

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				
	Итого:	144	16	16	16	57,65

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 аппаратная 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.
	Итого:		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.

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.

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.

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.

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.

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.

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).