



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УР ИК  
С.А. Гайворонский

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: **220400 Управление в технических системах**  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ): **Теория систем управления**  
КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): магистр  
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2013 г.  
КУРС 1; СЕМЕСТР 2;  
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: М1.Б1

КОРЕКВИЗИТЫ: М2.В.1.2, М2.В.1.3

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	8	часов (ауд.)
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	24	(ауд.)
<b>АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ</b>	<b>32</b>	<b>часов (ауд.)</b>
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	76	часов
ИТОГО	108	часов
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ		Очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЗАЧЕТ ( 2 СЕМЕСТР)

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ  
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП  
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Фадеев А.С.  
Фадеев А.С.  
Ефимов С.В.

Томск 2015 г.

1. Рабочая программа составлена на основе учебного плана ТПУ по подготовке магистров 220400 – Управление в технических системах.

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры Автоматики и компьютерных систем 05.02.2015 протокол № 6

2. Разработчик

Доцент кафедры АиКС

\_\_\_\_\_

С. В. Ефимов

3. Зав. обеспечивающей кафедрой АиКС

\_\_\_\_\_

А. С. Фадеев

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с институтом, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. выпускающей кафедрой АиКС

\_\_\_\_\_

А. С. Фадеев

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является: формирование у студентов знаний по теории и практике компьютерных технологий управления техническими системами, включающие программное обеспечение микропроцессорных контроллеров и операторной станции. Курс формирует у студентов знания существующих технологий управления техническими системами с учетом возможных её составляющих, архитектуры построения и программирования определенных узлов автоматизированных систем.

## 2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовым дисциплинам профессионального цикла М2.Б. Она непосредственно связана с дисциплинами базовой части, в частности, с дисциплиной М1.Б1 «Математическое моделирование объектов и систем управления», а также дисциплинами вариативной части профессионального цикла М2.В.1.2 «Автоматизированное управление в технических системах», М2.В.1.3 «Проектирование систем управления».

## 3. Результаты освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» магистрантами основными планируемыми результатами являются получение и прикладное применение знаний:

- о терминологии предметной области на русском и английском языке;
- о принципах и способах построения АСУ;
- о составе обеспечения АСУ;
- об основных проблемах, возникающих при разработке ПО АСУ;
- о современных подходах к разработке программного обеспечения АСУ.

Соответствие результатов освоения дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Формируемые компетенции в соответствии с ООП*	Результаты освоения дисциплины
З.1	Результаты освоения дисциплины позволят студенту <b>знать</b> : <ul style="list-style-type: none"><li>– принципы построения автоматизированных систем управления;</li><li>– языки программирования стандарта МЭК–61131–3;</li><li>– функциональные возможности программного обеспечения верхнего и среднего уровня.</li></ul>
В.1	Результаты освоения дисциплины позволят студенту <b>уметь</b> : <ul style="list-style-type: none"><li>– разрабатывать алгоритмическое обеспечение;</li><li>– разрабатывать программное обеспечение;</li><li>– обеспечивать комплексное функционирование программного обеспечения верхнего и среднего уровня.</li></ul>
У.1	Результаты освоения дисциплины позволят студенту <b>владеть</b> : <ul style="list-style-type: none"><li>– средствами разработки программного обеспечения;</li><li>– различными способами построения автоматизированных систем управления;</li><li>– навыками импортирования/экспортирования данных разрабатываемого программного обеспечения автоматизированных систем управления.</li></ul>

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции.

#### **Универсальные (общекультурные):**

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2).

#### **Профессиональные**

- способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры (ПК-1);
- способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления (ПК-7);
- способность использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии вычислительных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления (ПК-11);
- способность разрабатывать и применять технологии создания программных комплексов (ПК-15);
- способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления (ПК-21);

### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### **4.1. Содержание теоретического курса**

##### **Тема 1. Классификация и выполняемые функции автоматизированных систем**

Признаки классификации АСУ. Классификация по режиму работы, функциональной развитости, информационной мощности, характеру протекания управляемого процесса по времени.

Функции АСУ и их содержание. Информационно-вычислительные и управляющие функции. Прямое измерение, косвенное измерение, контроль отклонений параметров, анализ срабатывания блокировок и защит, диагностики, прогнозирование. Регулирование отдельных параметров, многосвязное и каскадное регулирование, логическое управление, программное управление, оптимальное управление процессами в установившемся и переходном режимах с адаптацией и без нее.

Особенности технологических процессов как объектов управления. Управляющие, возмущающие и выходные параметры. Примеры простейших технологических процессов как объектов управления. Автоматизированные системы управления технологическими процессами, основные понятия иерархических автоматизированных систем управления.

Виды обеспечений АСУ. Назначение технического, алгоритмического, программного, информационного и организационного обеспечений. Схема взаимодействия отдельных обеспечений друг с другом.

##### **Тема 2. Алгоритмическое обеспечение автоматизированных систем управления**

Алгоритмическое обеспечение АСУ. Основные понятия и определения.

Оценка интервалов дискретизации непрерывных технологических параметров. Первичная обработка информации, введенной в микропроцессорные средства контроля и управления. Алгоритмы аналитической градуировки датчиков, экстра- и интерполяции дискретно-

изменяемых величин. Алгоритмы фильтрации. Разностные уравнения низкочастотных цифровых фильтров. Фильтры экспоненциального сглаживания и скользящего среднего. Робастные, высокочастотные, полосовые и режекторные фильтры. Дискретное дифференцирование, интегрирование и усреднение измеряемых величин. Проверка достоверности информации. Методы повышения достоверности информации. Алгоритмы контроля параметров технологического процесса и состояния оборудования.

Алгоритмы цифрового регулирования. Структура цифровой системы регулирования. Разностные уравнения параметрически оптимизируемых (П, ПИ, ПИД) регуляторов в не рекуррентной и рекуррентной формах.

### **Тема 3. Программное и информационное обеспечение автоматизированных систем управления**

Состав и структура программного обеспечения. Общее программное обеспечение и прикладное. Системы и языки программирования промышленных микропроцессорных контроллеров.

Языки программирования стандарта IEC 61131-3: IL, LD, FBD, ST, CFC. Типичное применение языков стандарта. Диаграммы функциональных блоков: контроль и аварийная сигнализация, управление двигателями и клапанами, аналоговое регулирование. Диаграммы функциональных последовательностей: управление пуском - остановом, управление периодическими процессами. Структурированный текст: циклические операции, программы сложных расчетов, дополнения сложной логики.

### **Тема 4. Программное обеспечение верхнего уровня автоматизированных систем управления**

SCADA-системы. Назначение, структура и основные функции. Общие сведения о системе MasterSCADA. Структура проекта. Каналы прохождения информации в системе MasterSCADA. Типы каналов. Значения на каналах и процедуры их обработки. Связь с реальными каналами ввода - вывода информации.

Структура монитора реального времени (МРВ) и особенности запуска в реальном времени. Приоритеты выполнения задач. Временные характеристики системы и ее настройка. Контроль текущего состояния и ошибок при работе операторских станций. Автосохранение параметров при перезапуске. Защита операторских станций от несанкционированного доступа.

Обмен данными с приложениями WINDOWS.

Архивирование и документирование. Система архивов MasterSCADA. Работа с архивами проекта. Просмотр архивных данных. Создание отчетов Экспорт данных из архивов MasterSCADA в приложения WINDOWS.

## 4.2. Содержание практического раздела дисциплины

**Задания на лабораторные работы по курсу «Компьютерные технологии управления в технических системах»**

1. Изучение пакета Codesys. Следящая система (2 часа).
2. Реализация алгоритмов фильтрации в пакете Codesys (4 часа).
3. Формирование управляющих сигналов (4 часа)
4. Разработка элементов системы ПАЗ и анализ блокировок (4 часа).
5. Идентификация объекта управления и параметрический синтез регуляторов (4 часа).
6. Разработка интерфейса системы управления в MasterSCADA (2 часа).
7. Регулирование уровня жидкости в емкости Разработка комплексного ПО системы в пакетах Codesys и MasterSCADA (4 часа).

## 4.3. Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Таблица 2.

Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого
	Лекции	Практ. / сем. занятия	Лабор. занятия		
Тема 1. Классификация и выполняемые функции автоматизированных систем	2			10	12
Тема 2. Алгоритмическое обеспечение автоматизированных систем управления	2		6	20	28
Тема 3. Программное и информационное обеспечение автоматизированных систем управления	2		10	22	34
Тема 4. Программное обеспечение верхнего уровня автоматизированных систем управления	2		8	24	34
<b>Всего</b>	<b>8</b>		<b>24</b>	<b>76</b>	<b>108</b>

## 4.4. Распределение компетенций по разделам дисциплины

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения представлено в таблице 3.

Таблица 3.

	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины			
		1	2	3	4
1.	З.1	+	+	+	+
2.	В.1	+	+	+	+
3.	У.1	+	+	+	+

## 5. Образовательные технологии

Достижение планируемых результатов освоения дисциплины обеспечивается образовательными технологиями, сочетание которых приведено в таблице 4.

Таблица 4.

### Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы \ ФОО	Лекции	Лабораторные Работы	Самостоятельная работа
IT-методы	+	+	+
Работа в команде		+	+
Case-study			
Игра			
Методы проблемного обучения.			
Обучение на основе опыта	+	+	
Опережающая самостоятельная работа			+
Проектный метод		+	
Поисковый метод	+		
Исследовательский метод		+	+

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**6.1 Текущая и опережающая СРС** состоит в проработке лекционного материала, подготовке к лабораторным работам и контрольным работам. Она составляет 76 часов и включает:

- подготовку к лекционным занятиям (16 ч.);
- подготовку к лабораторным работам (30 ч.);
- работа с технической литературой по темам курса (30 ч.).

**6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)** состоит:

- в разработке оригинальных алгоритмов управления и реализация их при выполнении лабораторных работ.
- участие в исследовательской работе, в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах по тематике.

### 6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Оценка преподавателем самостоятельной работы студентов отражена в Рейтинг-плане.

## 7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения модуля

### 7.1. Текущий контроль

Цель текущего контроля проверить усвоение студентами теоретического и практического материала, излагаемого лектором.

Вопросы текущего контроля

Контроль выполняется после завершения определенной темы курса.

1. Понятия АСУ: АСУП, ИАСУ, АСУ ТП и их особенности.
2. Функции АСУ ТП. Структура АСУ ТП.

3. Стандарт МЭК 61131. Основные части стандарта. Разработка языков стандарта.
4. Набор стандартных функций. Функциональные блоки. Польза и важность стандарта.
5. Комплексы проектирования МЭК 1131-3. Инструменты комплексов программирования ПЛК.
6. Встроенные редакторы. Текстовые редакторы. Графические редакторы.
7. Средства отладки. Средства управления проектом.
8. Особенности комплекса Codesys.
9. Переменные. Идентификаторы. Распределение памяти переменных. Прямая адресация.
10. Поразрядная адресация. Преобразование типов.
11. Определение компонента. Объявление ROU. Формальные и актуальные параметры. Параметры и переменные компонента.
12. Функции. Функциональные блоки.
13. Задачи. Ресурсы. Конфигурация.

## 7.2. Итоговый контроль

Итоговый контроль полученных знаний выполняется после завершения лекционного курса и выполнения лабораторных работ. Из нижеперечисленных вопросов формируются билеты, ответ на которые служит основанием для получения зачета по дисциплине. Количество вопросов в билете определяется преподавателем.

Вопросы итогового контроля.

1. Понятия АСУ: АСУП, ИАСУ, АСУ ТП и их особенности.
2. Функции АСУ ТП. Структура АСУ ТП.
3. Стандарт МЭК 1131. Основные части стандарта. Разработка языков стандарта.
4. Набор стандартных функций. Функциональные блоки. Польза и важность стандарта.
5. Комплексы проектирования МЭК 1131-3. Инструменты комплексов программирования ПЛК.
6. Встроенные редакторы. Текстовые редакторы. Графические редакторы.
7. Средства отладки. Средства управления проектом.
8. Особенности комплекса Codesys.
9. Переменные. Идентификаторы. Распределение памяти переменных. Прямая адресация.
10. Поразрядная адресация. Преобразование типов.
11. Определение компонента. Объявление ROU. Формальные и актуальные параметры. Параметры и переменные компонента.
12. Функции. Функциональные блоки.
13. Задачи. Ресурсы. Конфигурация.
14. Язык линейных инструкций IL. Функциональные диаграммы FBD.
15. Структурированный текст ST. Релейные диаграммы LD.
16. Последовательные функциональные схемы SFC.
17. Арифметические операторы. Операторы битового сдвига. Логические битовые операторы.
18. Операторы выбора и ограничения. Операторы сравнения.
19. Математические функции. Строковые функции.
20. Таймеры. Триггеры.
21. Детекторы импульсов. Счетчики.
22. Побитовый доступ к целым. Гистерезис. Пороговый сигнализатор.
23. Интерполяция данных. Дифференцирование.
24. Ограничение скорости изменения сигналов. Интегрирование. ПИД-регулятор.
25. Понятие SCADA-система. Функции SCADA-системы.
26. Разработка человеко-машинного интерфейса. SCADA как система диспетчерского управления. SCADA как часть САУ.
27. Хранение истории процесса. Безопасность SCADA.



28. Инструментальные свойства SCADA. Эксплуатационные свойства SCADA.
29. Степень открытости SCADA. Экономическая эффективность SCADA.
30. MasterSCADA.

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

– текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

– промежуточная аттестация (диф. зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на диф. зачете студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **9.1 Основная литература**

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
2. И.Г. Минаев, В.В. Самойленко Программируемые логические контроллеры. Практическое руководство для начинающего инженера. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 100 с.
3. Парр Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера; пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 516 с.
4. MasterSCADA. Документация.– Режим доступа: <http://insat.ru>, вход свободный.
5. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3 / под ред. ПК Пролог – Смоленск: Редакция RU 2.5, для CoDeSys V2.3.6.x, 2006. – 455 с.
6. Стандартные языки программирования контроллеров // Системы управления URL: <http://texproc.ru/index.php/ispriu/95-sjpisip?start=2> (дата обращения: 05.08.2011).

### **9.2 Дополнительная литература**

1. Lange J. Free choice of platform. The next OPC Generation. – Softing AG ([www.softing.com](http://www.softing.com)). Nov. 2006. – 4 p.
2. OPC Foundation. OPC unified architecture. Release candidate specification. Part 1: Concepts. Version 1.20 June 1. 2006. – 25 p.
3. Katsuhiko Ogata Modern Control Engineering – USA: Prentice Hall, 2010. – 894 p.
4. Kevin Roebuck Scada: High-Impact Strategies – What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors – USA: Emereo Pty Limited, 2011 – 166 p.
5. Деменков Н.П. Программные средства оптимизации настройки систем управления: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 244 с.
6. А.К. Нарышкин. Цифровые устройства и микропроцессоры. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.

### **9.3 Программное обеспечение и Internet-ресурсы**

1. Программный пакет CodeSys для разработки программного обеспечения на языках стандарта МЭК 61131-3, предназначенного для промышленных контроллеров.

2. Программный продукт MasterSCADA, предназначенный для разработки программного обеспечения верхнего уровня.

3. Программный продукт Codesys OPC, предназначенный для обмена данными между программным обеспечением среднего и верхнего уровня.

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Дисциплина обеспечивается в компьютерных классах №108/109 10 – ого учебного корпуса ТПУ. Для выполнения лабораторных работ используются эмуляторы промышленных контроллеров.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 220400 «Управление в технических системах», магистерская подготовка и примерной программы по дисциплине «Компьютерные технологии управления в технических системах», разработанной в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете (ЛЭТИ).

Программа одобрена на заседании кафедры АиКС ИК

---

(протокол № 6 от 05.02.2015г.).

Автор

Ефимов С.В.

Рецензент

Коновалов В.И.