

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

направление подготовки «(27.04.04) Управление в технических системах»  
направленность «Интеллектуальные системы адаптивного управления»  
Квалификация выпускника: магистр

Кострома  
2021

Рабочая программа дисциплины «**Компьютерные технологии адаптивного управления техническими системами**» разработана:

- в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС ВО Утвержден приказом Минобрнауки России № 942 от 11.08.2020;

- в соответствии с учебным планом направления подготовки «27.04.04 Управление в технических системах» направленность: Интеллектуальные системы адаптивного управления

Разработал: Смирнов М. А., к.т.н., доцент кафедры АМТ

Рецензент: Олоничев В. В., доцент кафедры АМТ, к.т.н., доцент

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

Заведующий кафедрой автоматике и микропроцессорной техники:

Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

Протокол заседания кафедры № 9 от 12.05.2021г.

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры Автоматики и микропроцессорной техники:

Протокол заседания кафедры № 8 от 04.03.2022 г.

Заведующий кафедрой автоматики и микропроцессорной техники:

Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры Автоматики и микропроцессорной техники:

Протокол заседания кафедры № 6 от 21.04.2023 г.

Заведующий кафедрой автоматики и микропроцессорной техники:

Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** формирование у студентов знаний, умений, навыков проектирования программного обеспечения распределенных систем управления.

**Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов знаний законов адаптивного управления и их алгоритмического обеспечения;
- развитие у студентов навыков и умений разработки информационного, алгоритмического и программного обеспечения систем автоматизации и управления;
- приобретение студентами опыта реализации алгоритмов адаптивного управления технологическими установками на базе промышленных контроллеров с использованием языков стандарта МЭК.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить компетенцию:

ОПК-3 – способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники.

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК 3.1. Умеет решать многокритериальные профессиональные задачи принятия решений.

ИОПК 3.2. Способен по результатам системного анализа делать обоснованные выводы и давать рекомендации в профессиональной сфере.

Таким образом, обучающийся должен:

**знать:**

- основные программные средства автоматизации;
- функциональные возможности программного обеспечения уровней АСУ ТП;
- методы разработки информационного, алгоритмического и программного обеспечения систем автоматизации и управления;
- технологические языки программирования промышленных контроллеров стандарта МЭК.

**уметь:**

- выбирать методы разработки информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления;
- реализовывать алгоритмы адаптивного управления технологическими установками на базе промышленных контроллеров с использованием языков стандарта МЭК.

**владеть:**

- навыками разработки информационного, алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления;
- навыками программной конфигурации и настройки технических средств АСУ ТП;

- навыками разработки программного обеспечения для промышленных контроллеров.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана (Б1.О.08). Изучается на 1 курсе очного обучения (2-й семестр).

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках: «Методология науки и техники инфокоммуникационных технологий», «Многофакторный анализ систем управления и инфокоммуникаций», «Математическое моделирование объектов и систем управления», «Искусственные нейронные сети и их программная реализация».

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик: «Нечеткое моделирование и управление», «Программные и технические средства микропроцессорных систем управления», «Клиент-серверные технологии в системах управления», «Теория и технология распределенных вычислений»; научно-исследовательская работ; подготовка ВКР.

### 4. Объем дисциплины

#### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	32
Лекции	16
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	16
Самостоятельная работа в часах	143,75
Контроль	–
Форма промежуточной аттестации	Зачет

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося (в часах)

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16

Практические занятия	–
Лабораторные занятия	16
Консультации	–
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	–
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	4
Всего	36,25

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лабор.	
1	Общие сведения о программных средствах адаптивного управления	16	2		2	12
2	Языки программирования промышленных контроллеров стандарта МЭК	18	3		3	12
3	Инструменты программирования промышленных контроллеров	16	2		2	12
4	Программирование локальных систем адаптивного управления	16	2		2	12
5	Программирование распределенных систем адаптивного управления	18	3		3	12
6	Программное обеспечение верхнего уровня АСУ ТП	16	2		2	12
7	Система визуализаций в CoDeSys	16	2		2	12
	Всего	116	16		16	84
	Курсовой проект	59,75				59,75
	ИКР	4,25				
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>143,75</b>

### 5.2. Содержание

## ***Раздел 1. Общие сведения о программных средствах адаптивного управления***

Основные понятия и определения. Международная терминология предметной области. Программные средства автоматизации и основные этапы их развития. Понятие открытой системы. Применение открытых систем в промышленной автоматизации и системах адаптивного управления.

## ***Раздел 2. Языки программирования промышленных контроллеров стандарта МЭК***

Языки программирования промышленных контроллеров по стандарту МЭК (IEC) 61131-3: язык Ladder Diagram (LD); язык Functional Block Diagram (FBD); язык Instruction List (IL); язык Structured Text (ST); язык Sequential Function Chart (SFC). Объекты адресации языков программирования контроллеров.

Примеры программ на языках IEC 61131-3. Варианты использования таймеров, триггеров, детекторов фронтов, счетчиков.

Особенности разработки программного обеспечения для Linux-контроллеров.

## ***Раздел 3. Инструменты программирования промышленных контроллеров***

Системы подготовки программ отечественных и зарубежных промышленных контроллеров. Архитектура, особенности и возможности программного комплекса для решения задач промышленной автоматизации CoDeSys v2.3. Программные единицы: функции, программы, функциональные блоки; создание структуры приложения. Использование задач в среде Codesys.

Общая характеристика принципов конфигурирования ресурсов программируемых логических контроллеров (ПЛК) в среде CoDeSys. Приемы и этапы программирования моноблочных и модульных контроллеров.

Стандартные компоненты; типы данных; операторы и функции; стандартные функциональные блоки; расширенные библиотечные компоненты.

## ***Раздел 4. Программирование локальных систем адаптивного управления***

Организация сбора, представления и обработки информации с использованием ПЛК в локальном режиме. Подключение дискретных и аналоговых датчиков к ПЛК. Конфигурация входов, выходов ПЛК. Демонстрация работы.

Реализация системы адаптивного регулирования с использованием ПЛК в локальном режиме.

## ***Раздел 5. Программирование распределенных систем адаптивного управления***

Полевые шины и протоколы полевых шин. Управляющие сети и протоколы управляющих сетей. Организация сбора, представления и обработки информации с использованием ПЛК в сетевом режиме.

Реализация системы адаптивного регулирования с использованием ПЛК в сетевом режиме.

### ***Раздел 6. Программное обеспечение верхнего уровня АСУ ТП***

OPC-стандарт взаимодействия открытых систем. Конфигурация и настройка OPC-серверов для обмена данными в АСУ ТП. Функциональная структура и особенности уровня SCADA. Области применения SCADA-систем. Технология проектирования систем автоматизации на основе SCADA-систем.

### ***Раздел 7. Система визуализаций в CoDeSys***

Типовые средства организации человеко-машинного интерфейса (HMI). Панели оператора. Основные требования к диспетчерским системам. Создание визуализации проекта в CoDeSys v2.3. Основы работы в Codesys v3.5. Разработка типовых алгоритмов управления и HMI для дисплейного контроллера СПК107 «Овен» в среде CoDeSys v3.5.

## **6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине**

№	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Общие сведения о программных средствах адаптивного управления	Самостоятельное изучение темы: «Понятие открытой системы. Применение открытых систем в промышленной автоматизации». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №1, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [2, 5, 9, 13, 14, 15, 16, 19, 21].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.

2	Языки программирования промышленных контроллеров стандарта МЭК	Самостоятельное изучение темы: «Языки графического программирования : Simulink и Labview. Преимущества, возможности, методология разработки программного обеспечения. Сравнение с текстовыми языками». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №2, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [3, 4, 8, 9, 10–12, 17].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
3	Инструменты программирования промышленных контроллеров	Самостоятельное изучение тем: «Технические особенности редакторов CoDeSys»; «Элементарные и сложные типы данных CoDeSys»; «Командная строка CoDeSys»; «Трассировка переменных». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №3, оформление отчета, подготовка	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [3–5, 8–10, 12, 16, 19–21].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.

		к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».			
4	Программирование локальных систем адаптивного управления	Самостоятельное изучение темы: «Режимы работы дискретных и аналоговых входов-выходов ПЛК. Модули специальных дискретных выходов». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №4, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 3, 5, 7–9, 10, 11, 13, 16].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
5	Программирование распределенных систем адаптивного управления	Самостоятельное изучение тем: «Полевые шины AS, CAN, Profibus»; «Коммуникационные протоколы HART, DCON, Owen, Profibus DP, PA, FMS». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №5, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1–5, 7–9, 11–14, 16].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.

		домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».			
6	Программное обеспечение верхнего уровня АСУ ТП	Самостоятельное изучение тем: «Функциональная структура и особенности уровня SCADA»; «Области применения SCADA-систем». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №6, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 5, 6, 9, 13–15, 16, 19–21].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.
7	Система визуализаций в CoDeSys	Самостоятельное изучение темы: «Панели оператора. Основные требования к диспетчерским системам». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №7, оформление отчета, подготовка к защите. Выполнение домашнего задания по разработке алгоритма управления для ПЛК154 «Овен».	12	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [3–6, 8, 10–14, 16, 19–21].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; проверка домашнего задания; контрольный опрос.

8	Курсовой проект	Выполнение курсовой работы. Подготовка к защите курсовой работы.	59,75	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 3–7, 9, 11–15, 17, 18–21].	Защита курсовой работы.
	<b>Итого:</b>		143,75		

### 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

№	Тема работы	Методические указания
1	Программная настройка и конфигурирование микропроцессорного регулятора ТРМ151 «ОВЕН». АСУ электронагревательным объектом.	[16]
2	Типовые законы регулирования на базе программируемого логического контроллера ПЛК154 «ОВЕН». Исследование процедуры автонастройки цифрового ПИД-регулятора.	[16]
3	Идентификация электронагревательного объекта средствами CoDeSys.	[16]
4	Распределенная система автоматизированного управления электронагревательными объектами.	[16]
5	Автоматизированная система дистанционного управления частотными электроприводами.	[16]
6	Автоматизированная система управления технологическими установками на базе дисплейного контроллера. Часть 1.	[16]
7	Автоматизированная система управления технологическими установками на базе дисплейного контроллера. Часть 2.	[16]

### 6.3. Тематика и методические указания к курсовому проекту

В курсовом проекте по предмету «Компьютерные технологии адаптивного управления техническими системами» необходимо средствами CoDeSys v2.3 реализовать по предложенному варианту автоматизированную систему адаптивного управления типовым технологическим процессом.

Предполагается публичная защита работы с демонстрацией результатов на экране проектора.

В качестве исходных данных предложены схемы типовых технологических процессов, изложены требования к проектируемой системе автоматизированного управления. В ходе курсовой работы необходимо решить следующие задачи:

- 1) сформулировать перечень контролируемых и управляемых параметров;
- 2) выбрать соответствующие технические средства автоматизации;
- 3) выбрать промышленную шину данных и протокол передачи информации;
- 4) разработать структурную (функциональную) схему автоматизации;
- 5) разработать схему алгоритма адаптивного управления технологическим процессом;
- 6) разработать программное обеспечение для ПЛК;
- 7) разработать графическую панель оператора;
- 8) провести имитационное моделирование средствами CoDeSys;
- 9) сделать выводы по работе.

Требования к оформлению курсовому проекту изложены в Положении по оформлению текстовых документов КГУ [18].

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***а) основная:***

1. Ившин В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учеб. пособие / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 402 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=926213&spec=1>.

2. Минаев И. Г. Свободно программируемые устройства в автоматизированных системах управления: учеб. пособие / И. Г. Минаев, В. В. Самойленко, Д. Г. Ушкур, И. В. Федоренко. – Ставрополь: АГРУС, 2016. – 168 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=975920&spec=1>.

3. Сергеев А. И. Программирование контроллеров систем автоматизации: учеб. пособие / А. И. Сергеев, А. М. Черноусова, А. С. Русяев. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 126 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=481806&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=481806&sr=1).

4. Шишов О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: учебник / О. В. Шишов. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 365 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=978937&spec=1>.

5. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации: учеб. пособие / О. В. Шишов. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 368 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=364093&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=364093&sr=1).

### ***б) дополнительная:***

6. Афонин А. М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: учеб. пособие / А. М. Афонин, Ю. Н. Царегородцев, А. М. Петрова, Ю. Е. Ефремова. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 192 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424277&spec=1>.

7. Беккер В. Ф. Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства: учеб. пособие / В. Ф. Беккер. – М.: РИОР, 2015. – 140 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=404654&spec=1>.

8. Герасимов А. В. Программируемые логические контроллеры: учеб. пособие / А. В. Герасимов, И. Н. Терюшов, А. С. Титовцев. – Казань: КГТУ, 2008. – 169 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=258921&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258921&sr=1).

9. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – М.: Гор. Линия-Телеком, 2013. – 606 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=443651&spec=1>.

10. Игнатъев В. В. Программируемые контроллеры: учеб. пособие / В. В. Игнатъев и др. – Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2016.

– 137 с. – Режим доступа:  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=989934&spec=1>.

11. Кудряшов В. С. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами: учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев. – Воронеж: ВГУИТ, 2014. – 144 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=336026&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=336026&sr=1).

12. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров; под ред. В. П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=117671&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=117671&sr=1).

13. Рудинский И. Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления: учеб. пособие / И. Д. Рудинский. – М.: Гор. Линия-Телеком, 2011. – 304 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=561194&spec=1>.

14. Рябов И. В. Автоматизированные информационно-управляющие системы: учеб. пособие / И. В. Рябов. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – 200 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=439330](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=439330).

15. Трофимов В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 232 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=760121&spec=1>.

#### ***в) методические указания:***

16. Смирнов М. А. Компьютерные технологии управления в технических системах: уч.-метод. пособие к лабораторным работам / сост. М. А. Смирнов. – Кострома: Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. – 66 с. – Режим доступа: [ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/KTU/KTU\\_LABS.pdf](ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/KTU/KTU_LABS.pdf).

17. Смирнов М. А. Компьютерные технологии управления в технических системах: метод. указания к выполнению курсовой работы / сост. М. А. Смирнов. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2016. – 18 с. – Режим доступа: [ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/KTU/KTU\\_KR.pdf](ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/KTU/KTU_KR.pdf).

#### ***г) руководящие документы:***

18. Правила оформления текстовых документов: руководящий документ по оформлению рефератов, отчетов о лабораторных работах, практиках, пояснительных записок к курсовым проектам и выпускным квалификационным работам / А. В. Басова, С. В. Боженко, Т. Н. Вахнина и др.; под общ. ред. О. В. Тройченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома: Изд-во Костром. гос. ун-та, 2017. – 47 с. – Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>.

#### ***д) периодические издания:***

19. Автоматизация и современные технологии. – Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>.

20. Автоматика и телемеханика. – Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-bibli-oteka/zhurnaly-mars.html>.

21. Промышленные АСУ и контроллеры. – Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauch-naya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### *Информационно-образовательные ресурсы*

1. Федеральный портал «Российское образование».

2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации.

3. Энциклопедия АСУ ТП. – Режим доступа: <http://www.bookasutp.ru>.

4. Оборудование для автоматизации. – Режим доступа: <https://www.owen.ru>.

### *Электронные библиотечные системы*

1. ЭБС «Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

2. ЭБС «Университетская библиотека online». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>.

3. ЭБС «Znaniium». – Режим доступа: <https://www.znaniium.com>.

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционная аудитория должна быть оснащена презентационным оборудованием (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран).

Лабораторные и практические занятия по дисциплине «Компьютерные технологии адаптивного управления техническими системами» проходят в лаборатории Б-404. Она располагает всем необходимым оборудованием (лабораторные установки) и соответствующим программным обеспечением (лицензионное проприетарное программное обеспечение не используется).