

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# **Многоуровневые цифровые системы управления технологическими процессами**

Направление подготовки: *27.04.04 Управление в технических системах*

Направленность: *Интеллектуальные системы адаптивного управления*

Квалификация выпускника: магистр

Кострома  
2021

Рабочая программа дисциплины «Многоуровневые цифровые системы управления технологическими процессами» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования № 942 от 11.08.2020 г.

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 автоматике 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 автоматике и микропроцессорной техники:

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

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** формирование у студентов знаний, умений, навыков анализа, синтеза и совершенствования автоматизированных систем управления типовыми технологическими процессами.

**Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов знаний этапов создания АСУ ТП;
- развитие у студентов навыков и умений анализировать результаты исследований в области автоматизации, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем автоматизированного управления типовыми технологическими процессами;
- приобретение студентами опыта разработки программного обеспечения для диспетчерского уровня АСУ ТП.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить компетенцию:  
ПК-3 – способен выполнять анализ и внедрение средств автоматизации производственных процессов.

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИПК-3.1. Знает отрасли производства, типы производств, виды технологических процессов и их классификацию.

ИПК-3.2. Умеет анализировать результаты исследований в области автоматизации, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем автоматизированного управления типовыми технологическими процессами.

ИПК-3.3. Имеет навыки разработки программного обеспечения для диспетчерского уровня АСУ ТП.

Таким образом, обучающийся должен:

**знать:**

- отрасли производства, типы производств, виды технологических процессов и их классификацию;
- структуру технологического процесса, фазы производственного процесса;
- методы управления технологическим процессом, параметры технологических процессов;
- состав информационного и организационного обеспечения АСУ ТП;
- состав математического и программного обеспечения АСУ ТП;
- возможности современных многоуровневых АСУ ТП и предъявляемые к ним требования;
- принципы создания АСУ ТП.

**уметь:**

- оценивать уровень автоматизации технологического процесса, существующую структуру АСУ ТП;
- формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматизации типовых технологических процессов;
- анализировать результаты исследований в области автоматизации, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем автоматизированного управления типовыми технологическими процессами;
- формулировать требования к системе управления технологическим процессом.

**владеть:**

- терминологией предметной области;
- направлениями развития технологических процессов;

- методикой анализа технологического процесса для определения возможности его автоматизации;
- навыками декомпозиции АСУ ТП;
- навыками разработки программного обеспечения для диспетчерского уровня АСУ ТП.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.06). 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», «Интегрированные системы автоматизированного управления».

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	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	48
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	16
Самостоятельная работа в часах	57,65
Контроль	36
Форма промежуточной аттестации	Экзамен

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

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	16
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	50,35



## 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	Производство как объект управления	14	2	2	2	8
2	Управление технологическими процессами	14	2	2	2	8
3	Автоматизированное управление технологическими процессами	14	2	2	2	8
4	Методология проектирования и внедрения многоуровневых АСУ ТП	14	2	2	2	8
5	Информационное и программное обеспечение многоуровневых АСУ ТП	17	3	3	3	8
6	Организационное обеспечение многоуровневых АСУ ТП	14	2	2	2	8
7	Системы диспетчерского управления многоуровневых АСУ ТП	18,65	3	3	3	9,65
	Всего	105,65	16	16	16	57,65
	Контроль (экзамен)	36				
	ИКР	2,35				
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>57,65</b>

### 5.2. Содержание

#### ***Раздел 1. Производство как объект управления***

Основные понятия и определения. Отрасли производства и их классификация. Типы производств и их классификация. Структура технологического процесса. Фазы производственного процесса.

#### ***Раздел 2. Управление технологическими процессами***

Основные определения. Иерархия в управлении технологическими процессами. Технологические процессы и управление. Функции управления производством и технологическим процессом. Методы управления производством и технологическим процессом. Основные операции управления технологическим процессом. Параметры технологических процессов. Техничко-экономические показатели. Технология управления. Сложность управления.

#### ***Раздел 3. Автоматизированное управление технологическими процессами***

Понятие об автоматизации управления производством. Основные принципы автоматизации управления технологическим процессом. Декомпозиция АСУ ТП. Виды обеспечения АСУ ТП. Классификация АСУ ТП. Связи АСУ ТП с другими системами. Особенности АСУ ТП. АСУ ТП типовых технологических процессов пищевой и легкой промышленности.

#### ***Раздел 4. Методология проектирования и внедрения многоуровневых АСУ ТП***

Системный подход и пример его использования при проектировании АСУ ТП. Методология проектирования иерархических АСУ ТП. Экономическая эффективность и надежность АСУ ТП. Научно-технический и технико-экономический уровни АСУ ТП.

Организация работ по созданию АСУ ТП. Подготовительные работы; исследовательские и опытно-конструкторские: расчет технологических параметров; выбор архитектуры, комплекса технических средств. Организация проектирования АСУ ТП. Внедрение и эксплуатация АСУ ТП.

#### ***Раздел 5. Информационное и программное обеспечение многоуровневых АСУ ТП***

Поток информации в канале связи АСУ ТП. Обобщающие характеристики информационной системы. Методы и системы обеспечения АСУ ТП научно-технической информацией.

Математические методы в АСУ ТП. Классификация математических методов. Классификация моделей. Алгоритмы в АСУ ТП. Программная и аппаратурная реализация алгоритмов управления. Прикладное и системное программирование.

Программное обеспечение управляющих вычислительных комплексов (УВК). Функциональная и структурная организация УВК. Механизмы взаимодействия и синхронизации прикладных процессов в программных вычислительных комплексах.

#### ***Раздел 6. Организационное обеспечение многоуровневых АСУ ТП***

АСУ ТП в организационной структуре предприятия. Организационная структура АСУ ТП. Последовательность работ по созданию организационной структуры и организационного обеспечения АСУ ТП.

Состав обслуживающего персонала. Функции и задачи диспетчерской службы. Диспетчерская служба в АСУ ТП. Операторы в АСУ ТП. Помещения для АСУ ТП. Человек-оператор как звено системы человек-машина.

#### ***Раздел 7. Системы диспетчерского управления многоуровневых АСУ ТП***

Функции и состав автоматизированных рабочих мест. Задачи автоматизированной системы диспетчерского управления. Современные методы автоматизации диспетчерских пунктов промышленных предприятий.

Тенденции развития аппаратных и программных средств SCADA-систем. Функции и структурные компоненты SCADA-системы. SCADA-продукты на отечественном рынке и примеры их использования для управления типовыми технологическими процессами.

## **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	Производство как объект управления	Самостоятельное изучение тем: «Структура технологического процесса»; «Фазы производственного процесса». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №1, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №1.	8	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 2, 6, 10, 16–18].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.

2	Управление технологическими процессами	Самостоятельное изучение тем: «Основные операции управления технологическим процессом»; «Параметры технологических процессов. Технико-экономические показатели»; «Технология управления. Сложность управления». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №2, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №2.	8	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 2, 4, 6, 10, 13, 16–18].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.
3	Автоматизированное управление технологическими процессами	Самостоятельное изучение тем: «Классификация АСУ ТП»; «Связи АСУ ТП с другими системами»; «Особенности АСУ ТП». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №3, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №3.	8	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1–4, 8, 9, 13–18].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.
4	Методология проектирования и внедрения АСУ ТП	Самостоятельное изучение тем: «Организация работ по созданию АСУ ТП: расчет технологических параметров; выбор архитектуры, комплекса технических средств»;	8	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1–3, 5, 7–9, 12, 13, 15–18].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.

		«Организация проектирования АСУ ТП»; «Внедрение и эксплуатация АСУ ТП». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №4, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №4.			
5	Информационное и программное обеспечение АСУ ТП	Самостоятельное изучение тем: «Программное обеспечение управляющих вычислительных комплексов (УВК)»; «Функциональная и структурная организация УВК»; «Механизмы взаимодействия и синхронизации прикладных процессов в программных вычислительных комплексах». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №5, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №5.	8	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 2, 4, 8, 9, 11, 14, 15–20].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.
6	Организационное обеспечение АСУ ТП	Самостоятельное изучение тем: «Диспетчерская служба в АСУ ТП»; «Операторы в АСУ ТП»; «Помещения для АСУ ТП»; «Человек-оператор как звено системы человек-машина». Проработка лекционного	8	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1, 2, 4, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 20].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.

		материала. Подготовка к лабораторной работе №6, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №6.			
7	Системы диспетчерского управления АСУ ТП	Самостоятельное изучение тем: «Функции и структурные компоненты SCADA-системы»; «SCADA-продукты на отечественном рынке и примеры их использования для управления типовыми технологическими процессами». Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе №7, оформление отчета, подготовка к защите. Проработка доклада на тему типового технологического процесса и его автоматизации. Подготовка к практическому занятию №7.	9,65	Внимательно изучите материалы лекций, соответствующие разделы литературы [1–4, 6, 8, 9, 13, 16, 17–20].	Самоконтроль; защита лабораторных работ; контрольный опрос; заслушивание доклада.
	<b>Итого:</b>		57,65		

## 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

№	Тема работы	Методические указания
1	Знакомство с MasterSCADA. Разработка управляющих программ на языках МЭК.	[17]
2	Основы проектирования в MasterSCADA. Разработка мнемосхемы технологического процесса в MasterSCADA.	[17]
3	Работа с датчиками в MasterSCADA. Простейшая обработка данных в MasterSCADA.	[17]
4	Автоматизированная система управления электронагревательным объектом на базе ПИД-регулятора ТРМ151 «Овен» и MasterSCADA.	[17]
5	Автоматизированная система управления частотным преобразователем на базе ПЧВ101 «Овен» и MasterSCADA.	[17]
6	Автоматизированная система управления нагревательным объектом на базе программируемого контроллера ПЛК154 «Овен» и MasterSCADA.	[17]
7	Распределенная автоматизированная система управления нагревательными объектами на базе цифровых контроллеров и MasterSCADA.	[17]

### 6.3. Тематика и задания для практических занятий

№	Тема работы	Методические указания
1	Конфигурирование Owen OPC.	[18]
2	Конфигурирование Multiprotocol OPC Insat.	[18]
3	Базовые скрипты на языке LUA для Multiprotocol OPC Insat.	[18]
4	Написание скрипта для опроса трехфазных счетчиков Меркурий.	[18]
5	Написание скрипта для работы с ODBC и PostgreSQL.	[18]
6	Написание скрипта для работы с SQLite.	[18]
7	Приемы работы в SCADA SimpLight.	[18]

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

### *а) основная:*

1. Виноградов В. М. Технологические процессы автоматизированных производств: учебник / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. В. Клепиков. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 272 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=553790&spec=1>.

2. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / А. А. Иванов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 224 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=795655&spec=1>.

3. Ившин В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учебное 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>.

4. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации: учебное 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).

5. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие / О. В. Шишов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 396 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=973005&spec=1>.

### *б) дополнительная:*

6. Беляев П. С. Системы управления технологическими процессами: учебное пособие / П. С. Беляев, А. А. Букин. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 156 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=277585&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277585&sr=1).

7. Гагарина Л. Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: учебное пособие / Л. Г. Гагарина. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 384 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=942717&spec=1>.

8. Герасимов А. В. Проектирование АСУТП с использованием SCADA-систем: учебное пособие / А. В. Герасимов, А. С. Титовцев. – Казань: КНИТУ, 2014. – 128 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=427985&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427985&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. Ицкович Э. Л. Методы рациональной автоматизации / Э. Л. Ицкович. – М.: Инфра-Инженерия, 2009. – 256 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=520290&spec=1>.

11. Мякишев Д. В. Принципы и методы создания надежного программного обеспечения АСУ ТП / Д. В. Мякишев. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 114 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=943318&spec=1>.

12. 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>.

13. 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).

14. 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>.

15. Федоров Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка: учеб.-практ. пособие / Ю. Н. Федоров. – М.: Инфра-Инженерия, 2015. – 928 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=520692&spec=1>.

16. Фурсенко С. Н. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 377 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=483246&spec=1>.

#### ***в) методические указания:***

17. Смирнов М. А. Типовые технологические процессы и многоуровневые автоматизированные системы управления технологическими процессами: уч.-метод. пособие к лабораторным работам / М. А. Смирнов. – Кострома: Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. – 20 с. – Режим доступа: [ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/MASUTP/MASUTP\\_LABS.pdf](ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/MASUTP/MASUTP_LABS.pdf).

18. Смирнов М. А. Типовые технологические процессы и многоуровневые автоматизированные системы управления технологическими процессами: метод. указания к выполнению практических работ / сост. М. А. Смирнов. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2016. – 16 с. – Режим доступа: [ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/MASUTP/MASUTP\\_PR.pdf](ftp://amt401.kstu.edu.ru/pub/sma/MASUTP/MASUTP_PR.pdf).

#### ***г) 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-biblioteka/zhurnaly-mars.html>.

21. Промышленные АСУ и контроллеры. – Режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-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 «Znanium». – Режим доступа: <https://www.znanium.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 занятия по дисциплине «Многоуровневые цифровые системы управления технологическими процессами» проходят в лаборатории Б-404. Она располагает всем необходимым оборудованием (лабораторные установки) и соответствующим программным обеспечением (лицензионное программное обеспечение не используется).