, который эта система автоматизирует;
- объект исследования еще не имеет своей АСУ ТП или ее подсистем, и задача студента заключается в проектировании одной из функциональных частей (модуля) системы. Наименование темы в этом случае начинается со слов «автоматизация процесса» или «проектирование системы», а далее следует полное название АСУ ТП и технологического процесса, к которому она имеет отношение.

Содержание или план курсовой работы разрабатывается обучающимся в самостоятельном порядке сразу после утверждения темы, составленный план передается на согласование руководителю, после чего начинается процесс выполнения курсовой работы.

Ориентировочное содержание курсовой работы и сроки выполнения этапов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – План выполнения курсовой работы

№ этапа	Этапы	Сроки
1	Выбор темы и утверждение ее у руководителя	1-ая неделя
2	Разработка структуры и содержания курсовой работы и утверждение их у руководителя	2 – 3-я недели

Продолжение таблицы 1

№ этапа	Этапы	Сроки
3	Анализ литературных источников	2 – 3-я недели
4	Написание основной части курсовой работы	4 – 10-я недели
5	Корректировка основной части курсовой работы после проверки руководителя	11 – 14-я недели
6	Написание заключения и выводов по курсовой работе, оформление курсовой работы	13 – 14-я недели
7	Сдача готовой курсовой работы руководителю на проверку	15-я неделя
8	Защита курсовой работы	16-я неделя

4 Структура и содержание курсовой работы

Курсовая работа содержит пояснительную записку и графическую часть.

Шаблонная структура курсовой работы включает следующие разделы:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- аннотация;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Графическая часть может включать следующие элементы:

- общий вид автоматизируемого технологического объекта с размещением средств автоматизации;
- схему алгоритмов управления объектом или листинги программ в SCADA-системе;
- функциональную схему автоматизации;
- вид настроек регулятора и результаты моделирования переходных процессов системы управления;
- мнемосхема системы управления, изображенная средствами SCADA-системы.

Пример оформления титульного листа приведён в приложении А.

Аннотация представляет собой краткое содержание работы по разделам, актуальность и перечисление объёма частей пояснительной записки (страниц), а также графической части.

4.1 Введение

Во введении должна быть аргументированно поставлена проблема, решаемая курсовой работой. Последовательность изложения материала введения в типовом виде может быть следующей:

- актуальность работы;
- краткое описание предметной области, выявление противоречий между состоянием теории и практики, завершаемое постановкой проблемы;
- современное состояние теории и практики по сформулированной проблеме;
- краткая характеристика и структура предприятия или технологического процесса;
- выведенные из проблемы предметной области цели и задачи работы;
- перечисление методов и средств, которые будут применяться для решения поставленных задач;
- актуальность работы.

Объём введения составляет 2 – 3 страницы.

4.2 Основная часть курсовой работы

Основная часть должна перекликаться с заданием на курсовую работу и выполняться строго в соответствии с его пунктами. Основная часть вместе с подпунктами формулируется совместно с руководителем, но, как правило, типовой состав включает следующие пункты:

- обоснование необходимости разработки АСУ ТП;
- характеристики и описание автоматизируемого технологического процесса (объекта);
- анализ процесса автоматизации заданного объекта на основе обзора информационных источников;
- техническое задание (ТЗ);
- разработка локальной системы управления технологическим процессом

(объектом);

- разработка общей структуры системы управления;
- расчёт и выбор технической реализации регулятора;
- выбор технической реализации остальных элементов системы управления;
- разработка мнемосхемы системы управления в SCADA-системе;
- разработка алгоритмов управления;
- расчёт показателей качества системы.

4.2.1 Обоснование необходимости разработки АСУ ТП

Раздел содержит характеристики объекта автоматизации, краткое описание его конструкции и принципа работы, приводятся основные технические параметры, оценивается уровень автоматизации.

Оформление необходимости разработки АСУ ТП разделяется на два аспекта: социально-экономический и потребности самого технического объекта. Социально-экономический аспект учитывает выполнение задачи в масштабах всего предприятия или организации, указывается каким образом решаемая проблема улучшает его деятельность и функционирование в целом. Последнее излагается путем указания источников повышения эффективности, которыми могут быть:

- повышение производительности труда;
- сокращение используемой рабочей силы;
- улучшение качества продукции;
- повышение надежности технических средств;
- повышение экологичности производства;
- социальный эффект: освобождение от монотонного неквалифицированного труда, освобождение от вредных и опасных условий труда, получение людьми дополнительных качеств и возможностей для выполнения специфических задач и тому подобное.

Второй аспект предполагает построение логической цепочки модернизации процесса (объекта) через устранение недостатков, возможность автоматизации или

повышение ее уровня.

4.2.2 Характеристики и описание автоматизируемого технологического процесса (объекта)

Раздел посвящён описанию общей структуры и особенностям технологического процесса, подлежащего автоматизации, например, входящие в процесс технологические операции или различные варианты реализации технологического процесса. Здесь же приводится описание документации по процессу, регламентирующей требования к функциональному обеспечению АСУ ТП.

4.2.3 Анализ процесса автоматизации заданного объекта на основе обзора информационных источников

На данном этапе проводится обзор зарубежной и отечественной литературы, в том числе периодической и интернет-источников. Цель этого процесса состоит в поиске новых методов решения поставленной задачи и недостатков существующих систем. Если прямой поиск не даёт результатов, подобных разрабатываемой системе, то ведётся поиск аналогов в других областях.

Результатом изучения информационных источников становится оформление технического задания на разработку системы.

4.2.4 Техническое задание

Техническое задание – это один из важнейших документов на создание системы. Без технического задания невозможно окончательное урегулирование отношений между заказчиком и разработчиком системы.

Техническое задание разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ 34.602-89 [4], как окончательное оформление представления о системе, которую необходимо спроектировать.

В курсовой работе желательно уделить внимание следующим пунктам техни-

ческого задания:

- назначение и цели создания (развития) системы;
- требования к системе;
- источники разработки.

В источниках разработки указываются все информационные материалы и технические аналоги или методики, на основании которых проводится разработка системы.

Все эти пункты описаны в приведенном ГОСТ 34.602-89 [4]. Полный состав технического задания выглядит следующим образом:

- 1) общие сведения;
- 2) назначение и цели создания (развития) системы;
- 3) характеристика объектов автоматизации;
- 4) требования к системе;
- 5) состав и содержание работ по созданию системы;
- 6) порядок контроля и приемки системы;
- 7) требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие;
- 8) требования к документированию;
- 9) источники разработки.

На объём технического задания в полном составе отводится не более 10 страниц, а технического задания с содержанием только основных пунктов – не более 3 страниц. Все пункты технического задания должны быть отражены в работе.

4.2.5 Разработка локальной системы управления технологическим процессом (объектом)

Перед началом проектирования системы управления технологическим процессом (объектом) по составленному техническому заданию стоит определиться, как именно система будет взаимодействовать с объектом или его частями и какую именно роль будет играть в общей структуре технологического комплекса.

Первое представление о проектируемой системе и ее коммуникациях с внешней средой начинают с составления структурной схемы системы. Разработка структурной схемы может быть разбита по двум направлениям:

- внутренние взаимосвязи системы;
- внешние взаимосвязи системы.

Внутренние взаимосвязи определяют взаимодействие между объектом и системой управления, которое можно пояснить следующими пунктами:

- выходные величины процесса (объекта), которые отражают собой его количественное и качественное состояние;
- параметры, для управления которыми проектируется система;
- параметры, которые необходимо контролировать для получения информации, необходимой для выработки управляющих воздействий.

Далее выстраивается структура системы путем изучения связей между элементами. Например, рассматривается иерархия соподчинения частей системы. Фактически система может состоять как из одного устройства, так и из нескольких вплоть до масштабов отдельных участков или цехов. Пример типовой структуры АСУ ТП рассмотрен на рисунке 2. В нее могут входить датчики и исполнительные механизмы, образующие полевой уровень, затем идет уровень управления контроллеров, подчиняющийся уровню АРМов операторов. Если одного контроллера недостаточно, то может вводиться уровень с модулями расширения микропроцессорных функций, либо еще один нижний уровень контроллеров.

В самом общем виде структура любой автоматизированной системы может быть представлена в следующем виде (рисунок 6) [5].

На рисунке 6 вектор U – это уставки, заданные значения параметров управления, вектор X – внутренние параметры самого объекта (переменные состояния), F_v – вектор возмущающих внешних воздействий, Y – вектор текущих значений выходных параметров объекта.

Внешние взаимосвязи системы могут быть представлены через иерархию управления и положение проектируемой системы в ней. Стоит учитывать и характер процесса управления. Система может быть либо централизованно управляемой (в

этом случае она представляет собой локальную систему управления), либо управление может быть распределённым, и в этом случае уровень иерархии управления усложняется, а в систему добавляются дополнительные устройства коммуникации, интерфейсы взаимодействия между модулями и устройства синхронизации и координации.

4.2.6 Разработка общей структуры системы управления

На текущем этапе развития производства разработка локальных систем встречается редко, поэтому чаще всего студенту приходится иметь дело с многоуровневыми системами, но выделение локальных подсистем облегчает процесс проектирования.

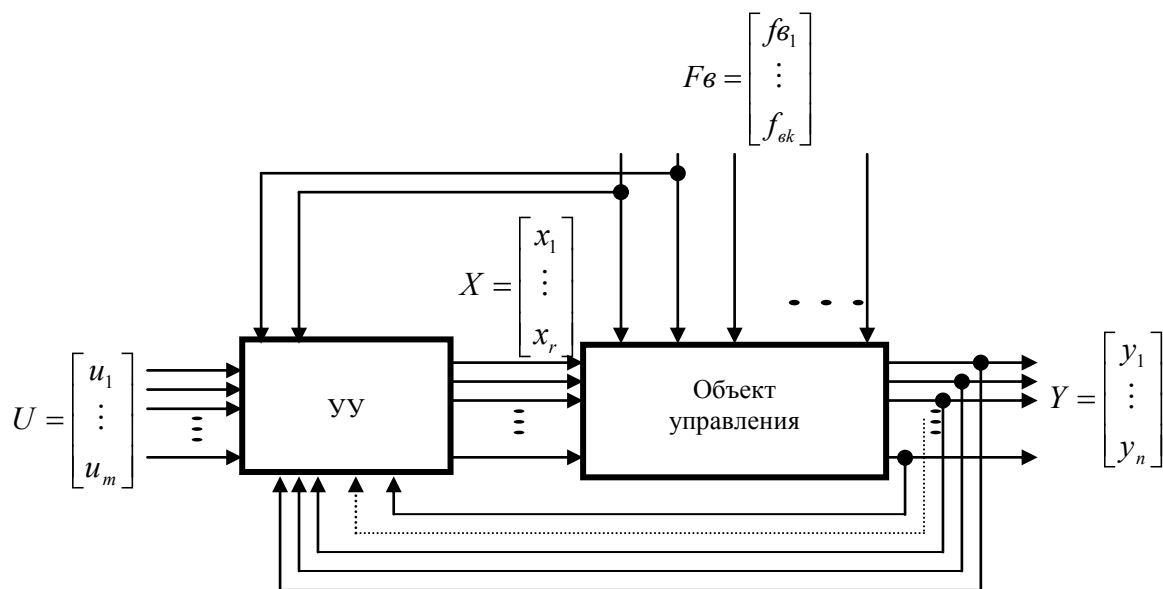


Рисунок 6 – Структурная схема системы автоматизации

Основой обеспечения верхнего уровня управления являются программные комплексы, называемые SCADA-системами. При небольшой структурной сложности системы управления можно использовать и специализированное программное обеспечение, разработанное для контроллеров отдельных фирм, которое частично выполняет те же функции. Например, среда разработки CoDeSys или программное обеспечение OWEN Logic компании Owen.

Общая структура системы управления может выстраиваться через выделение

контролируемых величин или контуров управления. Рекомендуется учитывать и используемые виды управления: стабилизация, слежение или программное управление.

Графическим оформлением и завершением данного этапа служит функциональная схема автоматизации.

Функциональная схема автоматизации (ФСА) представляет собой *чертёж, на котором схематически условными обозначениями изображаются: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы и так далее) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами системы управления, а также связей между отдельными элементами системы.*

При построении функциональных схем оборудование и установки изображаются в упрощённом виде, но достаточно полно, чтобы давать ясное представление о принципе работы системы и взаимодействии всех средств автоматизации между собой.

Используются два способа иллюстрации ФСА:

- развёрнутый, при котором на схеме изображают состав и место расположения технических средств автоматизации каждого контура контроля и управления (рисунок 7);
- упрощенный, при котором на схеме изображают основные функции контуров контроля и управления (без выделения входящих в них отдельных технических средств автоматизации и указания места расположения) (рисунок 8).

При развёрнутом способе ФСА делится на 2 области: верхнюю с изображением технологического оборудования и тех средств автоматизации, которые располагаются непосредственно на оборудовании или рядом с ним, и нижнюю, где демонстрируется таблица с остальными средствами автоматизации, причём в первой строке идут приборы, конструктивно не связанные с оборудованием (приборы местные), а в остальных могут располагаться щиты управления (например, щит контроллеров или ПАЗ, приборы на щите) или подключения к SCADA-системе (рисунок 9).

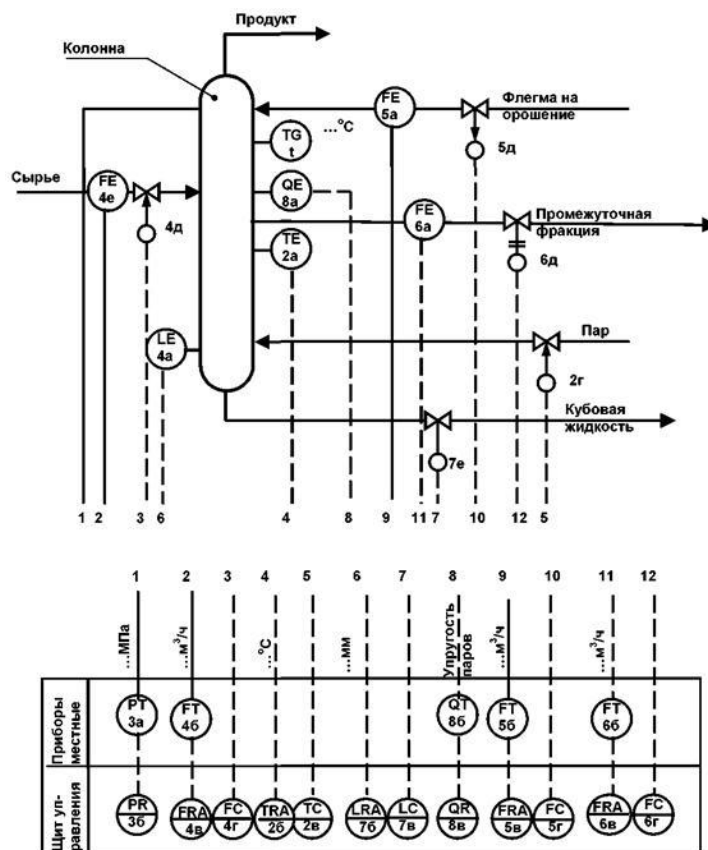


Рисунок 7 – Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом

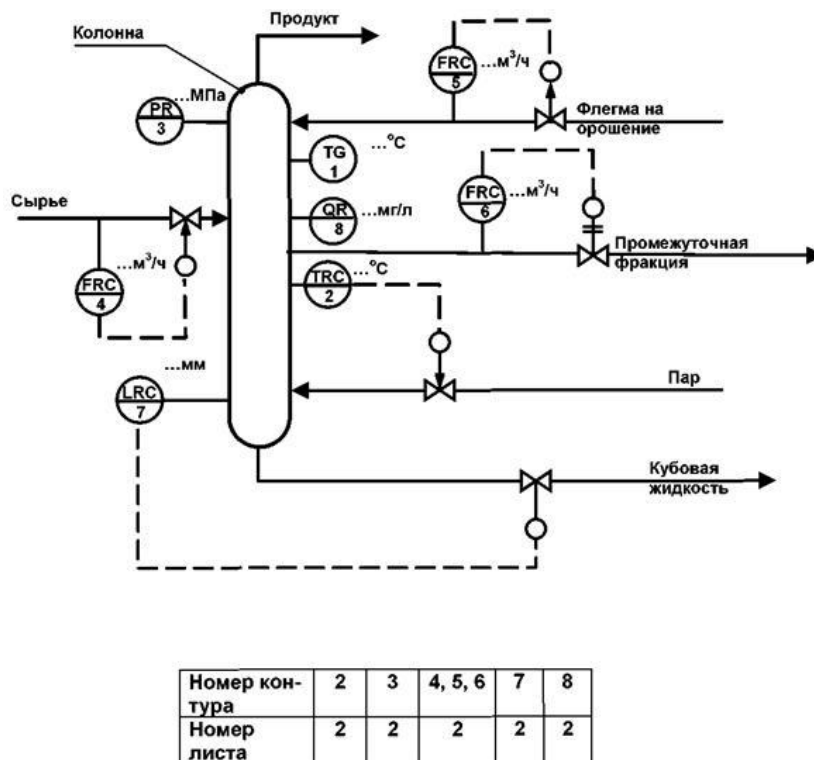


Рисунок 8 – Пример выполнения схемы автоматизации упрощенным способом

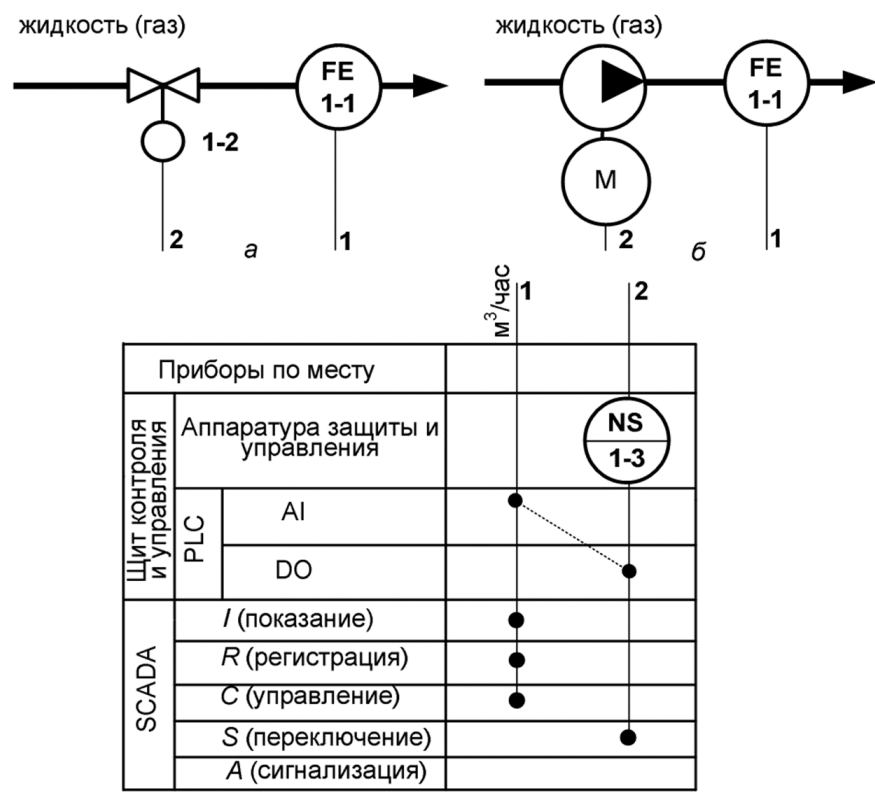


Рисунок 9 – Пример выполнения схемы автоматизации с подключением к системе SCADA

Конструктивно в изображении оборудования можно выделить следующие элементы:

- технологические коммуникации (изображаются по [6], [7]);
- средства автоматизации (приборы, исполнительные и измерительные устройства и тому подобное) (изображаются по ГОСТ 21.208-2013 [8]).

В упрощённой схеме ФСА отсутствуют пульты и щиты управления, изображается только верхняя область с оборудованием, а средства автоматизации располагаются там же рядом с датчиками.

Развёрнутый способ является более предпочтительным по причине большей полноты, детализации и наглядности.

Технологическое оборудование допускается не изображать на схеме в случаях, когда точки контроля и управления в технологических цехах немногочисленны (например, в рабочей документации по диспетчеризации). В этом случае в верхней части схемы вместо изображения технологического оборудования приводят таблицу

по рисунку 10, в графах которой указывают наименование оборудования и коммуникаций.

При разработке функциональной схемы автоматизации рекомендуется учитывать следующие соображения:

- АСУ ТП должна строиться по возможности на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и вычислительной техники;
- желательно, чтобы выбираемые в качестве средств автоматизации приборы и оборудование принадлежали к Государственной системе промышленных приборов (ГСПП);
- классы точности аппаратуры диктуются требованиями технологического процесса, подлежащего автоматизации;
- при выборе технических средств следует учитывать их совместимость с уже имеющимися на предприятии оборудованием и устройствами;
- выбор АСУ ТП централизованного типа на основе управления от программируемых логических контроллеров и ЭВМ или распределенной АСУ ТП с применением контроллерной сети позволяет упростить отображение информации о ходе технологического процесса, если это диктуется экономической целесообразностью технического решения данного случая.

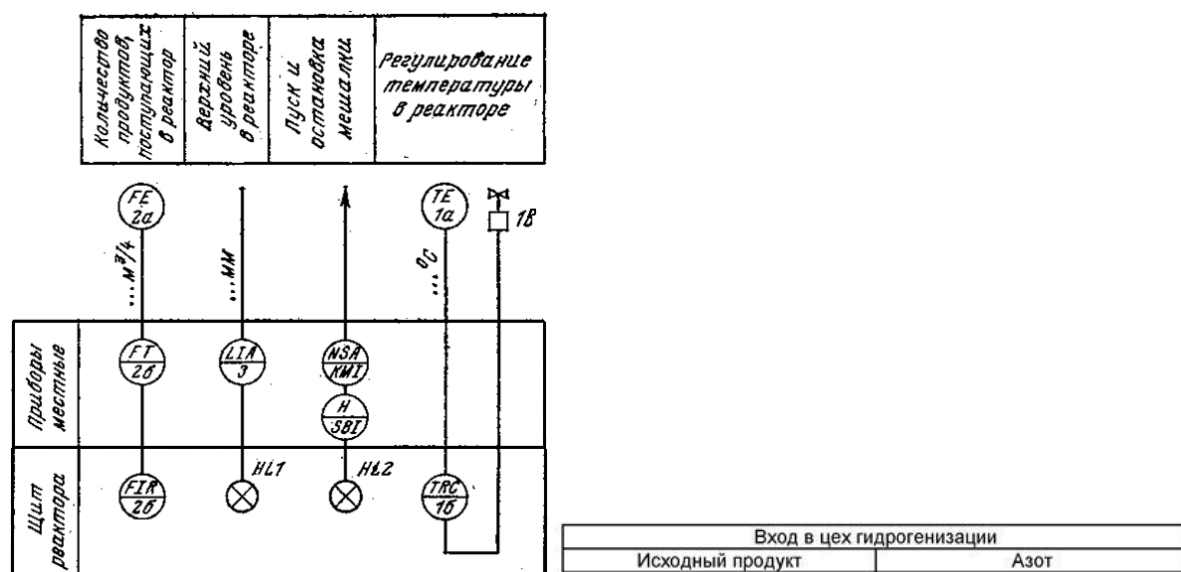


Рисунок 10 – Пример выполнения схемы автоматизации без изображения технологического оборудования

4.2.7 Расчёт и выбор технической реализации регулятора

В процессе проектирования локальных замкнутых систем автоматического управления (САУ) выбирают структуру и характеристики управляющего устройства, обеспечивающие требуемые параметры качества и устойчивость системы.

САУ может функционировать в статике или динамике. В случае, если интервал между двумя моментами появления возмущающего воздействия больше времени длительности переходного процесса в объекте, режим считается статическим. При сопоставимости времени переходного процесса и времени между последовательными возмущающими воздействиями принимается динамический режим.

Если на объект действуют интенсивные возмущения, которые не подлежат измерению, а сам объект имеет управляемость по выбранному выходу, то для управления этим объектом выбирается САУ замкнутого типа с регулированием по отклонению. Проектирование такой САУ заключается в выборе типового регулятора и расчёте его настроечных параметров для обеспечения уставок по качеству и устойчивости.

При невозможности достижения заданных показателей качества и устойчивости с помощью типового регулятора используют многоконтурное регулирование.

Если объект обладает низкой инерционностью и к нему не предъявляются требования высокой точности стабилизации выходной переменной, то возможно построение регулятора на основе двухпозиционного реле.

Предполагается использование и других типов регулирования: по возмущению, комбинированного, адаптивного, экстремального и так далее.

Перед выбором регулятора необходимо иметь следующие данные:

- динамические параметры процесса (объекта) (передаточный коэффициент, постоянные времени элементов, время запаздывания);
- заданные показатели качества управления (длительность переходного процесса, максимальное перерегулирование, установившееся значение процесса, число колебаний переходной характеристики и тому подобное).

На первом этапе лучше упрощать задачу, выбирая самый элементарный регу-

лятор, и усложнять ее только по мере необходимости – в виду отсутствия удовлетворительного результата управления.

Для синтеза регулятора можно воспользоваться методами теории автоматического управления [9], используемыми для построения корректирующих цепочек.

Обобщение практических случаев автоматизации демонстрирует, что для большинства объектов выбор и расчёт регуляторов может быть выполнен методом последовательной коррекции с использованием типовых регуляторов. Метод заключается в последовательном включении в прямую цепь САУ корректирующих звеньев с передаточными функциями стандартных законов регулирования.

В качестве типовых регуляторов чаще всех используются пропорциональный (П-регулятор), интегрирующий (И-регулятор), пропорционально-интегрирующий (ПИ-регулятор), пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор (ПИД-регулятор).

Основной стандартной настройкой, применимой для многих задач управления, является настройка на технический оптимум (оптимум по модулю). В тех случаях, когда требуется более высокая точность регулирования, применяют стандартную настройку на симметричный оптимум.

Техническая реализация регулятора в двух- и трехуровневых АСУ ТП обеспечивается программируемыми логическими контроллерами или командными аппаратами типа реле, контакторов или переключателей.

Рекомендуются широко распространённые программируемые логические контроллеры российских и зарубежных фирм: Овен, Segnetics, ICP DAS, Omron, Siemens, Schneider Electric, Mitsubishi Electric, VIPA.

Исходными данными для выбора программируемых контроллеров являются: число и параметры входов-выходов (род тока, номинальные напряжения и ток и др.); условия эксплуатации; конструктивное исполнение; функциональные возможности, интерфейсы связи и другие.

4.2.8 Выбор технической реализации остальных элементов системы

управления

В данном подразделе выбираются такие модули системы, как датчики и исполнительные механизмы (неизменяемые элементы системы).

Выбор датчика обусловлен главным образом той физической величиной, которую он измеряет, а также диапазоном ее изменения, допустимой погрешностью, влиянием параметров окружающей среды, частотными характеристиками и тому подобным.

Ведущими фирмами по производству датчиков являются Метран, Овен, Georgin, Siemens, Omron, Pepperl+Fuchs, Scaime, Autonics Corporation, IFM и другие.

Исполнительное устройство выбирается, исходя из соответствия принципа действия и конструкции задачам автоматизации, а также по мощности, необходимой для воздействия на управляемый объект. Другим соображением по выбору исполнительного механизма может быть вид регулирующего органа, который, как правило, представляет собой его часть. Наиболее распространенными регулирующими органами являются клапаны, существенными факторами выбора которых служат:

- измеряемая среда (газ, пар, жидкость);
- температура среды;
- диаметр условного прохода клапана;
- пропускная способность;
- давление среды, действующее на запорную арматуру;
- тип привода.

Рекомендации по выбору исполнительных механизмов приведены, например, в [5].

4.2.9 Разработка мнемосхемы системы управления в SCADA-системе

Мнемосхема технологического процесса (объекта) – это *наглядное графическое изображение функциональной схемы автоматизации объекта, включающее совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования, а*

также внутренних связей контролируемого объекта, размещаемых на диспетчерских пультах, операторских панелях или выполненных на персональном компьютере.

В процессе управления объектом мнемосхема служит для оператора важнейшим источником информации о его состоянии, включая аварийную сигнализацию и отражение протекающих процессов. К мнемосхеме предъявляются следующие требования:

- мнемосхема должна наглядно представлять схему системы в целом (на одном или нескольких переключающихся экранах) и связи между отдельными элементами объекта, а также достаточно детально отображать функциональные схемы агрегатов или устройств; демонстрировать характер взаимодействия данной системы с подсистемами и внешней средой; обеспечивать сигнализацию состояния важнейших технологических агрегатов; сигнализировать об авариях и сбоях в системе; обеспечивать быстрое нахождение резервов для локализации аварий;

- в мнемосхему должны включаться только те элементы, которые участвуют в процессе управления, не должно быть лишней и избыточной информации;

- при проектировании компоновки мнемосхемы должна учитываться последовательность действий оператора в процессе управления: оценка поступившей информации, принятие решения и выработка управляющего воздействия на выбранные объекты для нормализации режима работы, контроль за результатами реализованного управления;

- наиболее важные с точки зрения процесса управления элементы должны выделяться формой, цветом, размерами;

- мнемосхему следует разбивать по отдельным объектам, агрегатам или устройствам, входящим в систему, демонстрируя их особенности, отличные от других элементов;

- желательно, чтобы схема совпадала или отражала пространственное положение объектов для выработки и ускорения осмысления ее оператором;

- мнемосхема должна проектироваться с как можно большей унификацией. Одинаковые элементы следует обозначать на ней идентично, выделяя как можно

больше таких частей;

- мнемонические символы должны быть единым алфавитом, желательно максимально коротким, с чёткой идентификацией и отличием символов друг от друга;
- желательно, чтобы мнемонический символ отражал функциональный признак объекта, а обозначения контуров не пересекались, чтобы не запутывать схему;
- сигнализирующие элементы, как правило, имеют зеленый свет для нормальной работы и красный для аварийного состояния, причём смена состояния должна сопровождаться прерывистым мигающим световым сигналом;
- соединительные линии на мнемосхеме должны быть прямыми и сплошными и иметь наименьшее число пересечений;
- при разработке мнемосхемы следует учитывать ее воздействие на психофизическое состояние оператора и не перегружать схему раздражающими оттенками (например, красным) или большим количеством мигающих элементов;
- мнемосхемы могут разбиваться на виды в зависимости от функций и взаимодействия с ними оператора (рисунок 11). В случае операторских мнемосхем технологический объект бывает сосредоточенным в едином пространстве, а в случае диспетчерских – распределённым по нескольким агрегатам, оборудованию, аппаратам и установкам или даже территориально. Что операторские, что диспетчерские мнемосхемы могут быть разделены далее в зависимости от того, как именно с ними работает оператор: контактно или только получает информацию о ходе процесса. Существуют и другие виды классификации, например, по способу кодирования информации (условные и символические).

Перечисленные требования заложены в так называемые принципы проектирования мнемосхем:

- *принцип лаконичности*, согласно которому мнемосхема должна быть простой, не должна содержать лишних, затемняющих элементов, а отображаемая информация должна быть четкой, конкретной и краткой, удобной для восприятия и дальнейшей переработки;

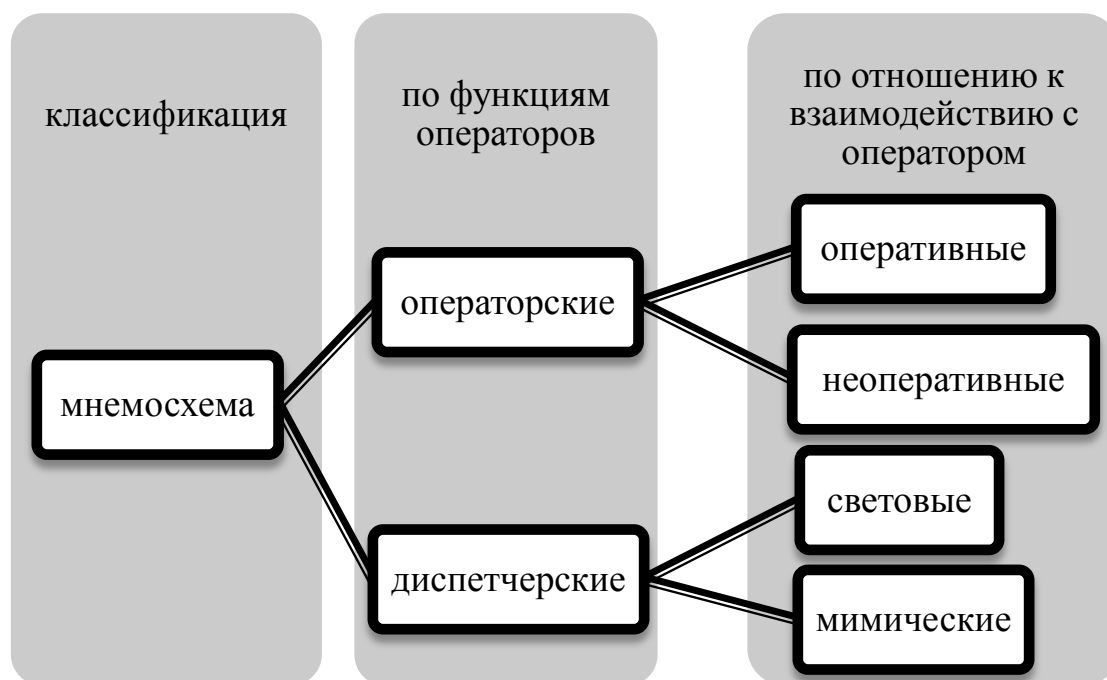


Рисунок 11 – Классификация мнемосхем

– *принцип обобщения и унификации* состоит в использовании наиболее существенных особенностей управляемых объектов, то есть на мнемосхеме не следует применять элементы, обозначающие несущественные конструктивные особенности системы, а символы сходных объектов и процессов необходимо по возможности объединять и унифицировать;

– *принцип акцента* – элементы контроля и управления на мнемосхемах, наиболее существенные для оценки состояния, принятия решения и воздействия на управляемый объект, следует выделять размерами, формой или цветом;

– *принцип автономности* предусматривает необходимость обособления друг от друга участков мнемосхемы, соответствующих автономно контролируемым и управляемым объектам и агрегатам. Эти обособленные участки должны быть четко отграничены от других и, согласно принципу структурности, должны иметь завершенную, легко запоминающуюся и отличающуюся от других структуру. Структура должна отражать характер объекта и его основные свойства;

– *принципом пространственного соотнесения элементов контроля и управления* расположение контрольно-измерительных и индикаторных приборов – должно быть четко согласовано с расположением соответствующих им элементов

управления, то есть должен соблюдаться закон совместности стимула и реакции;

– *принцип использования привычных ассоциаций* и стереотипов предполагает применение на мнемосхемах таких условных обозначений параметров, которые ассоциируют с общепринятыми буквенными обозначениями этих параметров. Желательно применять, если это возможно, вместо абстрактных знаков символы, ассоциирующиеся с объектами и процессами.

Пример мнемосхемы приведен на рисунке 12.

Мнемосхема в курсовой работе создается средствами SCADA Trace Mode, либо CoDeSys или Owen Logik. Пример разработки мнемосхемы в SCADA Trace Mode 6.06 можно найти по следующему пути, скачав бесплатную версию с сайта adastra.ru после быстрой регистрации: запустив файл `tmdevenv.exe`, заходим в опцию Справка → Содержание. Появляется окно, у которого слева находится дерево меню, показанное на рисунке 13.

Раскрывая меню, следуем в пункт Быстрый старт → Часть первая → Создание простейшего проекта → Создание графического экрана. Другой вариант разработки мнемосхемы производственного участка можно посмотреть в этом же меню по следующему пути: Быстрый старт → Часть вторая → Создание экранов АРМ.



Рисунок 12 – Пример мнемосхемы

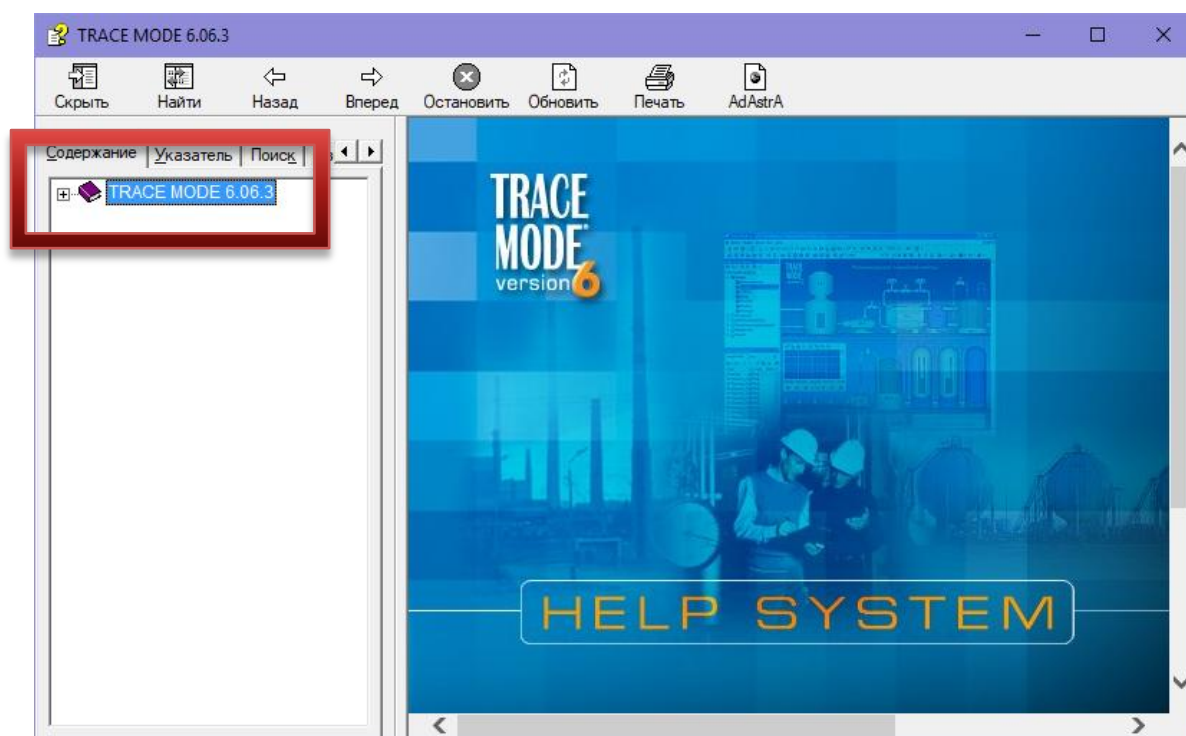


Рисунок 13 – Окно «Содержание» интегрированной среды разработки SCADA Trace Mode

4.2.10 Разработка алгоритмов управления

Типовая последовательность разработки алгоритма управления включает следующие этапы:

1 Анализ циклограммы работы объекта управления или схемы его функционирования. Если циклограмма работы или схема отсутствуют, то, используя словесное описание алгоритма, необходимо их разработать.

2 Составление таблиц входных и выходных сигналов программируемого контроллера (таблица 2). Таблицы должны содержать наименование и условное обозначение сигналов, их источник или приёмник, адресацию сигналов и их привязку к контактам разъёмов контроллера.

3 В некоторых случаях является полезным описать алгоритм (циклограмму) уравнениями алгебры логики.

Итогом этапа разработки алгоритмов управления становится информация, используемая для разработки программ для программируемого логического контроллера.

Таблица 2 – Пример упрощённой формы таблицы сигналов входа-выхода

№	Код контура	Позиция КИП	Наименование параметра	Шкала		Ед. Изм.	Тип сигнала	Предупредительная сигнализация		Предаварийная сигнализация	
				мин	макс			L	H	LL	NN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Языки программирования ПЛК регламентированы стандартом [10]. Документ определяет пять языков программирования ПЛК: *текстовые* – список инструкций (IL) и структурированный текст; *графические* – релейно-контактные схемы (LD) и функциональные блочные диаграммы (FBD); *смешанный (и графический и текстовый)* – последовательная функциональная схема (SFC).

В курсовой работе можно использовать любой из этих языков для создания программ управления. Эти языки стандартно входят в следующие среды: SCADA Trace Mode, CoDeSys, Owen Logik, Step 7, UltraLogik и тому подобное.

Описанные языки могут применяться для запуска или останова исполнительных механизмов, включения/отключения сигнализации, реализации законов управления физическими величинами через контроллер (ПИД-регулирование температуры, давления и так далее) и тому подобного.

Тексты спроектированных программ выносят в приложения пояснительной записки курсовой работы.

4.2.11 Расчёт показателей качества системы

Предполагается, что до выполнения этого этапа обучающийся уже имеет полученную средствами теории автоматического управления математическую модель системы и конкретные параметры настройки регулятора(ов).

Проверить качество работы спроектированной системы можно по виду переходных процессов объекта, подавая на его вход ступенчатое воздействие. В теории автоматического управления уже были изучены методы оценки показателей качества при ступенчатом воздействии, такие как: время переходного процесса, макси-

мальная амплитуда выходного сигнала, перерегулирование и тому подобное.

Реализовать моделирование системы и проверку показателей качества можно средствами таких программных средств, как MathCAD, SamSim, Matlab, SimInTech, VisSim.

Окончательные результаты моделирования помещаются в курсовую работу вместе с настройками регуляторов.

4.3 Заключение

Объём заключения составляет не более двух страниц текста. В заключении оформляются основные выводы по работе:

- насколько полно была решена поставленная задача и какие методы при этом использовались;
- итоговые результаты анализа спроектированной системы;
- краткое описание возможных направлений дальнейшей разработки.

4.4 Список использованных источников

Список источников идёт в конце работы после заключения, но перед приложениями. Любой источник информации, используемый в курсовой работе, должен быть пронумерован и упомянут в этом списке. Оформление списка использованных источников осуществляется в соответствии с [3].

4.5 Приложения

В приложения выносятся слишком большие графические иллюстрации или иные материалы, которые носят дополнительный, поясняющий характер к тексту курсовой работы. Такими материалами могут быть: таблица, схемы, схемы алгоритмов, листинги программ, экранные формы, копии или шаблоны документов и тому подобное. Оформление приложений осуществляется в соответствии с [3].

5 Утверждение и защита курсовой работы

Оформленная курсовая работа предоставляется руководителю в электронной форме не позднее двух недель до начала сессии.

В случае обнаружения ошибок: несоответствия стандартам оформления, недостаточности объёма работы, либо нарушений требований к работе, а также несоответствия предложенной теме курсовая работа возвращается для доработки и исправления замечаний.

Руководитель вправе возвращать работу не один раз в зависимости от полноты устранения выявленных ошибок.

Утверждение работы после полной коррекции завершается подписью руководителя на титульном листе, что означает допуск к её защите.

На защиту студент готовит доклад на пять минут и презентацию, представляющие его работу. Структура доклада повторяет структуру курсовой работы. В докладе излагаются только самые важные с точки зрения спроектированной системы моменты, а также цели и задачи работы.

Таким образом, защита курсовой работы проходит в присутствии руководителя в форме:

- доклада по выполненному труду;
- презентации по курсовой работе;
- ответов на вопросы.

При оценке работы учитывается полнота разработки, выполнение намеченных задач, качество проведенного анализа системы, эффективность выбранных методов исследования, а также умение аргументированно и в логической последовательности излагать материал.

В случае отсутствия завершённой работы в намеченный срок или отрицательного результата ее защиты, кроме случаев с уважительными причинами, студент считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче экзамена или зачёта по дисциплине. Следует заметить, что оценка курсовой работы по окончании обучения идёт в приложение к диплому.

6 Формулировка тематики курсовых работ

В соответствии с рабочей программой и содержанием дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» в качестве ориентировочных шаблонных формулировок предлагаются следующие темы курсовой работы:

- 1) Автоматизация процесса получения смеси с определённой концентрацией компонента;
- 2) Автоматизация процесса извлечения твёрдой фазы из жидкости в отстойниках;
- 3) Автоматизация процесса центрифугирования;
- 4) Автоматизация процесса фильтрации жидкостей;
- 5) Автоматизация процесса фильтрации газов;
- 6) Автоматизация процесса флажной очистки газов;
- 7) Автоматизация процесса очистки газов электрической дугой;
- 8) Проектирование системы автоматизации процесса нагрева продукта;
- 9) Автоматизация процесса нагрева продукта в трубчатой печи;
- 10) Проектирование системы автоматизации процесса вакуумной выпарки;
- 11) Автоматизация процесса кристаллизации разбавленного продукта;
- 12) Автоматизация процесса регулирования расхода продукта с коррекцией по составу целевых продуктов;
- 13) Автоматизация процесса регулирования состава абсорбента в колонне;
- 14) Автоматизация процесса адсорбции;
- 15) Автоматизация процесса десорбции в кипящем слое;
- 16) Автоматизация процесса сушки влажного материала;
- 17) Автоматизация процесса противоточной сушки влажного материала;
- 18) Автоматизация процесса ленточной сушки влажного материала;
- 19) Модернизация процесса струйной сушки влажного материала;
- 20) Автоматизация процесса радиационной сушки влажного материала;
- 21) Автоматизация процесса измельчения материала.

Данные темы представлены исключительно в плане демонстрации различных

названий тематик курсовой работы или примерного направления исследования, поэтому выбираемые студентами тематики могут и не совпадать с предложенным списком.

7 Источники информации по автоматизированным системам управления технологическими процессами

7.1 Основная литература

1 СТО 70238424.27.140.010-2010. Автоматизированные системы управления технологическими процессами ГЭС И ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования. – Введ. 2010-09-30. – М.: НП ИНВЭЛ, 2010. – 39 с.

2 Старостин, А.А. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие / А.А. Старостин, А.В. Лаптева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 168 с. – ISBN 978-5-7996-1498-0.

3 СТО 02069024.101–2015. РАБОТЫ СТУДЕНЧЕСКИЕ. Общие требования и правила оформления. – Введ. 2016-02-08. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 89 с. – Режим доступа: http://www.osu.ru/docs/official/standart/standart_101-2015_.pdf.

4 ГОСТ 34.602-89. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 11 с.

5 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с. – ISBN 978-5-903034-44-4.

6 ГОСТ 2.784-96. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов. – Введ. 1998-01-01. – М.: Стандартинформ, 2005, 2012. – 24 с.

7 ГОСТ 2.785-70. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная. – Введ. 1971-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998, Стандартинформ, 2012. – 30 с.

8 ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Введ. 2014-11-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 28 с.

9 Теория автоматического управления: в 2-х ч./ Под ред. Воронова А.А. – М.: Высш. школа, 1986. – Ч.1 – 367с.; Ч.2 – 504 с.

10 ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования. – Введ. 2017-04-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 227 с.

11 Скрябин, В.А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / В.А. Скрябин, А.Г. Схиртладзе, А.Е. Зверовщиков – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 320 с.: 60х90 1/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-60-7. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=752393>.

12 Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015. – 377 с.: ил.; 60х90 1/16. – (Высшее образование). (п) ISBN 978-5-16-010309-9. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=483246>.

13 Клепиков, В.В. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие / В.В. Клепиков, Н.М. Султанзаде, А.Г. Схиртладзе. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 208 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/18466. – ISBN 978-5-16-011109-4, ISBN-online 978-5-16-103175-9. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=883959>.

14 Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / А.А. Иванов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 224 с.: 60х90 1/16. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-91134-948-6. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=795655>.

15 Проектирование автоматизированных систем производства: учебное пособие / В.Л. Конюх. – М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 312 с.: 60х90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-53-7. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=449810>.

16 Шишов, О.В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: учебник / О.В. Шишов. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 365 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/17505. – ISBN 978-5-16-011205-3, ISBN-online 978-5-16-

103331-9. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=978937>.

17 Шишов, О.В. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие / Шишов О.В. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 396 с. – ISBN 978-5-16-010325-9. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=973005>.

18 Проектирование АСУТП с использованием SCADA-систем: учебное пособие / А.В. Герасимов, А.С. Титовцев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Издательство КНИТУ, 2014. – 128 с.: табл., ил. – Библиогр.: с. 96. – ISBN 978-5-7882-1514-3; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427985> (24.01.2019).

19 ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – Введ. 2014-11-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 39 с.

20 Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка: учебно-практическое пособие: в 2 т. / Ю.Н. Федоров. – 2-е изд. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. – Т. 1. – 449 с.: ил., схем., табл. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0122-7; то же [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466779>.

21 Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка / Ю.Н. Федоров. – Москва: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с. – ISBN 978-5-9729-0019-0; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70501> (24.01.2019).

7.2 Дополнительная литература

1 Лукас, В.А. Теория управления техническими системами: компактный учебный курс для вузов / В.А. Лукас. – 3-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Изд-во

УГГГА, 2002. – 675 с.

2 Кошкидько, В.Г. Основы программирования в системе MATLAB: учебное пособие / В.Г. Кошкидько, А.И. Панычев – Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. – 84 с.: ISBN 978-5-9275-2048-0. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=991834>.

3 Тимохин, А.Н. Моделирование систем управления с применением Matlab: учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев; под ред. А.Н. Тимохина. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/14347. – ISBN 978-5-16-010185-9, ISBN-online 978-5-16-102042-5. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=1004245>.

7.3 Периодические издания

– Информационные технологии в проектировании и производстве: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016.

– Автоматизация. Современные технологии: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2018.

– Вестник машиностроения: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2018.

– Машиностроитель: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016.

– Автоматика и телемеханика: журнал. – М.: Наука, 2016.

– СТИН: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016.

– Мехатроника, автоматизация, управление: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2018.

– Справочник. Инженерный журнал: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2018.

– Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2018.

– Автоматизация в промышленности: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016.

7.4 Интернет-ресурсы

- АСУТП.ru – средства и системы компьютерной автоматизации. – Режим доступа: <http://www.asutp.ru>.
- SCADA TRACE MODE. SCADA системы для АСУ ТП. – Режим доступа: <http://www.adastra.ru>.
- Сайт издательства «Новые технологии» – теоретические и прикладные научно-технические журналы, обеспечивающие научной, производственной, обзорно-аналитической и образовательной информацией руководящих работников и специалистов промышленных предприятий, научных академических и отраслевых организаций, а также учебных заведений в области приоритетных направлений развития науки и технологий. – Режим доступа: <http://www.novtex.ru/>.
- «Открытое образование» – современная образовательная платформа, предлагающая онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских университетах. – «Открытое образование», Каталог курсов, Политех: «Современная промышленная электроника». – Режим доступа: <https://openedu.ru/course/spbstu/MODIEL/>.
- «Открытое образование» – современная образовательная платформа, предлагающая онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских университетах. – «Открытое образование», Каталог курсов, Университет ИТМО: «Элементы систем автоматического управления». – Режим доступа: <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ACSE/>.
- «Открытое образование» – современная образовательная платформа, предлагающая онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских университетах. – «Открытое образование», Каталог курсов, Университет ИТМО: «Линейные системы автоматического управления». – Режим доступа: <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/>.
- «Открытое образование» – современная образовательная платформа, предлагающая онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских

университетах. – «Открытое образование», Каталог курсов, МИСиС: «Теория автоматического управления. Нелинейные системы автоматического управления». – Режим доступа: <https://openedu.ru/course/misis/TAU/>.

– Сайт компании ОВЕН – ведущего российского разработчика и производителя контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации для различных отраслей промышленности. – Режим доступа: <https://www.owen.ru>.

Список использованных источников

- 1 СТО 70238424.27.140.010-2010. Автоматизированные системы управления технологическими процессами ГЭС И ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования. – Введ. 2010-09-30. – М.: НП ИНВЭЛ, 2010. – 39 с.
- 2 Старостин, А.А. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие / А.А. Старостин, А.В. Лаптева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 168 с. – ISBN 978-5-7996-1498-0.
- 3 СТО 02069024.101–2015. РАБОТЫ СТУДЕНЧЕСКИЕ. Общие требования и правила оформления. – Введ. 2016-02-08. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 89 с. – Режим доступа: http://www.osu.ru/docs/official/standart/standart_101-2015_.pdf.
- 4 ГОСТ 34.602-89. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 11 с.
- 5 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с. - ISBN 978-5-903034-44-4.
- 6 ГОСТ 2.784-96. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов. – Введ. 1998-01-01. – М.: Стандартинформ, 2005, 2012. – 24 с.
- 7 ГОСТ 2.785-70. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная. – Введ. 1971-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998, Стандартинформ, 2012. – 30 с.
- 8 ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.–Введ. 2014-11-01.–М.:Стандартинформ,2015.–28с.
- 9 Теория автоматического управления: в 2-х ч./ Под ред. Воронова А.А. – М.: Высш. школа, 1986. – Ч.1 – 367с.; Ч.2 – 504 с.
- 10 ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования. – Введ. 2017-04-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 227 с.

Приложение А

(обязательное)

Пример титульного листа курсовой работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Аэрокосмический институт

Кафедра управления и информатики в технических системах

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и
производств»

Автоматизация процесса фильтрации жидкостей

Пояснительная записка

ОГУ 27.03.04. 3619. 023 ПЗ

Руководитель

канд. ~~техн.~~ наук, доцент

_____ Т.А. Пищулина

подпись _____ инициалы фамилия

«26» мая 2019 г.

Студент группы 18УТС(б)УИТС

_____ И.И. Иванов

подпись _____ инициалы фамилия

«26» мая 2019г.

Оренбург 2019