



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЭЛТИ  
А.П. Суржиков

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.

**ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ**

(название дисциплины)

Рабочая программа для студентов специальности 140610 «Электрооборудование  
и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» направления 140600  
«Электротехника, электромеханика и электротехнологии»

Электротехнический институт (ЭЛТИ)  
Обеспечивающая кафедра «Электропривод и электрооборудование»  
Курс 6  
Семестр – осенний  
Учебный план набора 2004 года с изменениями в 2006 году

**Распределение учебного времени**

Лекции	– 36 часов (ауд.)
Лабораторные работы	– 18 часов (ауд.)
<b>Всего аудиторных занятий</b>	<b>– 54 часа</b>
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	– 54 часа
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>– 108 часов</b>
Кредитная стоимость дисциплины	– 5
Экзамен в одиннадцатом семестре	

2009



## **Предисловие**

1. Рабочая программа составлена на основании ГОС ВПО по направлению 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» утвержденного приказом Министерства образования Российской Федерации № 686 от 02.03.2000 г. регистрационный номер 207 тех/дс от 27.03. 2000 г.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электропривод и электрооборудование «11» сентября 2009 г. протокол № 2

2. Разработчик доцент каф. ЭПЭО

Н.В. Гусев

3. Заведующий обеспечивающей каф. ЭПЭО

Ю.Н. Дементьев

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с кафедрой, обеспечивающей подготовку бакалавров по направлению и СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. каф. ЭПЭО ЭЛТИ

Ю. Н. Дементьев

Председатель методической комиссии ЭЛТИ  
по направлению «Электротехника,  
электромеханика и электротехнологии»

А.В. Глазачев



## Аннотация

### **Программно-технические комплексы распределенных систем управления**

140600

Каф. ЭПЭО ЭЛТИ

Доцент Гусев Николай Владимирович

Тел. (3822) 563759, e-mail:gusev@tpu.ru

**Цель:** изучение принципов построения систем комплексной автоматизации технологических процессов с использованием современного программного обеспечения и средств разработки систем комплексной автоматизации, получение навыков работы с исполнительными механизмами и датчиками, интерфейсами связи и протоколами передачи данных, изучение путей увеличения помехозащищенности каналов связи, приобретение практических навыков разработки проекта автоматизации технологического процесса.

**Содержание:** Характеристика архитектуры современных систем комплексной автоматизации. Процессорные модули и модули расширения. Обзор устройств управления движением и анализ рынка. Преобразователи частоты, софтстартеры, сервоприводы, контроллеры движения, методики их выбора и обоснование эффективности их применения. Устройства сопряжения. Обзор и методики выбора вспомогательного оборудования – шкафы, пускатели, источники питания, клеммы, рейки. Компьютеры и контроллеры ведущих производителей в области АСУ ТП – Advantech, Siemens, Octagon, VIPA, Fastwel, WAGO, ICP DAS, Mitsubishi. Методы синтеза регуляторов для цифровых систем управления технологическими процессами. Оценка наблюдаемости и управляемости системы. Основы цифровых коммуникаций, уровни ВОС. Обработка цифровых сигналов. Шины, интерфейсы и протоколы. Пути обеспечения помехозащищенности. Датчики.

Курс 6 (11 сем. – экзамен).

Кредитная стоимость дисциплины : 5.

Всего 54ч., в т.ч. лк. – 36 ч., лб. – 18 ч.



## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Эффективность и экономическая целесообразность проектирования и внедрения на производстве современных систем управления технологическим процессом и оборудованием определяет, в том числе и эффективность производства законченной продукции. Поэтому знание основ построения и выбора оборудования является неотъемлемой частью системы целостных знаний современного инженера.

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

- ✓ Обеспечение теоретической и практической базы знаний, достаточной для восприятия других специальных дисциплин;
- ✓ Создание у студентов целостной картины представлений на изучаемый предмет.
- ✓ Формирование способности к самостоятельному решению поставленных задач в области автоматизации технологических процессов;

### 1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины

Задача курса «Программно-технические комплексы распределенных систем управления» – изучение основ построения систем автоматизации технологических процессов, функций АСУ, элементов построения верхнего, среднего и нижнего уровней АСУ ТП, элементов управления, исполнительных устройств и интерфейсов их взаимосвязи, характеристик средств разработки программно обеспечения АСУ, способов расчета регуляторов и оценки их эффективности настройки, основ обеспечения безопасности и оценки надежности АСУ ТП.

Студенты в процессе изучения дисциплины и после ее завершения в соответствии с профилем материала должны демонстрировать:

- ✓ Способность применять полученные знания.
- ✓ Способность идентифицировать, формулировать и решать поставленные проблемы.
- ✓ Способностью использовать навыки, методы, оборудование и технологии для решения проблем.
- ✓ Способность разрабатывать и проводить эксперименты, анализировать и объяснять полученные данные и результаты.
- ✓ Понимание профессиональной и этической ответственности.
- ✓ Наличие достаточно широкого образования, необходимого для понимания влияния профессиональных проблем и их решений на общество и мир в целом.
- ✓ Знание современных проблем.
- ✓ Способность работать в многопрофильных командах.



- ✓ Способность результативного общения.
- ✓ Понимание необходимости и стремления обучаться в течение всей жизни.

**Федеральный компонент** основан на требованиях Государственного образовательного стандарта по направлению подготовки бакалавров 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии». В соответствии с квалификационной характеристикой специальности в результате усвоения дисциплины студенты должны:

**a) иметь представление:**

- ✓ о связи курса с другими дисциплинами и его место в ряду прочих курсов специальности;
- ✓ о роли 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;
- ✓ об архитектуре современных систем комплексной автоматизации;

**b) знать и понимать:**

- ✓ требования, предъявляемые к системам автоматизации;
- ✓ назначение, устройство, принципы работы и выбора основных элементов систем управления технологическими процессами;
- ✓ назначение, структуру, принципы построения систем управления технологическими процессами;
- ✓ принципы и способы обеспечения надежности АСУ ТП;
- ✓ рациональные методы проектирования систем управления;

**c) получать навыки и уметь:**

- ✓ синтезировать регуляторы, выбирать структуру и элементы автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- ✓ выбирать требуемые интерфейсы связи;
- ✓ выполнять проектные по эксплуатации электрооборудования, в соответствии с требованиями норм и правил технической эксплуатации, охраны труда и окружающей природной среды.

**Региональный компонент** формирует знание специфики электрооборудования и технологических процессов для предприятий Западно-сибирского региона: машиностроительная, металлургическая, горнодобывающая, нефти – и газодобывающая, химическая и деревообрабатывающая промышленность.

**Университетский компонент** использует научно-методические разработки кафедры электропривода и электрооборудования электротехнического института Томского политехнического университета в области проектирования систем управления технологическими процессами, исследования систем управ-



ления типовыми технологическими процессами и результаты их практической реализации на предприятиях, учреждениях и организациях.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при освоении следующих естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: «Физические основы электроники», «Теоретическая механика», «Теоретические основы электротехники», «Теория автоматического управления», «Электрический привод», «Электрические машины», «Электрические и электронные аппараты», «Силовые преобразователи энергии». Знания и умения, полученные при изучении этой дисциплины, являются базовыми для следующих дисциплин: «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий», «Проектирование электротехнических устройств», «Надежность электрооборудования систем электроснабжения».

## **2. Содержание теоретического раздела дисциплины** (аудиторные занятия - 36 часов лекций)

### **Тема 1. Введение. 1 час.**

Общая характеристика задач, относящихся к вопросу разработки и эксплуатации систем комплексной автоматизации технологических процессов. Предмет курса «Программно-технические комплексы распределенных систем управления», его построение, связь со смежными дисциплинами, место курса в общей системе образования инженера. Что такое физический и технический процесс. Основные понятия и определения в АСУ ТП.

### **Тема 2. Модули процессорные и модули расширения. 3 часа.**

Обзор современных процессорных модулей и модулей расширения различных форматов. Требования, предъявляемые к модулям. Спецификации и характеристики.

### **Тема 3. Промышленные компьютеры и контроллеры. 2 часа.**

Обзор современных промышленных одноплатных компьютеров. Спецификации и характеристики. Требования, предъявляемые к промышленным компьютерам при создании систем АСУ ТП.

### **Тема 4. Исполнительные устройства. 3 часа.**

Общие сведения. Назначение и классификация. Обзор исполнительных устройств – общепромышленные сервоприводы, преобразователи частоты, софт-стартеры. Методики выбора исполнительных устройств.



**Тема 5. Модули сопряжения, согласование сигналов в АСУ ТП. 2 часа.**

Обзор общепромышленных модулей сопряжения. Общие сведения о согласовании и обработке сигналов, цифровая фильтрация, выбор носителя сигналов, принципы обеспечения электросовместимости измерительных приборов.

**Тема 6. Вспомогательное оборудование. 2 часа.**

Устройства защиты, автоматы, пускатели, контакторы. Методики выбора. Электромонтажное оборудование – шкафы, провода, каналы, кнопки, рейки.

**Тема 7. Датчики в АСУ ТП. 2 часа.**

Общие сведения о датчиках в системах автоматизации. Обзор и классификация – омические датчики, потенциометрические датчики, фоторезистивные, индуктивные, магнитоупругие, емкостные, индукционные, термоэлектрические, пьезоэлектрические, акселерометры, энкодеры, резольверы, датчики линейных перемещений.

**Тема 8. Программное обеспечение верхнего уровня АСУ ТП. 2 часа.**

Обзор специализированных программных пакетов для управления АСУ ТП – Trace Mode, Genesis32, SIMATIC, Citect, LabView.

**Тема 9. Программное обеспечение нижнего уровня АСУ ТП. 2 часа.**

Обзор сред разработки программного обеспечения систем КАСП – Borland C++, Builder, Delphi, CodeSys, UltraLogik32.

**Тема 10. Методы синтеза регуляторов. 2 часа.**

Обзор методов синтеза регуляторов применяемых в системах АСУ ТП. Особенности настройки с учетом дискретности системы управления по времени.

**Тема 11. Основы цифровых коммуникаций, уровни ВОС. 3 часа.**

Модель процесса коммуникации, требования к передаче данных, виртуальные устройства, модель и основы взаимодействия открытых систем (ВОС), уровни ВОС

**Тема 12. Интерфейсы и протоколы. 2 часа.**

Обзор и сравнительная оценка наиболее распространенных интерфейсов связи – RS232, RS485, MicroLAN, Ethernet, USB, I<sup>2</sup>C, Sercos. Протоколы верхнего уровня, протоколы среднего уровня ProfiBus, ModBus, InterBus, ControlNet, DeviceNet, Ethernet – топология сетей, скорость, физический уровень.



### **Тема 13. Системные шины. 2 часа.**

Структура и принципы работы шин, общие характеристики, механические характеристики, синхронная и асинхронная передача данных, блочная передача, обработка прерываний. Обзор шин VMEBus, ISA, EISA, PCI.

### **Тема 14. Локальные сети и их топологии. 2 часа.**

Сетевые технологии, управление доступом к среде, метод доступа Ethernet, маркерная шина IEEE 802.2, маркерное кольцо IEEE 802.5, межсетевые устройства, шины локального управления.

### **Тема 15. Обработка сигналов. 2 часа.**

Дискретизация аналоговых сигналов (ввод аналоговых сигналов), определение интервала дискретизации, преобразование аналоговых и цифровых сигналов, аналоговая и цифровая фильтрация, основы обработки измерительной информации.

### **Тема 16. Обеспечение помехозащищенности. 2 часа.**

Защита от помех датчиков и соединительных проводов систем промышленной автоматизации, заземление в системах промышленной автоматизации

### **Тема 17. Безопасность АСУ ТП. 2 часа.**

Общие сведения, классы безопасности компьютерных систем, программно-аппаратные средства для обеспечения безопасности АСУ ТП. Надежность АСУ ТП.

## **3. Содержание практического раздела дисциплины**

### **3.1. Лабораторные занятия - 18 часов**

**Тема 1.** Автоматическая система дозирования сыпучих материалов на базе контроллера Fastwel RTU188-BS. 6 часов

**Тема 2.** Изучение цифровых электромеханических систем на базе PCNC. 6 часов

**Тема 3.** Система автоматического регулирования температуры с микропроцессорным управлением. 6 часов

### **3.2. Домашнее задание**





Написание реферата по темам, освещаемым в лекционном курсе. Тематика рефератов оговаривается индивидуально с каждым студентом.

#### **4. Программа самостоятельной познавательной деятельности – 54 часа**

Целью организации самостоятельной работы является вовлечение студентов в самостоятельную познавательную деятельность и формирование навыков и потребности самообразования.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная внеаудиторная работа в объеме 54 часа, включающая:

1. Проработка материалов лекционных занятий – 28 часов.
2. Подготовка к контрольным работам – 10 часов.
3. Подготовка к лабораторным занятиям – 16 часов.

#### **5. Текущий и итоговый контроль результатов изучения дисциплины**

Текущий контроль результатов изучения дисциплины выполняется согласно рейтинг-плану.

В течении семестра студент может набрать максимальное число баллов – 60.

Работа на лекциях – 20.

Работа на лабораторных занятиях – 30.

Домашние задания – 10.

Максимальное число баллов, которое студент может получить на экзамене – 40.

Целью текущего и итогового контроля является оценка уровня знаний и умений студента при изучении дисциплины. Оценка уровня усвоения учебного материала основана на рейтинговой системе, разработанной в соответствии с положением о контроле учебной деятельности студентов Томского политехнического университета. Организация и правила оценки учебной деятельности отражены в рейтинг-плане. Модульное построение учебной дисциплины предусматривает осуществление следующих видов контроля.

*Входной контроль* проводится с целью оценки остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам: теории автоматического управления, элементам систем автоматики, силовым преобразователям энергии, которые являются базовыми при изучении данной дисциплины.

*Текущий контроль* уровня знаний и умений по практическому разделу дисциплины осуществляется на практических занятиях в форме опроса.

*Рубежный контроль* осуществляется после завершения изучения какого-либо модуля в форме контрольной работы с помощью контрольных заданий.

*Итоговый контроль* – сдача зачета, ставит целью проверку уровня знаний и умений по дисциплине.



## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Перечень используемых информационных продуктов

Учебно-методическое обеспечение теоретического раздела дисциплины (лекций) базируется на учебниках и учебных пособиях издательств «Энергоатомиздат», «Высшая школа», имеющихся в научно-технической библиотеке ТПУ в достаточном количестве. При чтении лекции используются современные технические средства обучения – *MathLab, MathCad, PowerPoint, Excel*.

### 6.2. Перечень рекомендованной литературы

#### 6.2.1. Основная литература:

1. Олссон, Густав. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Д. Пиани. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 556 с. – Библиогр.: с. 549-556. – ISBN 5-7940-0069-4.
2. Автоматизация типовых технологических процессов и установок : учебное пособие / А. М. Кобылин, Н. К. Петров, С. Н. Радимов, Н. К. Шапарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.
3. Коровин Б.Г., Прокофьев Г.И., Рассудов Л.Н. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами. –Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 352с.
4. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. –256 с.
5. Современные технологии автоматизации: <http://cta.ru>
6. Средства и системы компьютерной автоматизации: <http://asutp.ru>
7. <http://computerinform.ru>
8. Лебедев, Александр Михайлович. Следящие электроприводы станков с ЧПУ/А / А. М. Лебедев, Р. Т. Орлова, А. М. Пальцев. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 223 с.

#### 6.2.2. Дополнительная литература

1. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. М.:ВШ, 2002
2. Зюбин В.Е. Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3 и возможные альтернативы // Промышленные АСУ и контроллеры. – №11. – 2005.– С.31-35



3. Головкин П.И. Энергосистема и потребители электрической энергии - М.: Энергоатомиздат, 1998
4. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 2002
5. Л. С. Удут, Н. В. Кояин, О. П. Мальцева Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов : учебное пособие. Часть 4: Тиристорные преобразователи для электроприводов постоянного тока. – 2003. – 152 с.
6. Удут, Леонид Степанович. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока : учебное пособие по курсовому проектированию / Л. С. Удут, О. П. Мальцева, Н. В. Кояин; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПИ, 1991. – 104 с.: ил. – Библиогр.: с. 100-101.
7. Кояин, Николай Вадимович. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов: Учебное пособие. Ч. 5: Применение программы DORA-FUZZY в расчетах электроприводов постоянного тока / Н. В. Кояин, Л. С. Удут, О. П. Мальцева ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, – 2002. – 156 с.

### 6.2.3 Методическое сопровождение дисциплины

1. Комплект слайдов и рисунков для сопровождения лекций.
2. Учебно-методическая документация.

### 6.2.4. Учебно-методическая документация

1. Банк контрольных заданий для осуществления рубежного контроля по модулям.
2. Контролирующие материалы по темам практических занятий.
3. Контролирующие материалы для осуществления входного контроля

## Приложение 1

### Вопросы для контроля



Для обеспечения контроля предлагается набор вопросов, которые отражают основное содержание дисциплины “Программно-технические комплексы распределенных систем управления”. Эти вопросы следует рассматривать как минимальный объем теоретических знаний, которые должен знать студент.

1. Обобщенная модель технического процесса с применением компьютера
2. Структура системы цифрового управления процессом
3. Организация цифрового контура положения на микропроцессорном устройстве
4. Классификация технических средств регулирования: по роду используемой энергии, по закону регулирования, по характеру поддержания заданного значения
5. Что такое сервоконтроллер?
6. Особенности выбора сервоконтроллеров
7. Что такое преобразователь частоты? Основные элементы.
8. Критерии выбора преобразователя частоты.
9. Опишите типовые характеристики преобразователей частоты.
10. Что такое сервопривод?
11. Методики выбора сервопривода.
12. Унифицированные сигналы ГСП: токовый сигнал, сигналы по напряжению постоянного и переменного тока
13. Типовые задающие сигналы
14. Перечислите и поясните показатели качества регулирования САУ
15. Поясните что такое отказоустойчивое решение. Какие элементы избыточности закладываются в отказоустойчивое решение
16. Что такое надежность программного обеспечения. Классификация отказов программного обеспечения. Поясните отличие сбоя от устойчивого отказа программного обеспечения
17. Отличие отказов программного обеспечения от технических отказов
18. Пути повышения надежности программного обеспечения
19. Поясните понятие встраиваемая система (встроенная система). Что служит основой построения встроенных систем. Приведите примеры с перечнем
20. Основные требования применяемые к одноплатным компьютерам
21. Поясните варианты крепления и монтажа плат
22. Какие типы датчиков обратной связи применяют в системах с ЧПУ
23. Что такое инкрементный многооборотный датчик?
24. Что такое абсолютный датчик положения? Чем характеризуется?
25. Поясните принцип и особенности организации интерфейса RS-232



26. Поясните принцип и особенности организации интерфейса RS-485
27. Поясните принцип и особенности организации интерфейса I<sup>2</sup>C
28. Поясните принцип и особенности организации интерфейса SPI
29. Поясните принцип и особенности организации интерфейса SCI
30. Опишите несколько наиболее распространенных SCADA-систем. Чем они характеризуются? Особенности?
31. Модель процесса коммуникации, требования к передаче данных
32. Модель и основы взаимодействия открытых систем
33. Защита от помех датчиков и соединительных проводов систем промышленной автоматизации
34. Заземление в системах промышленной автоматизации
35. Цифроаналоговые преобразователи
36. Структура и принципы работы шин, общие характеристики
37. Требования, предъявляемые к промышленным компьютерам при создании систем АСУ ТП
38. Методы синтеза регуляторов применяемых в системах АСУ ТП

## **Приложение 2**

### **Образец экзаменационных билетов**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**



ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Курс: шестой

Дисциплина: Программно-технические комплексы распределенных систем управления

Экзаменационный билет № 1

1. Что такое сервоконтроллер? Приведете основные характеристики, критерии выбора.
2. Модель и основы взаимодействия открытых систем, уровни ВОС.

СОСТАВИЛ: \_\_\_\_\_ к. т. н., доц. Н. В. Гусев

СОГЛАСОВАНО:  
Зав. каф. ЭПЭО ЭЛТИ \_\_\_\_\_ к. т. н., доц. Ю. Н. Дементьев

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор ЭЛТИ \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., проф. А.П.Суржиков

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 г.