

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО
_____ С.И. Качин

« ____ » _____ 2014 г.

**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания
для студентов ИДО, обучающихся по специальности
140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и
учреждений»

Составитель А.А. Шилин

Семестр	10	11
Лекции, часов	2	6
Практические занятия, часов		4
Контрольная работа, №1		6
Самостоятельная работа, часов		153
Форма контроля		Экзамен

Издательство
Томского политехнического университета 2014

УДК 658.5.011.56(075.8)
ББК 32.965я73

Комплексная автоматизация в промышленности: рабочая программа, метод. указания и контр. задания для студентов ИДО, обучающихся по спец. 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» / сост. А.А.Шилин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 36 с.

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры электропривода и электрооборудования «___»_____ 2012 г., протокол №__.

Зав. кафедрой ЭПЭО
кандидат техн. наук, доцент _____ Ю.Н. Дементьев

Аннотация

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания по дисциплине «Комплексная автоматизация в промышленности» предназначены для студентов ИДО, обучающихся по специальности 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений». Данная дисциплина изучается в одном семестре.

Приведено содержание основных тем дисциплины. Приведены варианты заданий для контрольной работы и методические указания для её выполнения.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Комплексная автоматизация в промышленности» является формирование у студентов знаний и умений в области проектирования, наладки и эксплуатации систем комплексной автоматизации технологических процессов; приобретение навыков практических расчетов и компьютерного моделирования, наладки и экспериментальных исследований современных автоматизированных систем с программируемыми контроллерами.

В результате изучения дисциплины студент **должен иметь представление:**

- о связи курса с другими дисциплинами и его месте в ряду прочих курсов специальности;
- о роли дисциплины в подготовке студентов данной специальности;
- о современном состоянии научных дисциплин, являющихся основой для учебного курса, и перспективах их развития в будущем;
- об основных сферах применения получаемых знаний;
- о существующих подходах к рассмотрению вопросов курса;
- о классификации и структуре современных технологических объектов управления;
- о месте и роли электропривода в автоматизированных системах управления технологических процессов (АСУ ТП);
- о назначении, характеристике и структуре современных АСУ ТП;

должен знать:

- научно-техническую лексику (терминологию), основные определения;
- общие принципы построения системы комплексной автоматизации;
- особенности проектирования систем комплексной автоматизации;
- элементы систем комплексной автоматизации;
- элементы комплексной автоматизации технологических узлов;
- классификацию технологических объектов управления;
- типовые и современные структуры АСУ технологических процессов;
- методы построения оптимальных алгоритмов управления технологическим оборудованием;
- требования к автоматизированному электроприводу, как исполнительному элементу;

- программно-аппаратную реализацию автоматизированной системы управления технологическим процессом;
- тенденции развития АСУ ТП и перспективные технические решения в области комплексной автоматизации типовых технологических процессов.

должен уметь:

- обосновать и составить архитектуру и структуру АСУ ТП;
- выбрать и обосновать основные устройства АСУ ТП для различных производств;
- записать основные уравнения и передаточные функции основных технических средств автоматизированной системы управления технологическим процессом;
- разрабатывать алгоритмы управления технологическим процессом и технологическим оборудованием;
- выбрать перспективный программируемый микроконтроллер для применения в автоматизированной системе управления технологическим процессом;
- подготовить программы управления микроконтроллера на одном из языков программирования;
- оценивать показатели качества управления;
- анализировать влияние изменений параметров, настроек системы и внешних воздействий на работу автоматизированной системы управления технологическим процессом;
- рассчитывать параметры, электромеханические и механические характеристики, энергетические показатели, определять показатели качества электропривода автоматизированной системы управления технологическим процессом;
- контролировать правильность получаемых данных и выводов;
- моделировать электропривод автоматизированной системы управления технологическим процессом в различных статических и переходных режимах;
- объяснять характер процессов и зависимостей.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Курс «Комплексная автоматизация в промышленности» разбит на шесть тем. При проработке курса необходимо прежде всего изучить особенности рассматриваемых технологических процессов и в связи с этим представить себе технические требования, предъявляемые к электроприводу отдельных механизмов, к схемам управления этими электроприводами. Далее нужно разобраться, при помощи каких средств эти требования выполняются. Затем следует рассмотреть общие принципы и технические средства, применяемые при автоматизации данного процесса, и примеры комплексной автоматизации производственного процесса. Изу-

чение дисциплины должно сформировать у обучающихся современный подход к автоматизации производства, обеспечивающий: контроль и обработку большого количества технологических параметров, минимальное время реакции на изменение условий, принятие решений и выдачу команд. Основными задачами изучения дисциплины являются получение теоретических знаний и приобретение практических навыков расчетно-эксплуатационной и экспериментальной деятельности, связанных с использованием современных систем автоматизированного управления технологическими процессами.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение

Современное промышленное производство и роль автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Классификация промышленного производства. Описание основных технологических процессов в металлообрабатывающей промышленности, металлургии, нефтяной и газовой отраслях, в химической отрасли. История развития АСУ ТП. Назначение, основные характеристики и структуры современных АСУ ТП. Социальные и технологические аспекты автоматизации производства. Электропривод как важнейший элемент автоматизированных систем. Место курса «Комплексная автоматизация в промышленности» в общем плане подготовки специалистов 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений».

Рекомендуемая литература: [1, с. 6–15], [2, с. 5–17], [22, с. 7–17]

Методические указания

При изучении первой темы основное внимание должно быть уделено таким понятиям, как технологический комплекс, технологический процесс, производство, автоматизированная электромеханическая система, автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП), программируемые контроллеры, микропроцессоры, контрольно-измерительные средства и др. Необходимо четко представлять, почему при создании АСУ ТП важную роль играет технический уровень электропривода.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения следующим понятиям: автоматизированная система управления, автоматизированная система управления технологическим процессом, технологический объект управления.

2. Какие принципиально новые возможности возникают при построении автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)?
3. Нарисуйте типовую структуру автоматизированного технологического комплекса.
4. Назовите элементы производственного процесса.
5. Чем отличается комплексная автоматизация от обычной механизации производства?
6. Какими показателями оценивается уровень автоматизации?
7. Основное назначение АСУ ТП.
8. Что является целью управляющей функции АСУ ТП на технологический объект управления?
9. Место и роль электропривода в АСУ ТП?
10. Объясните, зачем нужны контроллеры в автоматизированной системе управления технологическим процессом?
11. Что необходимо для создания эффективной и надежной АСУ ТП?

Тема 2. Принципы и методы построения АСУ ТП

Управляемость технологического процесса. Преобразование технологической информации. Виды и форма сигналов. Кодирование сигналов. Способы кодирования. Дискретизация и квантование сигналов. Математический аппарат для импульсных и цифровых систем управления. Математические модели регуляторов в дискретной форме. Способы программной реализации алгоритмов цифровых регуляторов на примере пропорционального интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора. Блок схемы алгоритмов ПИД-регулятора.

Аналого-цифровые (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) как элементы дискретизации и квантования. Структурные схемы АЦП и ЦАП.

Рекомендуемая литература: [2, с. 17–46], [8, с. 144–175], [12, с. 29–77], [13, с. 244–272], [23, с. 12–41, 250–257]

Методические указания

Рассматривая автоматизированную систему управления технологическим процессом, необходимо знать, что функционирование АСУ ТП неразрывно связано с переработкой потока технологической информации. При изучении материалов данной темы следует усвоить общие положения по количественной оценке информации, принципам получения, способам преобразования и передачи технологической информации, её кодирования и защиты от помех. Поэтому в начале этой темы студентам необходимо повторить или изучить основные способы представления (кодирования) чисел в различных системах счисления, а также возмож-

ные приёмы преобразования чисел из одной системы счисления в другую. Цифровой сигнал является дискретным, так как определен не во всякий момент времени. Дискретный сигнал можно получить из аналогового, если произвести его квантование по времени. В результате квантования происходит процесс преобразования непрерывного (аналогового) сигнала в последовательность импульсов (дискретный сигнал). Цифровой сигнал отличается от дискретного тем, что кроме квантования по времени он квантован по уровню. Преобразование аналогового сигнала в цифровой производится с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП), а цифрового в аналоговый с помощью цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Для анализа статических и динамических характеристик локальных дискретных систем, из которых состоит современная автоматизированная система управления технологическим процессом, используется специфический математический аппарат.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение управляемого технологического процесса.
2. Что называется идеально управляемым технологическим процессом?
3. Что является выходной переменной промышленных регуляторов?
4. Почему при использовании промышленных регуляторов возможна лишь приближенная реализация типовых законов регулирования?
5. На основе каких основных узлов может быть реализован промышленный регулятор?
6. Назовите отличие аналогового сигнала от дискретного.
7. Перечислите основные виды квантования дискретного сигнала.
8. Дайте определение амплитудно-импульсной модуляции (АИМ).
9. Назовите основные способы кодирования информации.
10. Назначение ЦАП и АЦП.

Тема 3. Программные среды моделирования и визуализации технологических процессов и элементов АСУ ТП

Обзор наиболее распространенных SCADA-систем – Trace Mode, Genesis, Genie. Сравнительный анализ пакетов Trace Mode, Genesis, Genie. Описание пакета Trace Mode 6.00: редакторы базы каналов и представления данных, исполнительные модули системы, драйверы, средства разработки операторского интерфейса и программирования контроллеров. Примеры автоматизации технологических процессов с помощью SCADA-систем – Trace Mode, Genesis, Genie. Рассмотрение вопросов по-

строения SCADA системы на языке высокого уровня – Delphi. Применение среды Matlab для моделирования нижнего уровня управления АСУ.

Рекомендуемая литература: [31–19]

Методические указания

В этой теме изучаются, наиболее распространенные SCADA системы – Trace Mode, Genesis, Genie, применяемые в качестве программного обеспечения сбора данных и оперативного диспетчерского управления работой технологического оборудования в АСУ ТП. Изучение материалов данной темы должно дать достаточное представление о программных пакетах для создания интерфейса человек – машина (Man Machine Interface, MMI) и программного обеспечения операторских станций АСУ ТП (Supervisor Control and Data Acquisition, SCADA). В результате изучения материалов данной темы студенты должны знать, что нужно реализовать программисту при создании рабочего места оператора АСУ ТП. Затем, составив алгоритм отображения и управления технологическим процессом и сделав сравнительный анализ, выбрать подходящий пакет программного обеспечения для АСУ ТП.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение SCADA-системы.
2. Какие компоненты входят в современную SCADA-систему?
3. Основные требования, предъявляемые к SCADA-системам.
4. Назовите основные области применения SCADA-систем.
5. Охарактеризуйте основные функциональные возможности SCADA-системы.
6. Дайте сравнительный анализ наиболее известных SCADA-систем.

Тема 4. Аппаратные средства АСУ ТП

Состав и классификация технических средств, применяемых в АСУ ТП. Критерии выбора аппаратных средств. Сравнительные технико-экономические характеристики решений. Нерегулируемые и регулируемые электроприводы. Коммутационная и защитная аппаратура. Программируемые контроллеры и промышленные компьютеры. Организация магистралей современных микропроцессоров промышленных компьютеров. Компьютерные шины ISA, VME, Multibus II, MODBUS, PROFIBUS, CAN и др. Контрольно-измерительные средства: датчики электромагнитных, механических и технологических переменных. Модули расширения на примере оборудования фирмы «Advantech» ADAM. Введение в промышленные сети. Обзор промышленных сетей. Сети на базе AS-интерфейса. Сети на базе интерфейса RS-485. Стандарты физической свя-

зи. Стандарт RS-232, RS-485. Распределенные, синхронные и асинхронные АСУ ТП. Примеры аппаратной реализации многоуровневой АСУ ТП.

Рекомендуемая литература: [1, с. 16–50, 74–80], [5, с. 16–50, 74–80], [6, с. 153–214], [14, с. 5–86].

Методические указания

Изучение материала данной темы представляет собой известные трудности, так как технические средства, применяемые в АСУ ТП, постоянно совершенствуются и изменяются. Поэтому наиболее важным при освоении материалов данной темы является изучение функциональных возможностей, типовых подходов и принципов действия отдельных элементов АСУ ТП, основу которых составляют современные системы автоматизированного электропривода, микропроцессоры, микроконтроллеры и основные блоки, входящие в них, устройства связи с объектом, широко применяемые в промышленности микромодули, интерфейсы, датчики технологических величин. Кроме того, также важным является изучение способов подключения датчиков, исполнительных устройств, периферийных устройств с помощью различных интерфейсов.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите и охарактеризуйте основные типы электроприводов, применяемые в АСУ ТП.
2. Какие типы регулируемых электроприводов наиболее широко применяются в настоящее время в АСУ ТП и почему?
3. Почему наиболее целесообразно управлять технологическим процессом, используя систему автоматизированного регулируемого электропривода?
4. Что понимается под интерфейсом?
5. Какие основные функции выполняет интерфейс?
6. Что называется стандартным интерфейсом?
7. Классификация и характеристики модулей дискретного ввода и вывода.
8. Классификация и характеристики модулей аналогового ввода и вывода.

Тема 5. Программные средства АСУ ТП

Рассмотрение основ построения систем реального времени. Краткий обзор операционных систем реального времени. Языки программирования: LD, ST, FBD, SFC, CFC стандарта IEC 61131-3. Среда программирование контроллеров (SoftLogic, CoDeSys и др). Основы построения иерархических программных систем. Декомпозиция и агрегирование АСУ ТП. Создание программ для ПЛК. Способы адресации и форматы данных. Общая характеристики ПЛК. Команды пересылки данных и арифметические команды. Примеры реализации простейшего

цифрового пропорционального регулятора. Реализация основных функциональных блоков: типовых звеньев, измерителей временных интервалов, важнейших функций управления - таймеров, счетчиков событий, генераторов импульсов, изменяющейся длительности и скважности и др. Процедура создания и добавления в библиотеку собственных FBD и SFC модулей.

Рекомендуемая литература: [1, с. 209–216], [13, с. 286–330]

Методические указания

Система работает в реальном времени, если её быстродействие адекватно скорости протекания физических процессов на объектах контроля или управления. Наиболее слабым звеном в системах реального времени является программное обеспечение. Программным обеспечением или программными средствами принято называть набор различных программ, предназначенных для определенного микропроцессора. Программы, разработанные и используемые для специальных целей, называют прикладными (целевыми, пользовательскими) программами. Разработка таких программ значительно облегчается при наличии в составе системы вспомогательных средств - системного программного обеспечения или операционной системы. Первым и единственным, безусловно, необходимым средством, обеспечивающим программирование микропроцессоров, является система машинных команд. Совокупность машинных команд образует базовый машинный язык данного микропроцессора. На современном уровне развития микроэлектроники машинный код формируется специализированными программными средами, компиляторами, входящими в состав основных средств автоматизации технологических процессов..

Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под системой реального времени?
2. Изобразите основные архитектуры операционной системы реального времени.
3. Дайте определение термина «задача» для многозадачной операционной системы реального времени.
4. Что понимается под программным обеспечением современных микропроцессоров и микроконтроллеров?
5. Какие достоинства и недостатки присущи языку ассемблера и языкам высокого уровня?
6. Какие функции выполняет в программе ассемблер счетчик адресов?
7. Какие преимущества даёт использование подпрограмм?
8. Как одна подпрограмма может вызвать другую и т. д.?
9. Как обеспечивается возврат в нужное место?

10. Чем ограничивается глубина вложения, т.е. число подпрограмм, вызывающих друг друга?
11. Может ли подпрограмма вызвать сама себя?
12. Как обеспечивается строгий порядок выполнения программы?
13. Как выполняются арифметические и логические команды?
14. Как выполняются команды передачи управления в другую точку программы?
15. Как выполняются команды передачи управления подпрограмм?
16. Что такое программа «Транслятор с языка высокого уровня»? Как она работает?

Тема 6. Особенности проектирования АСУ ТП

Стадии разработки АСУ ТП и их особенности. Разработка оригинальных АСУ ТП. Особенности разработки повторяемых АСУ ТП. Построение систем с обслуживающим персоналом в контуре управления и вне его.

Основные понятия теории надежности. Количественные характеристики надежности. Проблема надежности АСУ ТП. Показатели надежности ремонтируемых систем. Способы повышения надежности элементов и систем АСУ ТП. Методы расчета надежности систем.

Основные источники экономической эффективности АСУ ТП. Учет экономической эффективности АСУ ТП при ее разработке. Пример расчета экономической эффективности АСУ ТП.

Рекомендуемая литература: [2, с. 214–243], [7, с. 204–239], [13, с. 171–285].

Методические указания

Для любого инженера, проектирующего АСУ любого ранга, необходимо представлять основные стадии разработки АСУ ТП, так как разработка АСУ ТП от возникновения идеи до ввода ее в эксплуатацию процесс трудоемкий и длительный. ГОСТ 20913-75 определяет пять стадий создания АСУ ТП: разработка технического задания, выполнение технического проекта, разработка рабочего проекта, внедрение и анализ функционирования. В результате изучения материалов данной темы студент должен знать основные принципы построения АСУ ТП, особенности ее проектирования, стадии разработки и надежности, получить некоторые навыки поиска экономической эффективности АСУ ТП на стадиях разработки технического задания, в процессе выполнения технического проекта и при анализе функционирования АСУ ТП. Кроме того, студент должен знать методику расчета экономической эффективности АСУ ТП и уметь выполнять сравнительную оценку экономичности технологического объекта при ручном управлении и в АСУ ТП.

Вопросы для самопроверки

1. Этапы проектирования АСУ ТП.
2. Инструментальные средства проектирования АСУ ТП
3. Дайте понятие «проектирование».
4. Каковы особенности проектирования технологических процессов в условиях автоматизированного производства?
5. Какие основные принципы лежат в основе проектирования автоматизированных производственных систем?
6. Технические средства системы автоматизированного проектирования (САПР) АСУ ТП.
7. Программное обеспечение САПР.
8. Приведите одну из возможных структур построения САПР АСУ ТП.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематика практических работ

1. Изучение системы автоматического регулирования температуры с микропроцессорным управлением (2 часа) в среде MatLab.
2. Формирование проекта в среде CoDeSys и программирование ПДК (2 часа).

Конкретная программа практических занятий составляется преподавателем в соответствии с приведенным перечнем контрольных работ и числом часов аудиторных занятий. При выполнении контрольной работы каждый студент оформляет отчет, в котором указываются цели работы, описание установки, разработанные программы управления, результаты проверок исследуемых программ, а также выводы по работе. Полученные результаты защищаются.

4. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

4.1. Общие методические указания

При изучении курса «Комплексная автоматизация в промышленности» предусмотрено выполнение одной контрольной работы, состоящей из двух заданий. Целями контрольной работы являются закрепление знаний по дисциплине и в получение навыков самостоятельной работы с технической литературой, а так же в подготовке и оформлении отчетной документации.

Основной теоретический материал, необходимый для выполнения заданий, изложен в методических указаниях к каждому заданию. Однако с целью более эффективной работы в процессе решения целесообразно пользоваться дополнительной литературой, ссылки на которую предусмотрены в методических указаниях к выполнению задания. Все буквенные обозначения физических величин должны поясняться. Все расчеты

должны сопровождаться предварительной записью расчетной формулы в общем виде. Порядок подстановки численных значений расчетных величин в формулу должен соответствовать порядку их следования в ней.

Контрольная работа оформляется на листах бумаги формата А4 и в соответствии с требованиями СТО ТПУ 2.5.01-2006.

4.2. Варианты контрольных заданий и методические указания

4.2.1. Задание № 1

Для одного из управляющих или исполнительных средств автоматизации технологического процесса, указанного в табл. 4.1, привести подробное описание работы. Дать сравнительный анализ параметров устройства автоматизации технологических процессов по сравнению с аналогами.

Указать, какие факторы наиболее существенно влияют на стабильность характеристик заданного исполнительного устройства системы автоматизации. Указать место и функции устройства в системе комплексной автоматизации. Привести достаточную информацию для использования устройства в проектах АСУТП.

Вариант задания определяется из табл. 4.1 по двум последним цифрам зачетной книжки студента. Если получаемое число больше 26, то из него нужно вычесть 26.

Таблица 4.1

№ вар.-та	Тип управляющего или исполнительного средств автоматизации
1	Одноплатные компьютеры для встраиваемых систем стандарта PC/104; PC/104-PLUS; PCI/104
2	Одноплатные компьютеры для встраиваемых систем стандарта EBX и EPIC
3	Одноплатные компьютеры для встраиваемых систем стандарта COM Express
4	Микроконтроллеры TMS320XX производства Texas Instruments (США)
5	Микроконтроллеры AVR фирмы Atmel
6	Микроконтроллеры семейства 68HC12 фирмы Motorola
7	Сервоконтроллер APCI-8001 фирмы ADDI-DATA
8	Сервоконтроллер SERVO-300 фирмы ICP DAS
9	Сервоконтроллеры фирмы National Instruments
10	Преобразователи частоты фирмы ВЕСПЕР
11	Преобразователи частоты фирмы Danfoss
12	Преобразователи частоты фирмы АВВ
13	Датчики температуры
14	Датчики давления и расходомеры
15	Датчики уровня
16	Датчики усилия
17	Датчики электрических величин
18	Датчики угла и рассогласования

19	Автоматические выключатели и пускатели
20	Устройства плавного пуска асинхронных двигателей
21	Источники бесперебойного питания
22	Уровнемеры
23	Расходомеры
24	Цифро-аналоговый преобразователь
25	Интегрозадающее устройство (задатчик интенсивности)
26	Аналого-цифровой преобразователь

4.2.2. Методические указания к заданию № 1

Задание № 1 имеет описательный характер и не содержит расчетов. Предлагаемые в задании средства АСУ ТП рассматриваются в [8, 9, 10]. Узлы схемы, не являющиеся основными, подробное описание функционирования которых можно опустить при изложении принципа работы контрольно-измерительного средства, допускается изображать в виде функциональных блоков.

Следует привести принципиальные схемы включения, рекомендованные производителем касательно рассматриваемого задания.

4.2.3. Задание № 2

Задание выполняется в два этапа:

1. Формируется имитационная модель настроенной замкнутой системы управления в среде MatLab. Полученные параметры регулятора используются на втором этапе.
2. Формируется проект в среде CoDeSys на заданной целевой платформе.

Объект управления представлен одной из представленных передаточных функций:

$$W_o(s) = \frac{K_o}{(1+T_o \cdot s) \cdot (1+T_d \cdot s)} \quad (1)$$

$$W_o(s) = \frac{K_o}{(1+T_o \cdot s) \cdot (T_p \cdot s)} \quad (2)$$

Регулятор представлен также передаточными функциями:

$$W_r(s) = K_p + K_i \cdot \frac{1}{s} + K_d \cdot s \quad (3)$$

$$W_r(s) = K_r \cdot \frac{1+T_r \cdot s}{1+0.1 \cdot T_r \cdot s} \quad (4)$$

Задание № 2 имеет четыре варианта задания где:

1. используется объект (1) и регулятор (3);
2. используется объект (1) и регулятор (4);
3. используется объект (2) и регулятор (3);
4. используется объект (2) и регулятор (4).

Для каждого студента преподаватель определяет уникальные численные значения параметров объекта. Для выполнения необходимо выполнить следующие пункты задания.

1. В среде MatLab или SciLab, с помощью редакторов Simulink или X-Cos формируется замкнутая система автоматического управления;

2. С помощью известных методов из теории автоматического управления настраиваются параметры регулирования.

3. В тексте контрольной работы должны присутствовать: структурная схема замкнутой системы, численные значения параметров регулятора, переходная характеристика замкнутой системы.

4. Для передаточной функции регулятора (1) или (2) необходимо получить разностное уравнение;

5. На основании разностного уравнения записать код программы на языке ST;

6. Собрать структуру регулятора в среде CoDeSys;

7. Представить пошаговую инструкцию программирования контроллера, на примере ПЛК Овен-150;

8. В заключении кратко описать всю процедуру формирования программы для ПЛК, дать рекомендации к организации связи с верхним уровнем.

Процедура получения разностного уравнения:

На примере передаточной функции:

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{1+T \cdot s} \quad (5)$$

Для передаточной функции (5) получим алгебраическое уравнение

$$Y(s) \cdot (1+T \cdot s) = X(s) \quad .$$

Далее выполним обратное преобразование Лапласа:

$$y(t) + T \cdot \frac{dy(t)}{dt} = x(t) \quad .$$

Дифференциал заменяем на отношение приращения функции к конечному промежутку времени:

$$y(t) + T \cdot \frac{y(t+\Delta t) - y(t)}{\Delta t} = x(t) \quad .$$

Из полученного выражения выделяем значение выхода на следующем шаге дискретизации

$$y(t+\Delta t)=y(t)+(x(t)-y(t))\cdot\frac{\Delta t}{T}, \quad (6)$$

В результате выражение (6) является разностным уравнением, пригодным для формирования подпрограммы.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, представляемое студенту, включает в себя:

- Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре и других учебных заведениях, наименования которых приведены в списке основной литературы и в списке дополнительной учебной литературы.
- Комплект учебно-методических материалов к выполнению лабораторных работ в лаборатории комплексной автоматизации и производственных механизмов.
- Прикладное программное обеспечение CoDeSys, Classic, MatLab, SciLab.

5.1. Литература обязательная

1. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576 с.

2. Корытин А.М. Автоматизация типовых технологических процессов и установок. / А.М. Корытин [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.

3. Онищенко Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок / Г.Б. Онищенко [и др.]. – М.: РАСХН, 2001. – 520 с.

4. Ковальчук Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук [и др.]; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 1999. – 263 с.

5. Ключев В.И. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: учебник для вузов / В.И. Ключев, В.М. Терехов. – М.: Энергия, 1980. – 360 с.

6. Ильинский Н.Ф. Энергосбережение в электроприводе / Н.Ф. Ильинский, Ю.В. Рожанковский, А.О. Горнов. – М.: Высш. шк., 1989. – 127 с.

7. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

8. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 224 с.

9. Волков Н.И. Электромашинные устройства автоматики: учеб. пособие для студентов спец. «Автоматика и телемеханика» / Н.И. Волков,

В.П. Миловзоров. – М.: Высш. шк., 1976. – 336 с.

10. Зимин Е.Н. Автоматическое управление электроприводами: учеб. пособие для студентов вузов / Е.Н. Зимин, В.И. Яковлев. – М.: Высш. шк., 1979. – 318 с.

11. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / под ред. В.И. Круповича, Ю.Г. Барыбина. М.Л. Самовера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 416 с.

12. Сартаков В.Д. Микропроцессорное управление электроприводами: учеб. пособие. Ч. 1. – Иркутск.: ИрГТУ, 1999. – 165 с.

13. Сартаков В.Д. Микропроцессорное управление электроприводами: учеб. пособие. Ч. 2. – Иркутск.: ИрГТУ, 1999. – 230 с.

14. Сартаков В.Д. Промышленные микропроцессорные контроллеры: учеб. пособие. – Иркутск.: ИрГТУ, 2003. – 135 с.

15. Гусев Н.В. Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности / Н.В. Гусев, С.В. Ляпушкин, М.В. Коваленко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 196 с.

16. Гусев Н.В. Комплексная автоматизация технологических процессов. Лабораторный практикум / Н.В. Гусев[и др.]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 134 с.

17. Каталымов А.В. Дозирование сыпучих и вязких материалов / А.В. Каталымов, В.А. Любартович. – Ленинград, Химия, 1990.

18. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. – М.: Машиностроение, 1992.

19. Чернышев А.Ю. Исследование систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель»: метод. указ. / А.Ю. Чернышев, С.В. Ланграф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003.

20. Журнал «Современные Технологии Автоматизации». – 2000. – №1.

21. Чернышев А.Ю. Расчет характеристик электроприводов переменного тока. Ч. 1. Асинхронный двигатель / А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005.

5.2. Литература дополнительная

22. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. – М.: Машиностроение, 1986. – 448 с.

23. Сайт «Средства и системы компьютерной автоматизации». – Режим доступа: <http://www.asutp.ru/>, свободный.

24. Учебные материалы по SCADA-системе CITEC. – Режим доступа: http://www.scada.ru/userfiles/pdf/CS5_TrainCourse_rus.pdf, свободный.

25. Учебные материалы по SCADA-системе CITEC. – Режим доступа: http://www.scada.ru/userfiles/pdf/CSV7.0_Qs_eng.pdf, свободный.

26. Коровин Б.Г. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами / Б.Г. Коровин, Г.И. Прокофьев, Л.Н. Рассудов. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.

27. SIMATIC Комплексная автоматизация производства. Каталог ST 70. – Ч. 1, 2. – Germany, Erlangen, 2001.

28. SCADA-система Trace-Mode. Портал производителя – Режим доступа: <http://www.adastra.ru/>, свободный.
29. Scilab is free and open source software for numerical computation providing a powerful computing environment for engineering and scientific applications. – Режим доступа: <http://www.scilab.org/>, свободный.
30. CoDeSys - The complete Software Suite for Automation Technology. – Режим доступа: <http://www.codesys.com/download.html>, свободный.
31. Журнал «Современные технологии автоматизации». – Режим доступа: <http://www.cta.ru>, свободный.
32. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352 с.
33. Борисов А.М. Автоматизация технологических процессов. Ч. 2 / А.М. Борисов, Н.Е. Лях. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 363 с.

Учебное издание

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания

Составитель

Шилин Александр Анатольевич

Рецензент

*кандидат технических наук,
доцент кафедрой ЭПЭО ЭНИИ*

Ю.Н. Дементьев

Редактор *С.В. Ульянова*

Компьютерная верстка *О.В. Нарожная*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати . Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».


Печать Хероx. Усл.печ.л. 2,09. Уч.-изд.л. 1,89.

Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru