

**Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства**

А.О.Бобух, О.І.Малєєв

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до вивчення дисципліни «Автоматизовані системи
управління технологічними процесами (АСУ ТП)»**

*(для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації
7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)*

Харків – ХНАМГ – 2008

Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»). /Укл.: Бобух А.О., Малєєв О.І. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 51 с.

Укладачі: А.О.Бобух,
О.І.Малєєв

Рецензент: В.І.Абелєшов

Рекомендовано
кафедрою теплохолодопостачання,
протокол №6 від 05.03.08 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
ПЕРША ЧАСТИНА	6
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до самостійної роботи студентів з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)	6
ВСТУП	6
1. РОЛЬ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ	6
2. ЗМІСТ, ЛІТЕРАТУРА І КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ЗА ТЕМАМИ ДИСЦИПЛІНИ	7
3. РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ, ФОРМАМИ І ВИДАМИ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ	12
4. ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ	13
5. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ	13
ДРУГА ЧАСТИНА	14
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)	14
ВСТУП	14
1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. Розробка алгоритмічної структури автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) та її дослідження.	14
2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. Розробка інформаційно-вимірjuвальної підсистеми автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год) та її дослідження.	21
3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. Розробка керуючої підсистеми автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год) та її дослідження.	26

ТРЕТЯ ЧАСТИНА	32
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання практичних занять з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5, 6 курсу заочної форми навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)	32
ВСТУП	32
1. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1. Розробка типових технічних структур (ТТС) централізованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП).	32
2. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2. Розробка типових технічних структур (ТТС) децентралізованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП).	37
3. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3. Розробка алгоритмічної структури автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП).	41
4. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4. Розробка функціональної структури автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП).	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	50

ПЕРЕДМОВА

Це навчальне видання до вивчення дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель») містить три частини, в яких наведені методичні вказівки до самостійної роботи студентів, виконання лабораторних робіт і практичних занять.

Перша частина включає методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»).

Друга частина містить методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»).

Третя частина включає методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»).

ПЕРША ЧАСТИНА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)

ВСТУП

Самостійна навчальна робота студента полягає у формуванні професійних вмінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних умовах, виховання потреби систематичного поновлення своїх знань та творчого їх застосування в практичній діяльності. З цією метою рекомендовано інформаційно-методичне забезпечення, що зазначене далі.

1. РОЛЬ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ

1.1. Мета вивчення. Забезпечити єдиний комплексний підхід, системність і послідовність при одержанні потрібного і достатнього обсягу знань і вмінь відповідно до освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» з відповідної спеціальності. Оволодіння необхідним обсягом теоретичних і практичних знань із сучасних методів дослідження об'єктів керування та основними поняттями про автоматизовані системи керування технологічними процесами, їх визначення, цілі, функції та критерії керування, класифікацію, склад АСК ТП, загальні відомості про сучасні мікропроцесорні контролери. Виховання потреби системного поновлення знань студентів та творчого їх застосування в практичній діяльності.

1.2. Предмет дисципліни. Автоматизовані системи керування технологічними процесами неперервної дії на базі мікропроцесорних контролерів.

1.3. В результаті вивчення дисципліни студент має

Знати: Основні поняття про АСК ТП, їх визначення, цілі, функції та критерії керування; класифікацію АСК ТП за ознаками; склад АСК ТП, основні технічні вимоги до них та їх головні компоненти: організаційні забезпечення і структуру; технічне забезпечення і типові технічні структури АСК ТП; математичне забезпечення і алгоритмічну структуру АСК ТП; програмне забезпечення АСК ТП і його класифікацію; інформаційні забезпечення і структуру АСК ТП; функціональну структуру АСК ТП; загальні відомості про мікропроцесорні контролери (МПК), їх призначення і коротку характеристику, функціональні підсистеми МПК, склад і структурну схему МПК; процес створення АСК ТП діючого об'єкта керування і основні документи, які треба розробити для створення оригінальної АСК ТП.

Вміти: Розробляти спрощені фрагменти АСК ТП на базі МПК для деяких інженерних систем міського господарства; аналізувати дослідження інформаційно-виміральної і керуючої підсистем АСК ТП об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год); аналізувати методика розробки математичної моделі випуску продукції за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування та її дослідження.

2. ЗМІСТ, ЛІТЕРАТУРА І КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ЗА ТЕМАМИ ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1

№ теми	Зміст теми	Літ.-ра	Контрольні запитання
1	2	3	4
Тема 1	Основні поняття про автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП), їх визначення, призначення, цілі, функції та критерії керування.	[1], с. 7-14	<ol style="list-style-type: none"> 1.Що розуміють під терміном «система» з сучасного погляду? 2.Назвіть визначення автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСК ТП) і за якими обставинами АСК ТП якісно відрізняється від системи автоматичного керування (САК)? 3.Які три основні складові АСК ТП Ви знаєте? Нарисуйте загальну структурну схему АСК ТП і назвіть потоки інформації цієї системи. 4.Що таке критерії керування АСК ТП і які види обмежень Ви знаєте? 5.Назвіть конкретні задачі АСК ТП і що розуміють під її функціями? 6.Що відносять до інформаційних функцій АСК ТП і назвіть основні з них? 7.Що відносять до керуючих функцій АСК ТП і назвіть основні з них? 8.Для вирішення яких задач потрібні допоміжні функції АСК ТП?
Тема 2	Класифікація АСК ТП за ознаками: рівнем, який вона посідає в організаційно-виробничій структурі підприємства; характером протікання технологічного процесу за часом; умовною інформаційною потужністю; рівнем функціональної надійності; за режимом функціонування.	[1], с. 14-17	<ol style="list-style-type: none"> 1.Які назви і коди АСК ТП Вам відомі при класифікації системи за рівнем, який вона посідає в організаційно-виробничій структурі підприємства і за характером протікання технологічного процесу? 2. Що характеризує «умовна інформаційна потужність» (УІП) і як її використовують для кількісного оцінювання АСК ТП і САК, які назви і коди АСК ТП Вам відомі при класифікації за цією ознакою? 3. Які назви і коди АСК ТП Вам відомі при класифікації системи за рівнем функціональної надійності (РФН)? Назвіть характеристики РФН, відповідні цим назвам і кодам. 4. Які назви і коди АСК ТП Вам відомі при класифікації АСК ТП за режимом функціонування (РФ) системи? Назвіть характеристики РФ АСК ТП, відповідні цим назвам і кодам.

Продовження табл. 1

Тема 3	<p>Склад АСК ТП. Основні технічні вимоги до АСК ТП та її головні компоненти. Організаційне забезпечення, оперативний персонал і організаційна структура системи.</p>	[1], с. 19-24	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назвіть основні технічні вимоги до АСК ТП і наведіть короткі визначення головних компонентів цих систем. 2. Що являє собою процес функціонування АСК ТП? 3. Що розуміють під організаційним забезпеченням (ОЗ) АСК ТП і які загальні вимоги до нього Вам відомі? 4. Назвіть склад оперативного персоналу АСК ТП і його основні задачі і що розуміють під оптимальною взаємодією "людина-машина"? 5. Наведіть визначення організаційної структури АСК ТП.
Тема 4	<p>Технічне забезпечення і типові технічні структури АСК ТП. Типова технічна структура централізованої АСК ТП з супервізорним (супервайзерним, непрямым) режимом керування параметрами технологічного процесу. Типова технічна структура централізованої АСК ТП з безпосереднім (прямим) цифровим режимом керування параметрами технологічного процесу. Типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із зіркоподібною (радіальною) топологією взаємодії підсистем. Типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із кільцевою (петлевою) топологією взаємодії підсистем. Типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із загальною шинною (магістральною) топологією взаємодії підсистем.</p>	[1], с. 24-34	<ol style="list-style-type: none"> 1. Що розуміють під технічним забезпеченням (ТЗ) АСК ТП, "типізацією" і "уніфікацією", наведіть визначення технічної структури. 2. Нарисуйте типову технічну структуру централізованої АСК ТП з супервізорним режимом керування параметрами технологічного процесу і які завдання виконує ця система? 3. Нарисуйте типову технічну структуру централізованої АСК ТП з безпосереднім цифровим режимом керування параметрами технологічного процесу, які позитивні сторони і недоліки цієї системи? 4. Нарисуйте типову технічну структуру децентралізованої АСК ТП з зіркоподібною топологією взаємодії підсистем і чому ця структура дворівнева? 5. Нарисуйте типову технічну структуру децентралізованої АСК ТП з кільцевою топологією взаємодії підсистем, які позитивні сторони і недоліки цієї системи? 6. Нарисуйте типову технічну структуру децентралізованої АСК ТП з загальною шинною топологією взаємодії підсистем і чому такі технічні структури знайшли широке застосування в ПЕОМ і МПК?

Продовження табл. 1

<p>Тема 5</p>	<p>Математичне забезпечення і алгоритмічна структура АСК ТП. Математичне формулювання задачі оптимального керування. Алгоритм вирішення задачі. Фрагмент спрощеної алгоритмічної структури (блок-схеми алгоритму) вирішення задачі керування температурою гарячої води для споживачів. Фрагмент блок-схеми спрощеного алгоритму блоку «Первинна обробка сигналів».</p>	<p>[1], с. 34-40</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наведіть визначення математичного забезпечення АСК ТП і що розуміють під термінами "м'який товар" і "твердий товар"? 2. Що включає математичне формулювання задачі оптимального керування і являє собою математична модель об'єкта керування, як її використовують для керування об'єктом? 3. Наведіть визначення алгоритму керування і що розуміють під алгоритмічною структурою задачі? 4. Наведіть умовні графічні зображення блоків (модулів) блок-схеми алгоритму і перехід виконання дій із одного блока до іншого.
<p>Тема 6</p>	<p>Програмне забезпечення АСК ТП і його класифікація. Спрощена функціональна схема МПК та її частини: устаткування виконання програм, дані, програми. Функціональні програми. Три особливості програм АСК ТП. Спрощена схема програмного забезпечення АСК ТП. Загальне програмне забезпечення АСК ТП. Спеціальне програмне забезпечення АСК ТП.</p>	<p>[1], с. 40-46</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наведіть визначення програмного забезпечення АСК ТП і що розуміють під "програмою"? 2. Назвіть три характерні особливості програм. 3. Нарисуйте спрощену функціональну схему МПК і поясніть взаємодію її частин. 4. Які програми називають функціональними і визначить взаємодію "програм", "команд" і "даних". 5. Нарисуйте спрощену схему програмного забезпечення АСК ТП і назвіть призначення блоків "устаткування виконання програм", "керування програмою", "керування даними" і "програма зв'язку оператора-технолога" із цієї схеми. 6. Наведіть визначення "загального програмного забезпечення АСК ТП". Які програми відносять до нього? 7. Наведіть визначення "спеціального програмного забезпечення АСК ТП" і що розуміють під "структурою програм"?
<p>Тема 7</p>	<p>Інформаційне забезпечення і інформаційна структура АСК ТП. Документи інформаційного забезпечення АСК ТП. Система класифікації і кодування інформації.</p>	<p>[1], с. 46-50</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наведіть визначення інформаційного забезпечення АСК ТП і які документи необхідно випустити при його розробці? 2. Який критерій прийнятий при розробці систем класифікації і кодування інформації? Наведіть приклад шифру вимірювального параметра для температури гарячої води на виході одноступеневого водонагрівача. 3. Які дані містить опис масивів інформації, чим визначається інформаційна структура? Назвіть блоки цієї структури.

Продовження табл. 1

Тема 8	Функціональна структура АСК ТП та її п'ять рівнів, які знаходяться в ієрархічній залежності.	[1], с. 54-56	1. Наведіть визначення функціональної структури АСК ТП як п'ятирівневої ієрархічної схеми і призначення кожного з них.
Тема 9	Загальні відомості про мікропроцесорні контролери (МПК). Призначення і коротка характеристика контролера. Функціональні підсистеми МПК: регулююча; логічна; групового контролю і керування; програмуюча. Склад, структурна схема МПК і технічні характеристики основних блоків. Технологічні мови МПК. Спрощена схема перетворення інформації МПК.	[1], с. 63-80	1. Назвіть основні задачі, для реалізації яких призначений МПК КР-300. 2. Які технологічні мови використовують для програмування МПК КР-300 і назвіть основні кількісні характеристики граматики мови ФАБЛ. 3. Що дозволяє виконувати регулююча підсистема МПК КР-300? 4. Що формує логічна підсистема МПК КР-300? 5. Що здійснює підсистема групового контролю і керування МПК КР-300? 6. Що забезпечує програмуюча підсистема МПК КР-300? Які функції реалізовані в ній? 7. Назвіть склад основних блоків МПК КР-300 і нарисуйте його структурну схему. 8. Що називають алгоритмічними блоками (алгоблоками)? Назвіть послідовність процедур при програмуванні задач на мові ФАБЛ і основні дії при обробці алгоблоків.
Тема 10	Процес створення АСК ТП діючого об'єкта керування. Основні напрямки робіт для створення АСК ТП. Передпроектна підготовка для створення оригінальної АСК ТП. Процес розроблення оригінальної АСК ТП. Промислова експлуатація оригінальної АСК ТП. Учасники створення оригінальної АСК ТП.	[1], с. 128-141	1. Дайте визначення інтуїтивного і формалізованого підходів до створення АСК ТП. 2. Назвіть чотири етапи, пов'язані з формалізацією задачі створення АСК ТП і порядок виконання першого етапу формалізації цієї задачі. 3. Назвіть особливості створення АСК ТП для діючого об'єкта і що розуміють під оригінальною АСК ТП? 4. Назвіть три періоди робіт створення оригінальної АСК ТП для діючого об'єкта, наведіть роботи першого періоду і які матеріали наводять в "ТЕО створення оригінальної АСК ТП". 5. Назвіть п'ять стадій другого періоду - "Процесу розроблення оригінальної АСК ТП" і які матеріали наводять в "ТЗ створення оригінальної АСК ТП"? 6. Наведіть основну мету робіт на стадії "Розроблення проекту оригінальної АСК ТП" і які роботи виконують на етапі "Системотехнічний синтез оригінальної АСК ТП"? 7. Які матеріали включають до складу загальносистемної документації оригінальної АСК ТП і які роботи виконують на етапі "Проектування спеціального математичного і інформаційного забезпечення АСК ТП"?

Продовження табл. 1

			<p>8. Які матеріали включають до складу документації математичного, інформаційного і технічного забезпечення АСК ТП?</p> <p>9. Наведіть основну мету робіт на стадії "Розроблення робочої документації оригінальної АСК ТП".</p> <p>10. Наведіть основну мету робіт на стадії "Введення в дію оригінальної АСК ТП" і основні етапи робіт цієї стадії.</p> <p>11. Назвіть стадії робіт третього періоду - "Промислова експлуатація оригінальної АСК ТП" і які роботи виконують на кожній стадії?</p> <p>12. За яких умов створена оригінальна АСК ТП повинна бути використана як аналог, назвіть учасників створення цієї системи і їх визначення.</p>
Тема11	<p>Дослідження інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г). Мета дослідження, короткий опис підсистеми.</p>	<p>[1], с. 49, 107-111, [2], с. 23-28</p>	<p>1. Назвіть основні функції, які реалізують інформаційно-вимірювальні підсистеми АСКТП.</p> <p>2. Які прилади використовують для автоматичного контролю температури, тиску і витрат відповідних матеріальних потоків?</p> <p>3. Які прилади використовують для контролю горіння полум'я запалювання і основного факела?</p>
Тема12	<p>Дослідження керуючої підсистеми АСК ТП об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г). Мета дослідження, короткий опис підсистеми.</p>	<p>[1], с. 50, 107-113, [2], с. 28-33</p>	<p>1. Назвіть системи автоматичного керування при аварійному потуханні полум'я запальника, основного факела та елементи, що входять до цих систем.</p> <p>2. Назвіть системи автоматичного керування температурою, тиском і витратами відповідних матеріальних потоків?</p>

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Тема 13	Розробка математичної моделі випуску продукції за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування та її дослідження. Алгоритм вирішення задачі та контрольний приклад.	[1], с. 145-150, [3], с. 5-11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назвіть основні дії алгоритму вирішення задачі для розробки математичної моделі випуску продукції за критерієм максимального прибутку методом лінійного програмування. 2. Запишіть функцію цілі в загальному вигляді для випуску продукції першого і другого видів за критерієм максимального прибутку. 3. Що являє собою геометрична інтерпретація математичної моделі задачі лінійного програмування? 4. Розв'язання яких технічних задач відносять до області дискретного програмування?

3. РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ, ФОРМАМИ І ВИДАМИ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ

Зміст навчальної дисципліни (теми, підтеми)	Обсяг у годинах							
	Денне навчання				Заочне навчання			
	Л	П	ЛР	СР С	Л	П	ЛР	СР С
Тема 1.	2		-	4	0,5	-		5
Тема 2.	2		-	4	0,5	-		5
Тема 3.	4		-	6	2	-		7
Тема 4.	4		-	6	-	8		7
Тема 5.	6		6	6	-	6		10
Тема 6.	4		-	6	2	-		8
Тема 7.	4		-	6	2	-		8
Тема 8.	2		-	4	-	2		5
Тема 9.	2		-	6	2	-		7
Тема 10.	4		-	6	2	-		7
Тема 11.	-		6	8	2	-		15
Тема 12.	-		6	10	2	-		10
Тема 13.	2		-	18	1	-		18
Всього:	36	-	18	90	16	16	-	112

4. ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль проводиться за результатами виконання і захисту розрахунково-графічного завдання і захисту лабораторних робіт.

Підсумковий контроль – шляхом складання іспиту.

5. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ

«Відмінно» — виставляється за наступних умов:

1. Творчий підхід до засвоювання матеріалу, повнота і правильність виконання завдання.
2. Вміння застосовувати різні принципи і методи в конкретних ситуаціях.
3. Глибокий аналіз фактів та подій, спроможність прогнозування результатів від прийнятих рішень.
4. Чітке, послідовне викладання відповіді на папері.
5. Вміння пов'язати теорію і практику.

«Добре» - виставляється за наступних умов:

1. Мають місце деякі непринципові помилки несуттєвого характеру у викладанні відповідей при повних знаннях програмного матеріалу.
2. Переважання логічних підходів перед творчими у відповідях на питання.
3. Не завжди правильне прогнозування подій від прийнятих рішень.
4. Вміння пов'язати теорію з практикою.

«Задовільно» - виставляється за наступних умов:

1. Репродуктивний підхід до засвоювання та викладання матеріалу.
2. Недостатня повнота викладання матеріалу, але при обов'язковому виконанні (можливо з несуттєвими помилками) тих завдань, що пов'язані з розв'язанням практичних задач.
3. Неглибокі знання основного матеріалу, наявність великої кількості неточностей у викладанні матеріалу.
4. Нечітке викладання матеріалу на папері, порушення логічної послідовності при викладанні матеріалу.
5. Утруднення при практичному втіленні прийнятих рішень.

«Незадовільно» - виставляється за наступних умов:

1. Відсутність знань з більшої частини матеріалу, погане засвоєння принципів положень курсу.
2. Наявність грубих, принципових помилок при практичному виконанні отриманих завдань.
3. Невиконання або виконання з великими помилками тих завдань, що пов'язані з розв'язанням практичних задач.
4. Неграмотне і неправильне викладання відповідей на папері.

ДРУГА ЧАСТИНА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)

ВСТУП

Загальною метою виконання лабораторних робіт є оволодіння навичками і закріплення знань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» (АСУ ТП). Виконуючи лабораторні роботи, студенти набувають досвід розробки: алгоритмічної структури АСК ТП неперервної дії на базі її математичного забезпечення, інформаційно-вимірювальної і керуючої підсистем АСК ТП об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю 3 Гкал/год).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Розробка алгоритмічної структури автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) та її дослідження (6 год.)

1.1. Мета лабораторної роботи.

Ознайомлення з методикою розробки алгоритмічної структури АСК ТП неперервної дії на базі її математичного забезпечення.

1.2. Математичне забезпечення АСК ТП [1]

Математичне забезпечення АСК ТП являє собою сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів, які використовують при розробці й функціонуванні цих систем. В міру того, як розвивалось застосування обчислювальної техніки в АСК ТП їх математичне забезпечення разом із побудованим на його основі програмним забезпеченням набуло більшого значення і стало співвимірним, а іноді і вище за вартість технічного забезпечення цієї ж системи. Образно кажучи, математичне забезпечення - це «ідеологічний зміст» АСК ТП, або так званий «м'який товар» на відміну від «твердого товару», як називають технічне забезпечення АСК ТП. Керування об'єктом включає в себе комплекс операцій, які необхідні для формування відповідних цілеспрямованих впливів на об'єкт, наприклад, операції автоматичного контролю (отримання інформації), аналізу (вироблення і прийняття рішення) і виконання (реалізація керуючих впливів). Операції отримання інформації та реалізації керуючих впливів у сучасних АСК ТП виконуються автоматично за допомогою засобів технічного забезпечення. Щодо опе-

рацій вироблення і прийняття рішень для керування об'єктом, то, як правило, перш ніж вибрати спосіб їх реалізації, треба знати оптимальний (або хоча б раціональний) алгоритм їх виконання. Для цього кожен задачу керування потрібно сформулювати математично.

1.3. Математичне формування задачі оптимального керування об'єктом при реалізації АСК ТП

Математичне формування будь-якої задачі оптимального керування включає в собі два елементи: математичну модель об'єкта і критерій керування [1]. Математична модель являє собою систему математичних співвідношень, які описують поведінку об'єкта керування і ті умови (збурюючі впливи, обмеження та ін.), в яких він функціонує. Для подання моделі в аналітичній формі необхідно знати фізичну природу об'єкта керування, його структуру та конструктивні особливості. Математична модель завжди більше або менше наближена і не враховує цілий ряд явищ, які виникають в об'єкті, але в той же час вона може з успіхом використовуватись для визначення керуючих впливів при різних сукупностях значень параметрів об'єкта керування. Це можна зробити як в темпі з ходом технологічного процесу, так і в режимі випереджувального аналізу, оскільки велика швидкість сучасних МПК дозволяє виконувати відповідні випереджувачі розрахунки. Якщо характеристики об'єкта керування зазнають змін, то відповідність моделі об'єкта повинна неперервно перевірятися та уточнюватися на основі поточної інформації про стан об'єкта. Користуючись математичною моделлю, застосовують різні керуючі впливи для того, щоб отримати і зафіксувати реакції моделі на ці впливи, а потім вибирають з них ті, які найбільше задовольняють критерію керування.

1.4. Алгоритм вирішення задачі АСК ТП

Переробка інформації в МПК виконується за алгоритмами, які відображають технологічні інструкції для провадження процесу. Кожний алгоритм, який виконує МПК, приблизно відповідає тим міркуванням та обчисленням, які повинен виконати оператор-технолог за відсутності МПК. Такий алгоритм-інструкція, представлений формальною мовою математичних формул і логічних умов, визначає послідовність дій, кожна з яких відповідає виконанню МПК будь-якої елементарної операції. Такими операціями є додавання, віднімання, множення, ділення, логічне додавання тощо.

Послідовність дій не свавільна, а реалізує деякий метод вирішення задачі. Цей метод інколи первісно задають у вигляді математичної формули, інколи в словесній (описувальній) формі або у вигляді сплетіння логічних умов. У всіх випадках його потрібно сформулювати настільки докладно й чітко, щоб не залишалося місця для неоднозначного тлумачення або двозначності, щоб завжди після кінцевого числа елементарних операцій був отриманий певний числовий або логічний (дискретний) результат. Якщо ці умови виконуються, то **інструкція для вирішення задачі висловлена формальною мовою математичних формул і логі-**

чних умов, називається алгоритмом вирішення задачі. В АСК ТП використовують **алгоритми керування** - це також формальна інструкція, в якій мова іде про те, як треба обробляти інформацію щодо об'єкта керування, щоб отримати доцільні керуючі впливи. Алгоритм керування, який відображає загальну ціль системи керування, занадто складний і може бути розділений на велике число підалгоритмів, які відповідні окремим задачам (функціям) системи керування. Ці підалгоритми сполучені між собою так, що в певних виробничих ситуаціях «працюють» окремі ланки загального алгоритму керування. Таким чином, безліч окремих підалгоритмів функціонує не у фіксованій послідовності (один за одним) і не хаотично, а вишиковується у всілякі ланцюги залежно від зміни виробничої ситуації.

1.5. Приклад розробки алгоритмічної структури АСК ТП

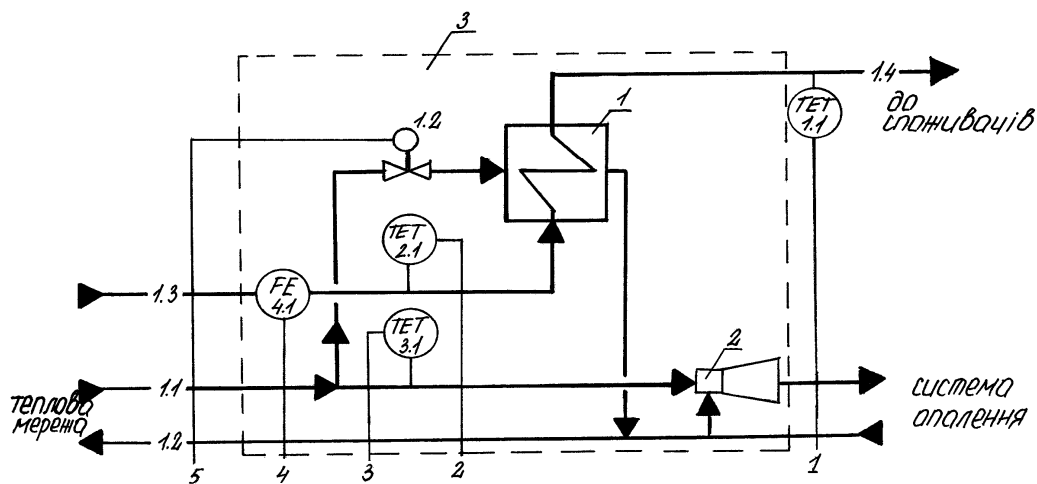
Для розробки алгоритмічної структури конкретної задачі розглянемо фрагмент функціональної схеми автоматизації технологічного процесу (ФСА ТП) [4] системи гарячого водопостачання при одноступеневій паралельній схемі підключення водопідігрівача (рис. 1.1) для цілодобового споживання гарячої води за різних умов її витрат протягом доби.

1.5.1. Короткий опис технологічного процесу і вибір контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації

В одноступеневому водопідігрівачі (1) холодну воду (1.3) нагрівають (до заданого значення температури ($\sim 60^{\circ}\text{C}$)) гарячої води (1.4) в місцях її споживання) гарячим теплоносієм (1.1) у вузлах гарячого водопостачання, що знаходяться в ЦТП (3). Необхідно керувати заданою температурою гарячої води (1.4) для цілодобового споживання за різних витрат протягом доби. Для реалізації цієї окремої задачі треба реалізувати наступні функції: автоматичні контроль температури гарячої та холодної води, температури гарячого теплоносія, витрати холодної води; технологічна сигналізація при виході цих параметрів за норми технологічного регламенту; розрахунок і видача керуючих впливів для керування температурою гарячої води на зміну витрати гарячого теплоносія в одноступеневий водопідігрівач і корекцію її за температурою гарячого теплоносія, за температурою і витратами холодної води.

Для реалізації наведених функцій застосовують багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу РЕМІКОНТ Р-2000 [1], а для автоматичного контролю і керування деякими параметрами описаного технологічного процесу застосовані сучасні контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматизації.

Для автоматичного контролю температури гарячої і холодної води, а також гарячого теплоносія, як первинно-передавальний (ПП/ПрП) перетворювач застосовують термперетворювачі опору мідні з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу ТСМУ-0288 (поз. 1.1; 2.1; 3.1). Сигнали від цих ПП/ПрП надходять на входи МПК, який за алгоритмом «контроль температури» перетворює ці сигнали в значення температури в $^{\circ}\text{C}$.



		1	2	3	4	5
Прилади на місці					FT 4.2	
МПК	Контроль	•	•	•	•	
	Сигналізація	•	•	•	•	
	Керування		•	•	•	•

Рис. 1.1 - Матеріальні потоки: 1.1 - гарячий теплоносіє у подавальному трубопроводі (поперед ЦТП); 1.2 - теплоносіє у зворотньому трубопроводі (після ЦТП); 1.3 - холодна вода; 1.4 - гаряча вода для споживачів. Обладнання: 1 - одноступеневий водопідігрівач; 2 - елеватор; 3 - ЦТП (центральний тепловий пункт); МПК - мікропроцесорний контролер.

Якщо значення цих температур виходять за допустимі регламентні значення, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація температури» видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє ці значення на лицьовій панелі контролера. У цей самий час МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на виконавчий механізм (ВМ) (поз. 1.2), обґрунтування вибору якого наведено далі.

Для автоматичного контролю витрат холодної води як первинний перетворювач (ПП) застосовано діафрагму камерну з фланцевим способом відбору перепаду тиску на ній типу ДК-0,6 (поз. 4.1), сигнали від якої надходять на ПрП, в якості якого застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач перепаду тиску на цій діафрагмі типу САФІР-24 (поз. 4.2) з уніфікованими вихідними сиг-

налами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від цього ПрП надходять на вхід МПК, який за алгоритмом «контроль витрат» перетворює ці сигнали в значення витрати в м³/год. Якщо значення витрати виходить за допустимі регламентні значення, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація витрати» видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє ці значення на лицьовій панелі контролера. У цей самий час МПК за алгоритмом «розрахунок і видача коригуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на ВМ (поз. 1.2).

Для автоматичної зміни величини витрати гарячого теплоносія як ВМ застосовано електричний одно обертовий двигун з гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом типу МЕО-1 (поз. 1.2).

Умовне зображення на рис. 1.1 функцій, які реалізовано МПК РЕМІКОНТ Р-2000, показано колами \varnothing 2 мм (зафарбовано).

1.5.2. Постановка задачі керування температурою гарячої води

Функціонально наведена задача розподіляється на три взаємозв'язаних частини. Перша частина відповідає за процес керування температурою гарячої води при постійних значеннях других параметрів, які автоматично контролюють, тобто при незмінних параметрах (структурі й коефіцієнтах) математичної моделі одноступеневого водопідігрівача. Друга частина являє собою математичну модель одноступеневого водопідігрівача, параметри якої змінюються протягом доби, тому потрібна корекція цієї моделі. Третя частина включає всі дії, які дозволяють оператору-технологу в будь-який час візуально контролювати значення параметрів технологічного процесу і відповідних керуючих впливів, що здійснюється за допомогою дисплею МПК. Розроблена ФСА ТП (рис. 1.1) дозволяє зрозуміти замисел вирішення окремої задачі, тобто підхід до вирішення задачі керування температурою гарячої води для споживачів.

1.5.3. Розробка спрощеної алгоритмічної структури

Наступним кроком в деталізації цього підходу є побудова спрощеної алгоритмічної структури (блок-схеми алгоритму) задачі, фрагмент цієї структури зображений на рис. 1.2.

На алгоритмічній структурі алгоритм керування температурою гарячої води умовно розділений на два підалгоритми. **Підалгоритм А** реалізує ту частину вирішення задачі, яку виконують в неперервному автоматичному режимі власне для керування температурою гарячої води. **Підалгоритм Б** виконується тільки за запитом оператора-технолога. Природно, що обидва підалгоритми взаємозв'язані за використанням загальних даних. При цьому перехід виконання дій з одного блока (модуля) до іншого умовно зображено лінією, при цьому для переходу згори-вниз і зліва-праворуч **стрілку не треба ставити, а, навпаки, стрілку обов'язково треба ставити**. Графічно блоки (модулі) умовно зображують у вигляді прямокутників або ромбів із співвідношенням висоти (малої діагоналі) до ширини (великої діаго-

налі) 1:1,5; при цьому висоту вибирають з ряду: 10; 20 або 30 мм, а відстань поміж блоками (модулями) завжди 10 мм.

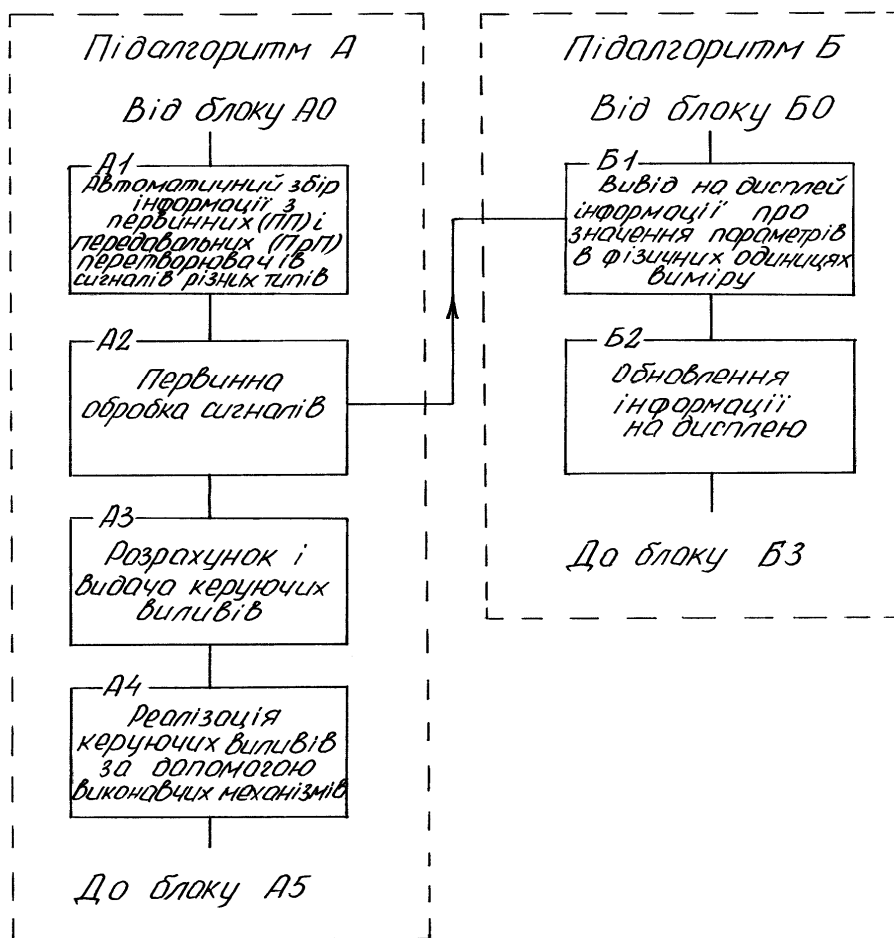


Рис. 1.2 - Фрагмент спрощеної алгоритмічної структури (блок-схеми алгоритму) вирішення задачі керування температурою гарячої води для споживачів.

Алгоритмічна структура розглянутої задачі може бути зображена з різним ступенем деталізації. Звичайно кожному блоку (модулю) спрощеної блок-схеми алгоритму відповідають більш детальні блок-схеми. Як приклад, на рис. 1.3 показаний фрагмент блок-схеми спрощеного алгоритму одного з блоків (модулів) спрощеної алгоритмічної структури - блоку А2 – «Первинна обробка сигналів».

При подальшій деталізації алгоритму виконується докладний опис кожного нового блоку. Він включає математичні формули, логічні умови їх взаємозв'язків і часові характеристики виконання окремих блоків.

Сукупність матеріалів, які відображають алгоритм вирішення задачі, має два напрямлення. По-перше, вона фіксує ідейні аспекти, тобто замисел і метод вирішення задачі, і, по-друге, служить завданням для наступного етапу деталізації ал-

горитму - етапу перетворення прийнятої сукупності ідей в комплекс взаємодіючих програм МПК.

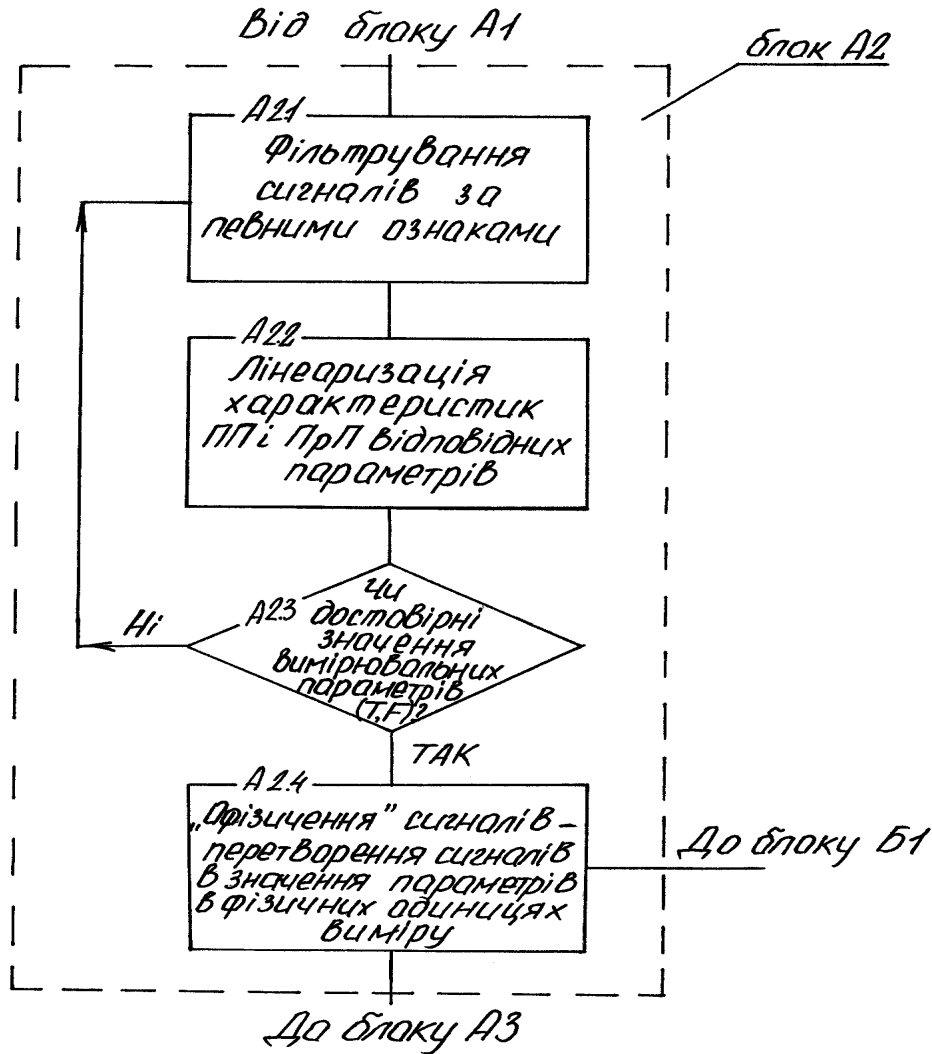


Рис. 1.3 - Фрагмент блок-схеми спрощеного алгоритму блоку А2 – «Первинна обробка сигналів».

1.6. Зміст звіту

Зміст звіту про виконану лабораторну роботу повинен мати фрагмент ФСА ТП, постановку задачі керування температурою гарячої води, фрагмент спрощеної алгоритмічної структури (блок-схеми алгоритму) вирішення задачі керування цією температурою і фрагмент блок-схеми спрощеного алгоритму блоку А2 – «Первинна обробка сигналів».

1.7. Контрольні запитання до лабораторної роботи № 1

1. Наведіть визначення математичного забезпечення АСК ТП.
2. Що розуміють під термінами «м'який товар» і «твердий товар»?
3. Що включає математичне формулювання задачі оптимального керування?
4. Що являє собою математична модель об'єкта керування і як її використовують для керування об'єктом?
5. Наведіть визначення алгоритму керування.
6. Що розуміють під алгоритмічною структурою задачі?
7. Наведіть умовні графічні зображення блоків (модулів) блок-схеми алгоритму і перехід виконання дій із одного блока до іншого.

2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Розробка інформаційно-вимірювальної підсистеми автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСК ТП) об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год) та її дослідження (6 год.)

2.1. Мета лабораторної роботи

Ознайомлення з інформаційно-вимірювальною підсистемою АСК ТП неперервної дії як складовою частиною інформаційної структури цієї системи [1].

2.2. Опис інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год.

Інформаційна структура АСК ТП визначається функціональними призначеннями цієї системи і характером зв'язків між інформаційно-вимірювальною і керуючою підсистемами, які вирішують загальне завдання керування об'єктом керування. Інформаційно-вимірювальна підсистема АСК ТП призначена для збору в автоматичному режимі даних про значення параметрів технологічного процесу об'єкта керування за допомогою відповідних перетворювачів сигналів, які надходять на входи мікропроцесорного контролера (МПК). МПК за алгоритмами «контроль будь-якого параметра» і «технологічна сигналізація цього параметра» виконує відповідні функції.

Опис інформаційно-вимірювальних підсистем АСК ТП неперервної дії залежить від складності розроблених функціональних схем автоматизації технологічних процесів (ФСА ТП) адресним методом [4]; короткого опису технологічних процесів; опису функцій, які необхідно виконувати; обґрунтування вибору застосованих контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації (КВП і ЗА), в тому числі мікропроцесорного контролера (МПК). Тому АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год розроблено у вигляді фрагмента ФСА ТП адресним методом (рис. 2).

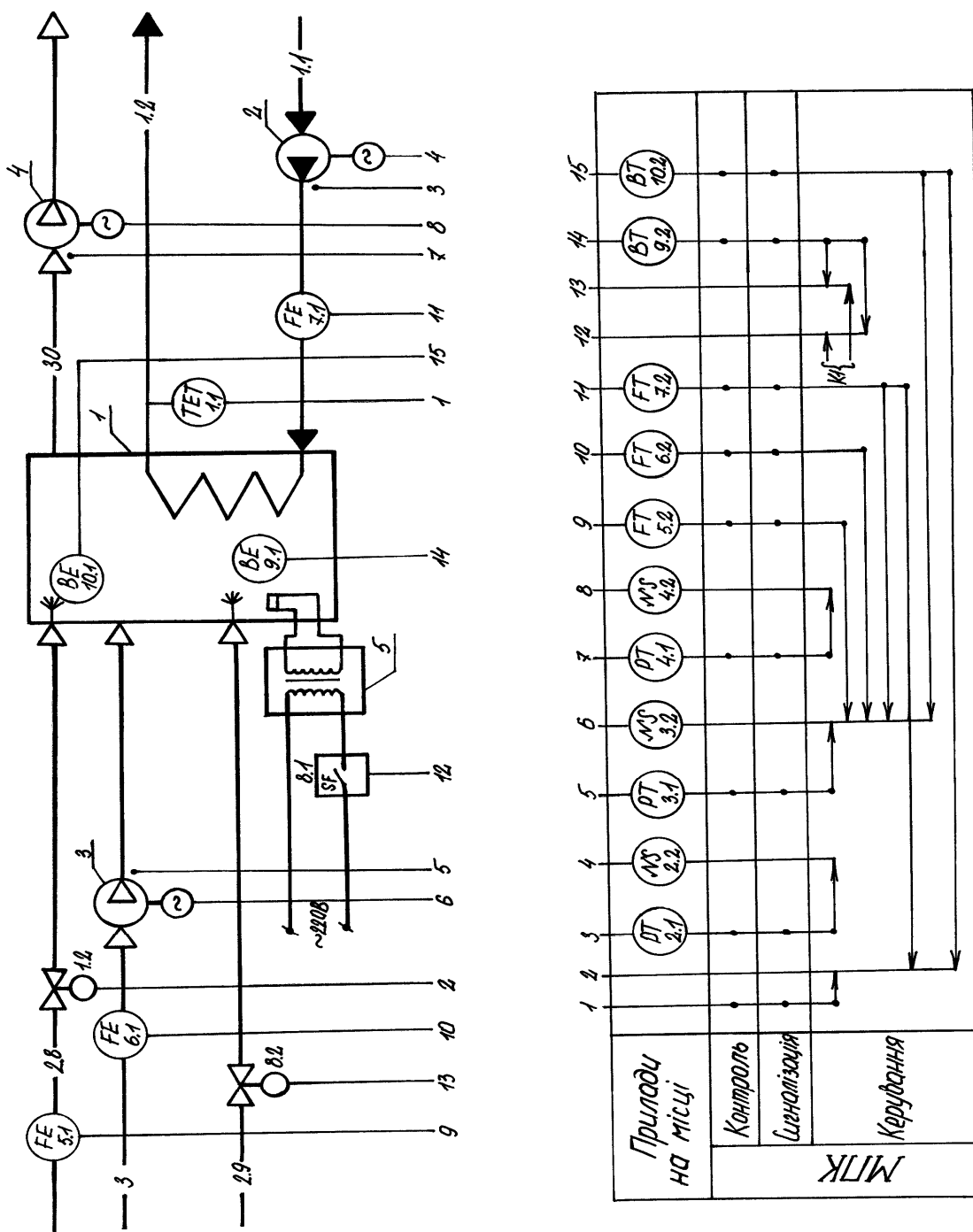


Рис. 2 - Матеріальні потоки: 1.1 - холодна вода до водогрійного котла; 1-2 - гаряча вода після водогрійного котла; 3 - повітря до водогрійного котла; 28 - природний газ до водогрійного котла; 29 - природний газ для запалювання полум'я; 30 - дим після водогрійного котла. Обладнання: 1 - водогрійний котел; 2 - насос подачі холодної води до водогрійного котла із електродвигуном; 3 - вентилятор подачі повітря до водогрійного котла із електродвигуном; 4 - димосос із електродвигуном; 5 - електрична котушка запалювання полум'я.

2.2.1. Короткий опис технологічного процесу

У водогрійному котлі (1) потужністю до 3 Гкал/год відбувається процес перетворення теплової енергії природного газу (28), що спалюється для нагріву холодної води (1.1), яка подається насосом (2) з електродвигуном до нього. Гаряча вода (1.2) після водогрійного котла (1) надходить споживачам. Для забезпечення заданої температури цієї води (1.2), необхідно виконувати її автоматичні контроль і керування нею зміною витрат природного газу (28) до водогрійного котла (1). Нормальну роботу відповідних насоса (2), вентилятора (3) і димососа (4) забезпечують автоматичними контролем тиску в нагнітальних патрубках насоса (2) і вентилятора (3) і розрідження у всмоктувальному патрубку димососа (4) та керування ними зміною числа обертів відповідних електродвигунів. Оскільки температура гарячої води (1.2) залежить також від витрат холодної води (1.1), то необхідно керувати співвідношенням витрат холодної води (1.1), природного газу (28) і повітря (3) до водогрійного котла (1) зміною витрат повітря (3), а для цього виконують контроль витрат цих параметрів. Окрім того, при аварійному припиненні витрат холодної води (1.1), виконують автоматичне відключення витрат природного газу (28) і повітря (3) до водогрійного котла (1). Для запалювання полум'я у водогрійному котлі (1) застосовують електричну котушку запалювання полум'я (5) типу КЗПЕ, напруга живлення якої 220В перемінного струму. Необхідно забезпечити автоматичне запалювання полум'я і контроль горіння цього полум'я і основного факела.

Для АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год необхідно виконати наступні функції, які включають елементи керуючої підсистеми АСК ТП (див. лабораторну роботу № 3).

2.2.2. Опис функцій, які треба реалізувати

1. Автоматичні контроль температури гарячої води після водогрійного котла, технічна сигналізація при виході її за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування цією температурою зміною витрат природного газу.

2. Автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса подачі холодної води до водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування тиском зміною обертів електродвигуна насоса.

3. Автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування тиском зміною обертів електродвигуна вентилятора.

4. Автоматичні контроль розрідження (вакууму) у всмоктувальному патрубку димососа, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування розрідженням зміною обертів електродвигуна димососа.

5. Автоматичні контроль витрат холодної води, природного газу і повітря до водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході їх за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування співвідношенням цих витрат зміною числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря.

6. Автоматичні контроль витрат холодної води до водогрійного котла, технологічна сигналізація при аварійному припиненні подачі холодної води, розрахунок і видача керуючих впливів на автоматичне відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла.

7. Автоматичні включення котушки запалювання полум'я за таймером K_1 і подача природного газу для запалювання цього полум'я за допомогою електричної котушки запалювання.

8. Автоматичні контроль горіння полум'я запалювання, технологічна сигналізація при аварійному погасанні цього полум'я, розрахунок і видача керуючих впливів на відключення електричної котушки запалювання полум'я і припинення подачі природного газу для запалювання полум'я.

9. Автоматичні контроль горіння основного факела, технологічна сигналізація при аварійному погасанні цього факела, розрахунок і видача керуючих впливів на відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла.

2.2.3. Обґрунтування вибору сучасних КВП і ЗА, в тому числі МПК, для реалізації функцій інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП

Для виконання вказаних функцій застосовано багатofункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу РЕМІКОНТ Р-2000, основні технічні характеристики якого наведено в [1].

Для автоматичного контролю температури гарячої води після водогрійного котла як первинно-передавальний (ПП/ПрП) перетворювач застосовано термopетворювач опору мідний з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу ТСМУ-0288 (поз. 1.1). Сигнали від нього надходять на вхід МПК, який за алгоритмом «контроль температури» перетворює ці сигнали в значення температури в °С. Якщо значення цієї температури виходить за допустимі регламентні значення, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація температури» видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє це значення на лицьовій панелі контролера. (Наступні дії МПК щодо температури та інших параметрів відносяться до керуючої підсистеми АСК ТП, а тому будуть розглянуті в лабораторній роботі №3).

Для автоматичного контролю надлишкового тиску в нагнітальних патрубках насоса подачі холодної води і вентилятора подачі повітря як передавальний перетворювач (ПрП) застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі надлишкового тиску типу САФІР-21 (поз. 2.1; 3.1) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за алгоритмами «контроль тиску» перетворює ці сигнали в значення тиску в

Па (кПа, МПа). Якщо значення цих тисків виходять за допустимі регламентні значення, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація тиску» видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє ці значення на лицьовій панелі контролера.

Для автоматичного контролю розрідження у всмоктувальному патрубку димососа як передавальний перетворювач (ПрП) застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач розрідження типу САФІР-22 (поз. 4.1) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від нього надходять на вхід МПК, який за алгоритмом «контроль розрідження» перетворює ці сигнали в значення розрідження в Па (кПа). Якщо значення цього розрідження виходить за допустимі регламентні значення, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація розрідження» видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє це значення на лицьовій панелі контролера.

Для автоматичного контролю витрат природного газу, повітря і холодної води як первинний перетворювач (ПП) застосовано діафрагми камерні з фланцевим способом відбору перепаду тиску на них типу ДК-0,6 (поз. 5.1; 6.1; 7.1), сигнали від яких надходять на ПрП, в якості яких застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі перепаду тиску на цих діафрагмах типу САФІР-24 (поз. 5.2; 6.2; 7.2) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за алгоритмом «контроль витрат» перетворює ці сигнали в значення витрат в м³/год. Якщо значення цих витрат виходить за допустимі регламентні значення, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація витрати» видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє ці значення на лицьовій панелі контролера.

Для автоматичного контролю горіння полум'я запалювання і основного факела як ПП застосовано прилад контролю наявності полум'я типу Ф.24.2 (поз. 9.1; 10.1), принцип дії якого заснований на детектуючих властивостях полум'я, сигнали від яких надходять на ПрП, в якості яких застосовано нормуючі перетворювачі з уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу Ш-703 (поз. 9.2; 10.2). Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за алгоритмом «контроль горіння полум'я» при його погасанні видає світлові або/і звукові сигнали, реєструє час погасання полум'я.

Умовне зображення функцій інформаційно-вимірювальної підсистеми, які реалізовано МПК РЕМІКОНТ Р-2000 на рис. 2, показано колами \varnothing 2 мм (зафарбовано).

2.3. Зміст звіту

Зміст звіту про виконану лабораторну роботу повинен мати фрагмент ФСА ТП, короткий опис технологічного процесу; а також деяких функцій і обґрунтування вибору сучасних КВП і ЗА, в тому числі МПК, для реалізації цих функцій. Для виконання цього студенти отримують індивідуальні завдання.

2.4. Контрольні запитання до лабораторної роботи № 2

1. Назвіть основні функції, які реалізують при впровадженні АСК ТП водогрійного котла потужністю 3 Гкал/год.
2. Які прилади використовують для контролю горіння полум'я запалювання і основного факела?
3. Який ПП/ПрП застосовано для автоматичного контролю температури гарячої води і які алгоритми використовує МПК для реалізації інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП за цим параметром?
4. Які ПрП застосовано для автоматичного контролю надлишкового тиску і які алгоритми використовує МПК для реалізації інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП за цим параметром?
5. Який ПрП застосовано для автоматичного контролю розрідження і які алгоритми використовує МПК для реалізації інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП за цим параметром?
6. Які ПП і ПрП застосовано для автоматичного контролю витрат відповідних матеріальних потоків і які алгоритми використовує МПК для реалізації інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП за цими параметрами?
7. Назвіть призначення інформаційно-вимірювальної підсистеми АСК ТП.
8. Чим визначається інформаційна структура АСК ТП?

3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Розробка керуючої підсистеми автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСК ТП) об'єкта керування міського господарства (на прикладі АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год) та її дослідження (6 год.)

3.1. Мета лабораторної роботи

Ознайомлення з керуючою підсистемою АСК ТП неперервної дії як складовою частиною інформаційної структури цієї системи [1].

3.2. Опис керуючої підсистеми АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год

Інформаційна структура АСК ТП визначається функціональним призначенням цієї системи і характером зв'язків між інформаційно-вимірювальною і керуючою підсистемами, які вирішують загальне завдання керування об'єктом керування. Керуюча підсистема АСК ТП призначена для автоматичних розрахунків і видачі керуючих або коригуючих впливів, які надходять на виконавчі механізми об'єкта керування. Оператор-технолог АСК ТП в діалоговому режимі спілкується з відповідним устаткуванням інформаційно-вимірювальної і керуючої підсистем, а в ручному режимі – безпосередньо з об'єктом керування.

Для опису керуючої підсистеми АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год будемо використовувати фрагмент ФСА ТП (див. лабораторну роботу № 2), для якого наведено опис технологічного процесу і функцій, а тому розглянемо обґрунтування вибору сучасних КВП і ЗА.

3.2.1. Обґрунтування вибору сучасних КВП і ЗА, в тому числі МПК, для реалізації функцій керуючої підсистеми АСК ТП

Для виконання функцій керуючої підсистеми АСК ТП (див. підрозділ 2.2.2 лабораторної роботи № 2) застосовано багатofункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу РЕМІКОНТ Р-2000, основні технічні характеристики якого наведені в [1].

Для видачі керуючих впливів на керування температурою гарячої води після водогрійного котла, МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідний виконавчий механізм (ВМ) (поз. 1.2), обґрунтування вибору якого наведено далі, для зміни витрат природного газу.

Для видачі керуючих впливів на керування тиском в нагнітальних патрубках насоса подачі холодної води і вентилятора подачі повітря до водогрійного котла, а також розрідженням у всмоктувальному патрубку димососа, МПК за алгоритмами «розрахунок і видача керуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідні ВМ (поз. 2.2; 3.2; 4.2), обґрунтування вибору яких наведено далі, для зміни обертів електродвигунів названого обладнання.

Для видачі керуючих впливів на керування співвідношенням витрат холодної води, природного газу і повітря до водогрійного котла, МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідний ВМ (поз. 3.2), обґрунтування вибору якого наведено далі, для зміни числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря.

Для видачі керуючих впливів на автоматичне відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла при аварійному припиненні подачі холодної води до цього котла, МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідні ВМ (поз. 1.2; 3.2), обґрунтування вибору яких наведено далі, для автоматичного відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла.

Для автоматичного включення електричної котушки запалювання полум'я, МПК по таймеру K_1 видає керуючі впливи на ВМ (поз. 8.2) подачі природного газу для запалювання полум'я і на ВМ (поз. 8.1) типу SF (вимикач автоматичний) [4], обґрунтування вибору ВМ (поз. 8.2) наведено далі.

Для видачі керуючих впливів на відключення електричної котушки запалювання полум'я і припинення подачі природного газу для запалювання цього полум'я, МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів при аварійному погасанні полум'я запалювання» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідні ВМ (поз. 8.1; 8.2).

Для видачі керуючих впливів на відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла при аварійному погасанні основного факела, МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів при аварійному погасанні основного факела» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідні ВМ (поз. 1.2; 3.2).

Для автоматичних змін величини витрат матеріальних потоків, припинення або відновлення їх як ВМ застосовано електричний однообертовий двигун з гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом типу МЕО-1 (поз. 1.2; 8.2).

Для автоматичних пуску/зупинки електродвигунів насоса подачі холодної води, вентилятора подачі повітря і димососа або зміни їх обертів як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ в комплекті (поз. 2.2; 3.2; 4.2).

Умовне зображення функцій керуючої підсистеми, які реалізовано МПК РЕМІКОНТ Р-2000, на рис. 2 (лабораторна робота 2) показано колами \varnothing 2 мм (зафарбовано).

3.2.2. Повна назва систем автоматичного керування параметрами технологічного процесу

У зв'язку з тим, що для інформаційно-вимірювальної і керуючої підсистем АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год в лабораторних роботах №2 і №3 детально описано фрагмент технологічного процесу, функції, які реалізує фрагмент ФСА ТП, обґрунтування вибору сучасних КВП і ЗА, в тому числі МПК РЕМІКОНТ Р-2000, шляхи проходження сигналів від ПП/ПрП, ПрП, ПП через ПрП до МПК, а керуючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх систем автоматичного керування (САК) (в порядку, як описано функції в підрозділі 2.2.1 лабораторної роботи № 2), основні елементи САК, їх позиції і типи КВП і ЗА.

1. Система автоматичного керування температурою гарячої води після водогрійного котла з видачею керуючих впливів на зміну витрат природного газу до цього котла. Система складається із:

ПП/ПрП - поз. 1.1 - ТСМУ-0288;

МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;

ВМ - поз. 1.2 - МЕО-1.

2. Система автоматичного керування тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі холодної води до водогрійного котла з видачею керуючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП - поз. 2.1 - САФІР-21;

МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;

ВМ - поз. 2.2 - ПМЕ.

3. Система автоматичного керування тиском в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до водогрійного котла з видачею керуючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП - поз. 3.1 - САФІР-21;
МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
ВМ - поз. 3.2 - ПМЕ.

4. Система автоматичного керування розрідженням (вакуумом) у всмоктувальному патрубку димососа із водогрійного котла з видачею керуючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП - поз. 4.1 - САФІР-22;
МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
ВМ - поз. 4.2 - ПМЕ.

5. Система автоматичного керування співвідношенням витрат холодної води, природного газу і повітря до водогрійного котла з видачею керуючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря. Система складається із:

ПП $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 5.1} \\ \text{поз. 6.1} \\ \text{поз. 7.1} \end{array} \right\}$ - ДК-0,6;
ПрП $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 5.2} \\ \text{поз. 6.2} \\ \text{поз. 7.2} \end{array} \right\}$ - САФІР-24;
МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
ВМ - поз. 3.2 - ПМЕ.

6. Система автоматичного керування відключенням подачі природного газу і повітря при аварійному припиненні подачі холодної води до водогрійного котла. Система складається із:

ПП - поз. 7.1 - ДК-0,6;
ПрП - поз. 7.2 - САФІР-24;
МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
ВМ - $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 1.2 - МЕО-1;} \\ \text{поз. 3.2 - ПМЕ.} \end{array} \right.$

7. Система автоматичного керування включенням котушки запалювання полум'я за таймером К1 із видачею керуючих впливів на подачу природного газу для запалювання полум'я. Система складається із:

таймер - К1 (відповідний алгоритм МПК);
МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
ВМ - $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 8.1 - SF (вимикач автоматичний);} \\ \text{поз. 8.2 – МЕО-1.} \end{array} \right.$

8. Система автоматичного керування відключенням котушки запалювання полум'я при аварійному потуханні його із видачею керуючих впливів на припинення подачі природного газу для запалювання полум'я. Система складається із:

- ПП - поз. 9.1 - Ф 24.2;
- ПрП - поз. 9.2 - Ш-703;
- МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
- ВМ - $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 8.1 - SF;} \\ \text{поз. 8.2 - МЕ0-1.} \end{array} \right.$

9. Система автоматичного керування горінням основного факелу в водогрійному котлі із видачею керуючих впливів на відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла при аварійному потуханні основного факелу. Система складається із:

- ПП - поз. 10.1 - Ф 24.2;
- ПрП - поз. 10.2 - Ш-703;
- МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;
- ВМ - $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 1.2 - МЕ0-1;} \\ \text{поз. 3.2 - ПМЕ.} \end{array} \right.$

Реалізація АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год сприяє підвищенню його продуктивності на 15-20% порівняно з дистанційним керуванням цим котлом.

3.2.3. СПЕЦИФІКАЦІЯ на КВП і ЗА

Таблиця 2

№№ позицій приладів на ФСА ТП	Назва приладу	Тип приладу	Кількість
1	2	3	4
1.1	Термоперетворювач опору мідний з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА	ТСМУ-0188	1
2.1; 3.1	Вимірювальний тензорезисторний перетворювач надлишкового тиску з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА	САФІР-21	4
4.1	Вимірювальний тензорезисторний перетворювач розрідження з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА	САФІР-22	2
5.1; 6.1; 7.1	Діафрагма камерна з фланцевим способом відбору перепаду тиску на ній	ДК-0,6	5

Продовження табл. 2

1	2	3	4
5.2; 6.2; 7.2	Вимірювальний тензорезисторний перетворювач перепаду тиску на діафрагмі камерній з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА	САФІР-24	5
9.1; 10.1	Прилад контролю наявності полум'я	Ф.24.2	2
9.2; 10.2	Нормуючий перетворювач з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА	Ш-703	2
1.2; 8.2	Електричний однообертний двигун з гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом	МЕО-1	2
2.2; 3.2; 4.2	Пускач магнітоелектричний в комплекті	ПМЕ	6
8.1	Вимикач автоматичний	SF	1
Багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК)		РЕМІКОНТ Р-2000	1

3.3. Зміст звіту

Звіт про виконану лабораторну роботу повинен мати обґрунтування вибору сучасних КВП і ЗА, в тому числі МПК, для реалізації деяких функцій керуючої підсистеми АСК ТП і опис повних назв відповідних систем автоматичного керування цими параметрами технологічного процесу. Для виконання цього студенти отримують індивідуальні завдання.

3.4. Контрольні запитання

1. Назвіть основні функції, які реалізують при впровадженні АСК ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год.

2. Які прилади використовують для контролю горіння полум'я запалювання і основного факела?

3. Назвіть систему автоматичного керування відключенням котушки запалювання при аварійному потуханні полум'я запальника та елементи, що входять до цієї системи.

4. Назвіть систему автоматичного керування горінням полум'я основного факелу при аварійному його потуханні та елементи, що входять в цю систему.

5. Назвіть системи автоматичного керування: температурою гарячої води; тиском в нагнітальних патрубках насоса подачі холодної води і вентилятора подачі повітря; розрідженням (вакуумом) у всмоктувальному патрубку димососа; співвідношенням витрат холодної води, природного газу і повітря.

6. Яким методом реалізовано фрагмент ФСА ТП водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/год?

ТРЕТЯ ЧАСТИНА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5, 6 курсу заочної форми навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)

ВСТУП

Загальною метою практичних занять є оволодіння навичками і закріплення знань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами». Виконуючи завдання на практичних заняттях, студенти набувають досвід розробки типових технічних структур централізованих і децентралізованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП), алгоритмічних і функціональних структур цих систем.

Практичні заняття сприяють більш повному розумінню АСК ТП як людино-машинної системи, що забезпечує автоматизований збір інформації, розрахунок, видачу і реалізацію керуючих впливів на об'єкт керування відповідно до критеріїв керування.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Розробка типових технічних структур (ТТС) централізованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) (4 год.)

1.1. Мета практичного заняття – оволодіння навичками і закріплення отриманих знань для розробки ТТС централізованих АСК ТП.

1.2. Технічне забезпечення і ТТС АСК ТП [1]

Технічне забезпечення (ТЗ) АСК ТП являє собою сукупність технічних засобів і алгоритмів їх функціонування для реалізації всіх функцій АСК ТП. Склад технічного забезпечення АСК ТП змінювався з бігом часу, починаючи з початку 60-х років ХХ ст. донедавна залежно від технічних засобів, які випускала промисловість країни. Тривалий час до складу технічного забезпечення АСК ТП входили засоби отримання, перетворення, передачі й відображення інформації, а також обчислювальні, керуючі й виконавчі пристрої. Тобто технічне забезпечення включало повний набір контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації (КВП та ЗА), а також керуючу обчислювальну машину (КОМ) відповідного типу. До складу технічного забезпечення АСК ТП входять також прилади і пристрої, необхідні для наладки і перевірки працездатності технічних засобів АСК ТП, а також запасні прилади. Технічні характеристики всіх засобів

АСК ТП повинні допускати взаємозамінність однойменних технічних засобів, бути вибрані з урахуванням впливів навколишнього середовища та забезпечення безпечної експлуатації системи.

Сукупність усіх технічних засобів АСК ТП, які показують у вигляді конструктивно самостійних приладів, вузлів, пристроїв тощо, визначають у вигляді технічної структури АСК ТП, яка відображає основні самостійні частини технічних засобів системи. Зв'язки поміж цими частинами символізують реальні фізичні лінії (електричні проводи, кабелі тощо), які з'єднують окремі засоби автоматизації в сумісно функціонуючий комплекс. За роки розробки і впровадження АСК ТП їх технічні структури змінювались залежно від технічних засобів, які випускала промисловість нашої країни. Технічні структури АСК ТП в чималій мірі залежали також від надійності технічних засобів, їх типізації та уніфікації. Перш ніж описувати типові технічні структури АСК ТП, розглянемо змістовий склад термінів «типізація» і «уніфікація».

Типізацію визначають як «обґрунтоване зведення багатьох зразків вибраних типів конструкцій машин (в т.ч. КОМ), обладнання, приладів, тощо до невеликої кількості найкращих з певного погляду зразків, що мають суттєві якісні ознаки» [1]. У загальному вигляді типізація є оптимізаційною задачею з обмеженнями. Типізація передугає **уніфікації**, тобто «зведення різних видів продукції і засобів її виробництва до раціонального мінімуму типорозмірів, форм, властивостей тощо» [1]. Уніфікація сприяла тому, що КВП та ЗА, а також КОМ мають на вході і/або виході уніфіковані сигнали постійного струму величинами: 0-5, 0-20, 4-20 мА. Для АСК ТП частіше вживають уніфіковані сигнали постійного струму 4-20 мА [1,5,7].

Тривалий час застосовували дві типові технічні структури так званих централізованих АСК ТП. Розглянемо ці структури у спрощеному вигляді. Слід мати на увазі, що ПП і ВМ установлюють безпосередньо на об'єкті керування, а ПрП і двопозиційні виконавчі механізми - на оперативних щитах автоматизації [2], але на структурних схемах їх умовно розміщують так, щоб показати шляхи проходження сигналів між обладнанням.

1.3. Типова технічна структура централізованої АСК ТП з супервізорним (супервайзерним, непрямим) режимом керування параметрами технологічного процесу (рис. 1.1)

Названа централізована АСК ТП забезпечує виконання задач: централізований автоматичний збір інформації про значення відповідних параметрів за допомогою ПП (для тиску ПрП), сигнали від яких поступають до ПрП для перетворення в уніфіковані сигнали, як правило, 4-20 мА постійного струму, які поступають до ЛАР, а від них - через ПЗ з ОК до КОМ; первинну обробку цієї інформації (фільтрування сигналів, лінеризація характеристик ПП і ПрП, «офізичення» сигналів - перетворення сигналів в значення параметрів у фізичних одиницях виміру: °С, Па, м³/ч, м та ін.); реєстрування значень

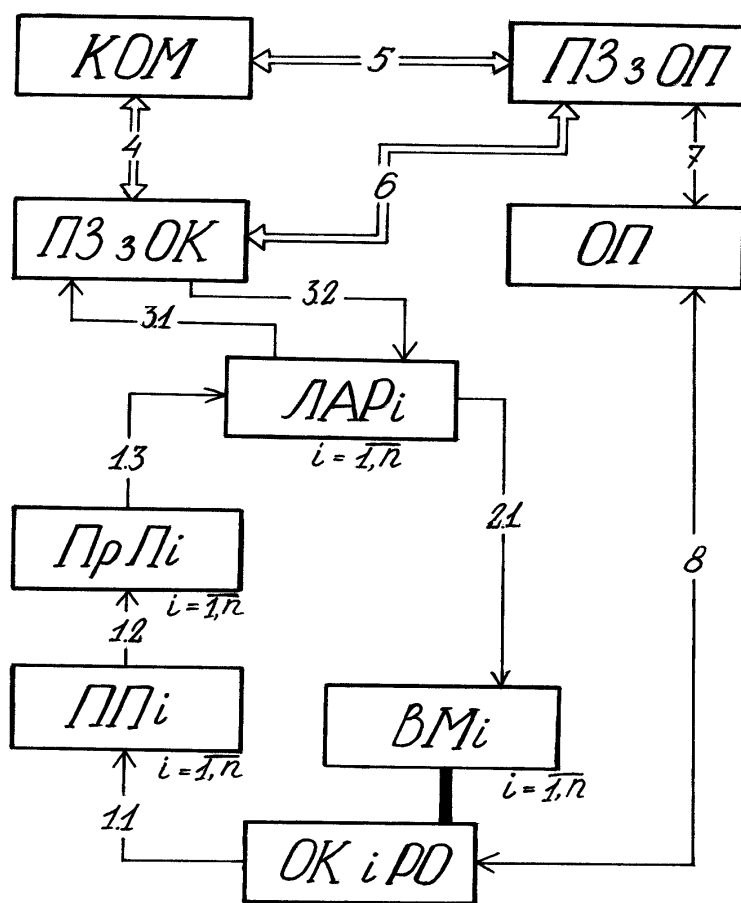


Рис. 1.1 - Обладнання: КОМ - керуюча обчислювальна машина; ПЗ з ОК - пристрої зв'язку з об'єктом керування; ПЗ з ОП - пристрої зв'язку з оперативним персоналом; ЛАРі ($i = \overline{1, n}$) - локальні автоматичні регулятори; ППі та ПрПі ($i = \overline{1, n}$) - первинні й передавальні перетворювачі сигналів; ВМі ($i = \overline{1, n}$) - виконавчі механізми, механічно з'єднані зі штоками регулюючих органів; ОК і РО - об'єкт керування і регулюючі органи; ОП - оперативний персонал. Потоки інформації, в автоматичному режимі: 1.1, 1.2, 1.3 - аналогові сигнали про значення відповідних параметрів ($i = \overline{1, n}$) ОК від місця виміру через ППі та ПрПі до ЛАРі ($i = \overline{1, n}$); 2.1 - аналогові сигнали керуючих впливів від ЛАРі на відповідні ВМі ($i = \overline{1, n}$); 3.1 - аналогові сигнали для контролю відповідних параметрів ($i = \overline{1, n}$) за допомогою КОМ через ПЗ з ОК; 4, 5, 6 - сигнали в цифровому коді для взаємообміну відповідною інформацією поміж КОМ, ПЗ з ОК та ПЗ з ОП; в діалоговому режимі: 7 - інформація для взаємообміну поміж ОП і ПЗ з ОП про поточні значення параметрів, параметри настроювання відповідних ЛАРі ($i = \overline{1, n}$), корекцію при потребі цих настроювань тощо; в ручному режимі: 8 - взаємодія ОП безпосередньо із ОК для аналітичного контролю деяких параметрів і дистанційне керування окремими параметрами за допомогою РО.

параметрів; розрахунок і видача керуючих впливів через ПЗ з ОК та ЛАРі ($i = \overline{1, n}$) на відповідні ВМі ($i = \overline{1, n}$); контроль роботи ЛАРі ($i = \overline{1, n}$) та корекцію параметрів їх настроювання при потребі; технологічна сигналізація при виході параметрів за норми технологічного регламенту; обслуговування оперативного персоналу при потребі тощо. Взаємообмін відповідною інформацією між КОМ, ПЗ з ОК виконують сигналами в цифровому коді. Оперативний персонал в діалоговому режимі має можливість взаємообміну інформацією через ПЗ з ОП про поточні значення параметрів технологічного процесу, параметри настроєк ЛАРі ($i = \overline{1, n}$), корекцію при потребі цих параметрів тощо. При всталеному протіканні технологічного процесу ЛАРі ($i = \overline{1, n}$) стабілізують параметри керування. Оперативний персонал в ручному режимі взаємодіє безпосередньо із ОК для виконання певних задач. Основною задачею централізованих АСК ТП з супервізорним (супервайзерним) режимом керування є автоматична стабілізація перехідних технологічних процесів об'єкта керування поблизу оптимального значення критерію керування особливо в умовах неконтрольованих збурених впливів.

Надійність роботи розглянутої типової технічної структури централізованої АСК ТП більше всього залежала від надійності КОМ і ЛАРі ($i = \overline{1, n}$). Через те, що надійність КОМ і ЛАР в кінці 60-х до початку 80-х років минулого століття була ще невисокою, фахівці розробили іншу типову технічну структуру централізованої АСК ТП.

1.4. Типова технічна структура централізованої АСК ТП з безпосереднім (прямим) цифровим режимом керування параметрами технологічного процесу (рис. 1.2)

Централізована АСК ТП з безпосереднім (прямим) цифровим режимом керування параметрами технологічного процесу виконує загалом такі ж задачі, як наведені вище для попередньої АСК ТП, окрім того, що керуючі впливи видаються безпосередньо на відповідні ВМі ($i = \overline{1, m}$) і відсутні контроль роботи ЛАРі ($i = \overline{1, n}$) та корекція параметрів їх настроювань. Застосування КОМ в режимі безпосереднього (прямого) керування параметрами технологічного процесу дозволяє створювати програмним шляхом розімкнуті системи автоматичного керування відносно керованої величини за збуренням; комбіновані системи багатозв'язаного керування, які враховують зв'язки між окремими елементами об'єкта керування. В цих системах спрощується реалізація режимів пуску/зупинки об'єкта керування, операції перемикання ВМі ($i = \overline{1, m}$). Наведене відносять до позитивних сторін таких АСК ТП. Цьому сприяло також те, що надійність КОМ кінця 80-х - початку 90-х років минулого століття значно підвищилась.

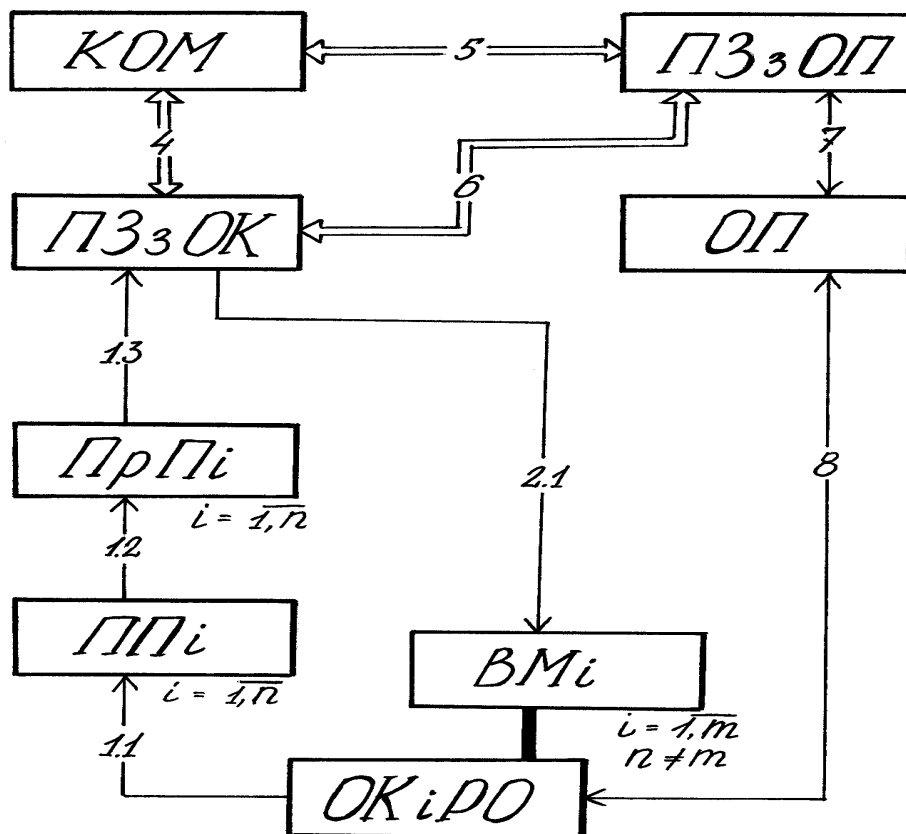


Рис. 1.2 - Обладнання таке ж, як на рис. 1.1, окрім ЛАРі ($i = \overline{1, n}$), які відсутні. Потoki інформації такі ж, як на рис. 1.1, окрім: 3.1 і 3.2 - відсутні, а 1.3 ($i = \overline{1, n}$) - аналогові сигнали поступають безпосередньо до ПЗ з ОК; 2.1 ($i = \overline{1, m}$) - аналогові сигнали керуючих впливів від ПЗ з ОК на відповідні ВМі ($i = \overline{1, m}$); загалом $n \neq m$. ОП - оперативний персонал.

1.5. Контрольні запитання до практичного заняття № 1

6. Що розуміють під технічним забезпеченням (ТЗ) АСК ТП?
7. Наведіть визначення технічної структури АСК ТП.
8. Що розуміють під «типізацією» і «уніфікацією»?
9. Нарисуйте типову технічну структуру централізованої АСК ТП з супервізорним режимом керування параметрами технологічного процесу.
10. Які завдання виконує централізована АСК ТП, зазначена в попередньому запитанні?
11. Нарисуйте типову технічну структуру централізованої АСК ТП з безпосереднім цифровим режимом керування параметрами технологічного процесу.
12. Назвіть позитивні сторони та недоліки централізованої АСК ТП з безпосереднім цифровим режимом керування.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Розробка типових технічних структур (ТТС) децентралізованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) (4 год.)

2.1. Мета практичного заняття – оволодіння навичками і закріплення отриманих знань для розробки ТТС децентралізованих АСК ТП.

2.2. Функціонально-цільовий і топологічний напрямки децентралізації об'єктів керування.

Можливості централізованих АСК ТП, ТТС яких розглянуті при виконанні практичного заняття № 1, обмежувались при значних числах «умовної інформаційної потужності» («УІП») - для АСК ТП із середньою, підвищеною і великою «УІП» [1], а також із-за великої довжини (до 100 км) ліній зв'язку. Крім того, навіть незначні відмови в роботі КОМ приводили до порушення керування об'єктом. Саме ці причини, а також те, що на початку 90-х років минулого століття промисловість країни почала випускати високонадійні, багатофункціональні мікропроцесорні контролери (МПК) різних призначень, сприяли тому, що були здійснені розробки децентралізованих АСК ТП. Децентралізація технічної структури АСК ТП є принциповим методом підвищення надійності та живучості цих систем, зниження вартості розробки і експлуатаційних витрат. Найбільш перспективними напрямками децентралізації АСК ТП є: функціонально-цільовий і топологічний. **Функціонально-цільовий напрямок децентралізації об'єкта керування** - це розподіл складного технологічного процесу на менші частини - підпроцеси за функціональною ознакою, що мають самостійні цілі функціонування. **Топологічний напрямок децентралізації об'єкта керування** передбачає можливість територіального (просторового) розподілу технологічного процесу на функціонально-цільові підпроцеси. При цьому число підсистем треба вибирати так, щоб мінімізувати сумарну довжину ліній зв'язку, що утворюють технічну структуру. Виділяють [1] три децентралізовані типові технічні структури АСК ТП.

2.3. Типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із зіркоподібною (радіальною) топологією взаємодії підсистем (рис. 2.1)

Структура АСК ТП, що розглядається, є дворівневою. МПК і МПК \bar{i} ($i = \overline{1, r}$) працюють в реальному часі. АСК ТП першого (верхнього) рівня керування на базі МПК координує роботу всіх підсистем АСК ТП другого (нижнього) рівня керування на базі МПК \bar{i} ($i = \overline{1, r}$), окрім того здійснює оптимізацію задач керування для всього ОК, розподілу енергетичних ресурсів, що поступають на ОК, техніко-економічних показників ОК та ін. У той же час підсистеми АСК ТП другого (нижнього) рівня самостійно виконують відповідні функції на базі МПК \bar{i} ($i = \overline{1, r}$).

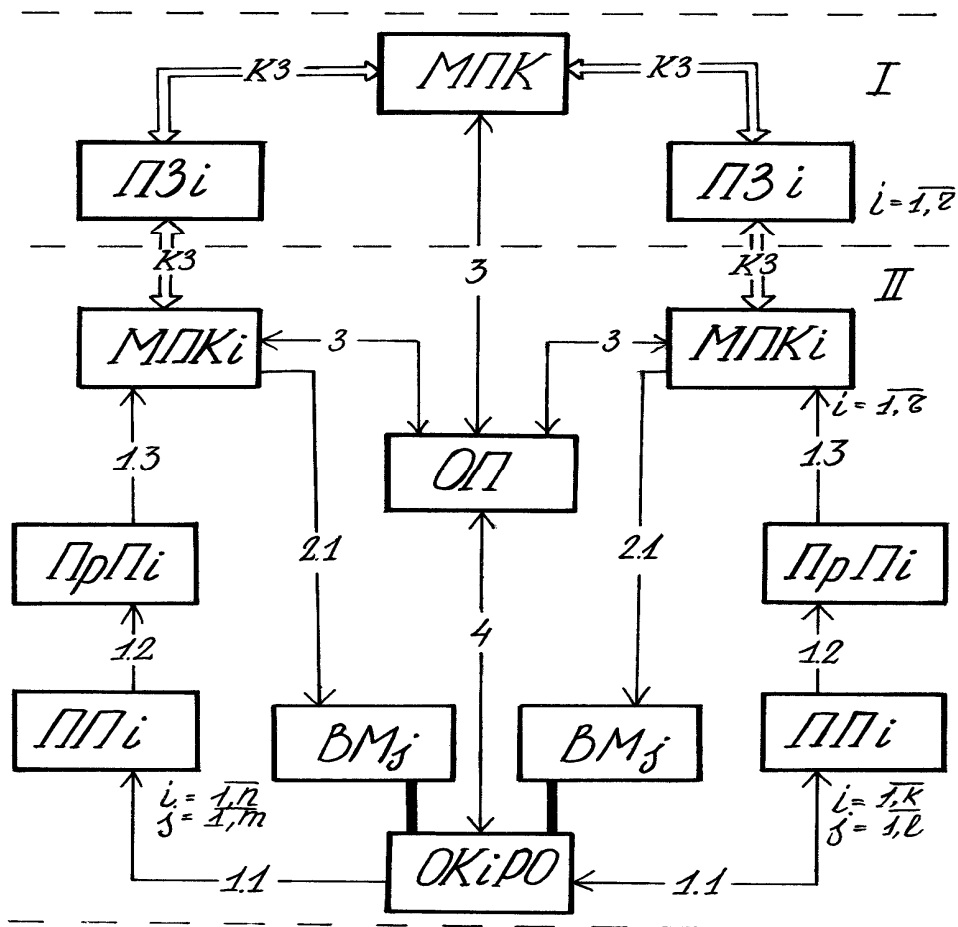


Рис. 2.1 - Обладнання: МПК - мікропроцесорний контролер АСК ТП першого (верхнього) рівня керування; МПКі ($i = \overline{1, r}$) - мікропроцесорні контролери підсистеми другого (нижнього) рівня керування; ПЗі ($i = \overline{1, r}$) - пристрої цифрового зв'язку поміж МПК і МПКі ($i = \overline{1, r}$); КЗ - канали цифрового зв'язку поміж МПК, ПЗі ($i = \overline{1, r}$) та МПКі ($i = \overline{1, r}$); ППі та ПрПі ($i = \overline{1, r}, \dots, i = \overline{1, k}$) - первинні й передавальні перетворювачі сигналів; ВМ_j - виконавчі механізми, механічно з'єднані зі штоками регулюючих органів ($j = \overline{1, m}, \dots, j = \overline{1, L}$), загалом, $n \neq m, \dots, k \neq L$; ОК і РО - об'єкт керування і регулюючі органи. ОП - оперативний персонал. Потоки інформації, в автоматичному режимі: 1.1, 1.2, 1.3 - аналогові сигнали про значення відповідних параметрів ($i = \overline{1, n}, \dots, i = \overline{1, k}$) ОК від місця виміру через ППі та ПрПі до МПКі ($i = \overline{1, r}$); 2.1 - цифрові сигнали керуючих впливів від МПКі на відповідні ВМ_j ($j = \overline{1, m}, \dots, j = \overline{1, L}$); в діалоговому режимі: 3 - інформація для взаємообміну поміж ОП і МПКі ($i = \overline{1, r}$) і МПК; в ручному режимі: 4 - взаємодія ОП безпосередньо із ОК для аналітичного контролю деяких параметрів і дистанційне керування окремими параметрами за допомогою РО.

Пристрої цифрового зв'язку ПЗі ($i = \overline{1, r}$) між МПК і МПКі ($i = \overline{1, r}$) поліпшують взаємообмін інформацією в цифровому коді. Канали цифрового зв'язку КЗ між МПК, ПЗі ($i = \overline{1, r}$) та МПКі ($i = \overline{1, r}$) виконують з багатовиткового мідного кабелю. В цілому надійність цієї децентралізованої АСК ТП вище надійності централізованої АСК ТП з безпосереднім (прямим) цифровим керуванням параметрами об'єкта. У той же час надійність всієї системи залежить від надійності кожної підсистеми АСК ТП другого (нижнього) рівня керування, а в разі навіть тимчасової відмови МПК АСК ТП першого (верхнього) рівня, підсистеми АСК ТП другого (нижнього) рівня будуть виконувати тільки свої функції незалежно одна від одної. До того ж для реалізації цієї структурної схеми потрібно багато кабельної продукції. Названих недоліків позбавлена наступна структурна схема.

2.4. Типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із кільцевою (петлевою) є топологією взаємодії підсистем (рис. 2.2)

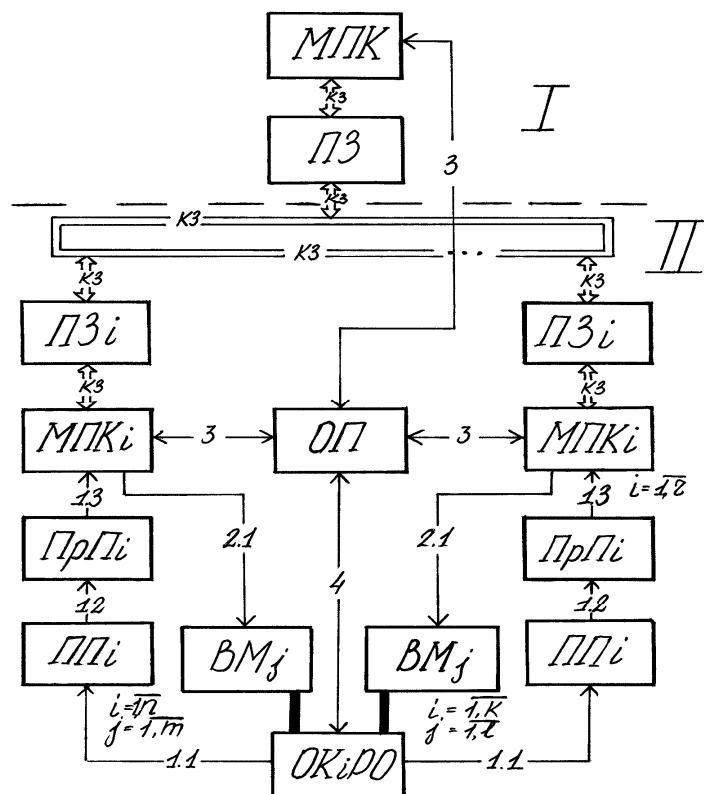


Рис. 2.2 - Обладнання таке ж, як на рис. 2.1, окрім того, додатково введений ПЗ - пристрій цифрового зв'язку між МПК АСК ТП першого (верхнього) рівня керування і кільцем (петлею) із ПЗі ($i = \overline{1, r}$) - підсистеми цифрового зв'язку між МПКі ($i = \overline{1, r}$) підсистем - АСК ТП другого (нижнього) рівня керування, КЗ - канали цифрового зв'язку між МПК, ПЗ, ПЗі ($i = \overline{1, r}$) та МПКі ($i = \overline{1, r}$). ОП - оперативний персонал. Потоки інформації такі ж, як на рис. 2.1.

Структура цієї АСК ТП також дворівнева, а принцип дії аналогічний попередній. Але через те, що в наведеній технічній структурі обмін інформацією поміж МПК і МПКі ($i = \overline{1, r}$) відбувається за посередництвом ПЗ і ПЗі ($i = \overline{1, r}$) і каналів цифрового зв'язку (КЗ) між ними, появилась можливість динамічного перерозподілу функцій координації спільної роботи всіх підсистем - АСК ТП на другому (нижньому) рівні на базі МПКі ($i = \overline{1, r}$) у разі тимчасової відмови МПК АСК ТП першого (верхнього) рівня керування. Крім цього, для реалізації такої технічної структури необхідно значно менше кабельної продукції порівняно з зіркоподібною (радіальною) топологією взаємодії підсистем. Проте надійність всієї АСК ТП залежить від надійності ПЗ і ПЗі ($i = \overline{1, r}$), які забезпечують взаємообмін інформацією в цифровому коді між відповідним обладнанням. Ліквідації цього недоліку сприяла наступна структурна схема.

2.5. Типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із загальною шинною (магістральною) топологією взаємодії підсистем (рис. 2.3)

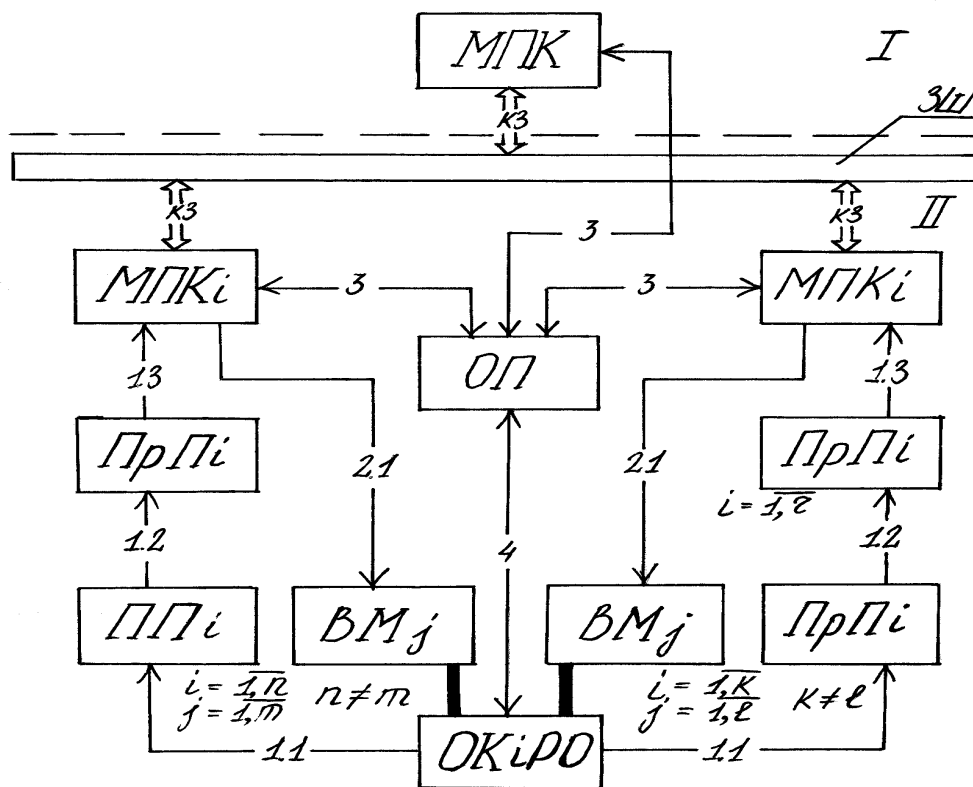


Рис. 2.3 - Обладнання таке ж, як на рис. 2.2, окрім ПЗ і ПЗі ($i = \overline{1, r}$), які відсутні, а додатково введена ЗШ – «загальна шина» (магістраль). Потоки інформації такі ж, як на рис. 2.2.

Технічна структура наведеної АСК ТП в повній мірі відповідає виразу «все геніальне – просте», вона забезпечує надійний і широкий обмін інформацією між підсистемами - АСК ТП другого (нижнього) рівня на МПКі ($i = \overline{1, r}$) і АСК ТП першого (верхнього) рівня керування на МПК. Надійність децентралізованих АСК ТП із загальною шинною (магістральною) топологією взаємодії підсистем значно вище надійності попередньої системи, тому саме ця типова технічна структура АСК ТП знайшла найбільше застосування. Принцип роботи цієї АСК ТП не відрізняється принципово від роботи попередньої системи. Висока надійність децентралізованих АСК ТП із загальною шинною (магістральною) топологією взаємодії підсистем відповідає надійності сучасних ПЕОМ і МПК, які також мають децентралізовані структури із загальною шиною (магістраллю) взаємодії відповідних блоків (модулів).

2.6. Контрольні запитання до практичного заняття № 2

1. Нарисуйте типову технічну структуру децентралізованої АСК ТП з зіркоподібною топологією взаємодії підсистем.
2. Чому типова технічна структура децентралізованої АСК ТП із зіркоподібною топологією взаємодії підсистем дворівнева?
3. Нарисуйте типову технічну структуру децентралізованої АСК ТП з кільцевою топологією взаємодії підсистем.
4. Назвіть позитивні сторони і недоліки децентралізованої АСК ТП з кільцевою топологією взаємодії підсистем.
5. Нарисуйте типову технічну структуру децентралізованої АСК ТП із загальною шинною топологією взаємодії підсистем.
6. Чому технічні структури із загальною шиною знайшли широке застосування в ПЕОМ і МПК?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Розробка алгоритмічної структури автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) (6 год.)

3.1. Мета практичного заняття – оволодіння навичками і закріплення отриманих знань для розробки алгоритмічної структури АСК ТП.

3.2. Математичне забезпечення АСК ТП [1]

Математичне забезпечення АСК ТП являє собою сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів, які використовують при розробці й функціонуванні цих систем. В міру того, як розвивалось застосування обчислювальної техніки в АСК ТП їх математичне забезпечення разом із побудованим на його основі програмним забезпеченням набуло більшого значення і стало співвимірним, іноді і вище за вартість технічного забезпечення цієї ж системи.

Образно кажучи, математичне забезпечення - це «ідеологічний зміст» АСК ТП, або так званий «м'який товар» на відміну від «твердого товару», як називають технічне забезпечення АСК ТП. Керування об'єктом включає в себе комплекс операцій, які необхідні для формування відповідних ціленаправлених впливів на об'єкт, наприклад, операції автоматичного контролю (отримання інформації), аналізу (вироблення і прийняття рішення) і виконання (реалізація керуючих впливів). Операції отримання інформації та реалізації керуючих впливів у сучасних АСК ТП виконуються автоматично за допомогою засобів технічного забезпечення (див. практичне заняття № 1). Щодо операцій вироблення і прийняття рішень для керування об'єктом, то, як правило, перш ніж вибрати спосіб їх реалізації, треба знати оптимальний (або хоча би раціональний) алгоритм їх виконання. Для цього кожен задачу керування потрібно сформулювати математично.

3.3. Математичне формулювання задачі оптимального керування об'єктом при реалізації АСК ТП

Математичне формулювання будь-якої задачі оптимального керування включає в себе два елементи: математичну модель об'єкта і критерій керування [1]. Математична модель являє собою систему математичних співвідношень, які описують поведінку об'єкта керування і ті умови (збурюючі впливи, обмеження та ін.), в яких він функціонує. Для подання моделі в аналітичній формі необхідно знати фізичну природу об'єкта керування, його структуру та конструктивні особливості. Математична модель завжди більше або менше наближена і не враховує цілий ряд явищ, які виникають в об'єкті, але в той же час вона може з успіхом використовуватися для визначення керуючих впливів при різних сукупностях значень параметрів об'єкта керування. Це можна зробити як в темпі з ходом технологічного процесу, так і в режимі випереджуючого аналізу, оскільки велика швидкість сучасних МПК дозволяє виконувати відповідні випереджуючі розрахунки. Якщо характеристики об'єкта керування зазнають змін, то відповідність моделі об'єкта повинна неперервно перевірятися та уточнюватися на основі поточної інформації про стан об'єкта. Користуючись математичною моделлю, застосовують різні керуючі впливи для того, щоб отримати і зафіксувати реакції моделі на ці впливи, а потім вибирають з них ті, які найбільше задовольняють критерію керування.

3.4. Алгоритм вирішення задачі АСК ТП

Переробна інформація в МПК виконується за алгоритмами, які відображають технологічні інструкції для провадження процесу. Кожний алгоритм, який виконує МПК, приблизно відповідає тим міркуванням та обчисленням, які повинен виконати оператор-технолог при відсутності МПК. Такий алгоритм-інструкція, представлений формальною мовою математичних формул і логічних умов, визначає послідовність дій, кожна з яких відповідає виконанню МПК будь-якої елементарної операції. Такими операціями є додавання, віднімання, множення, ділення, логічне додавання тощо.

Послідовність дій не свавільна, а реалізує деякий метод вирішення задачі. Цей метод інколи первісно задають у вигляді математичної формули, інколи в словесній (описувальній) формі або у вигляді сплетіння логічних умов. У всіх випадках його потрібно сформулювати настільки докладно й чітко, щоб не залишалося місця для неоднозначного тлумачення або двозначності, щоб завжди після кінцевого числа елементарних операцій був отриманий певний числовий або логічний (дискретний) результат. Якщо ці умови виконуються, то **інструкція для вирішення задачі висловлена формальною мовою математичних формул і логічних умов, називається алгоритмом вирішення задачі**. В АСК ТП використовують **алгоритми керування** - це також формальна інструкція, в якій мова іде про те, як треба обробляти інформацію про об'єкт керування, щоб отримати доцільні керуючі впливи. Алгоритм керування, який відображує загальну ціль системи керування, занадто складний і може бути розділений на велике число під-алгоритмів, які відповідні окремим задачам (функціям) системи керування. Ці підалгоритми сполучені між собою так, що в певних виробничих ситуаціях «працюють» окремі ланки загального алгоритму керування. Таким чином, безліч окремих підалгоритмів функціонують не у фіксованій послідовності (один за одним) і не хаотично, а вишиковуються у всілякі ланцюги залежно від зміни виробничої ситуації.

3.5. Приклад розробки алгоритмічної структури АСК ТП

Для розробки алгоритмічної структури конкретної задачі розглянемо фрагмент функціональної схеми автоматизації технологічного процесу (ФСА ТП) [4] системи гарячого водопостачання при одноступеневій паралельній схемі підключення водопідігрівача (рис. 3.1) для цілодобового споживання гарячої води при різних її витратах протягом доби.

3.5.1. Короткий опис технологічного процесу і вибір контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації

В одноступеневому водопідігрівачу (1) холодну воду (1.3) нагрівають (до заданого значення температури (~60°C) гарячої води (1.4) в місцях її споживання) гарячим теплоносієм (1.1) у вузлах гарячого водопостачання, що знаходяться в ЦТП (3). Необхідно керувати заданою температурою гарячої води (1.4) для цілодобового споживання при різних витратах протягом доби. Для реалізації цієї окремої задачі треба реалізувати наступні функції: автоматичні контроль температур гарячої і холодної води, температури гарячого теплоносія, витрати холодної води; технологічна сигналізація при виході цих параметрів за норми технологічного регламенту; розрахунок і видача керуючих впливів для керування температурою гарячої води на зміну витрати гарячого теплоносія в одноступеневий водопідігрівач і корекцію її за температурою гарячого теплоносія, за температурою і витратами холодної води.

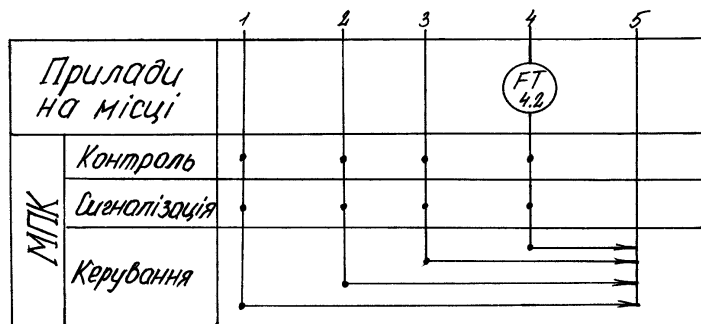
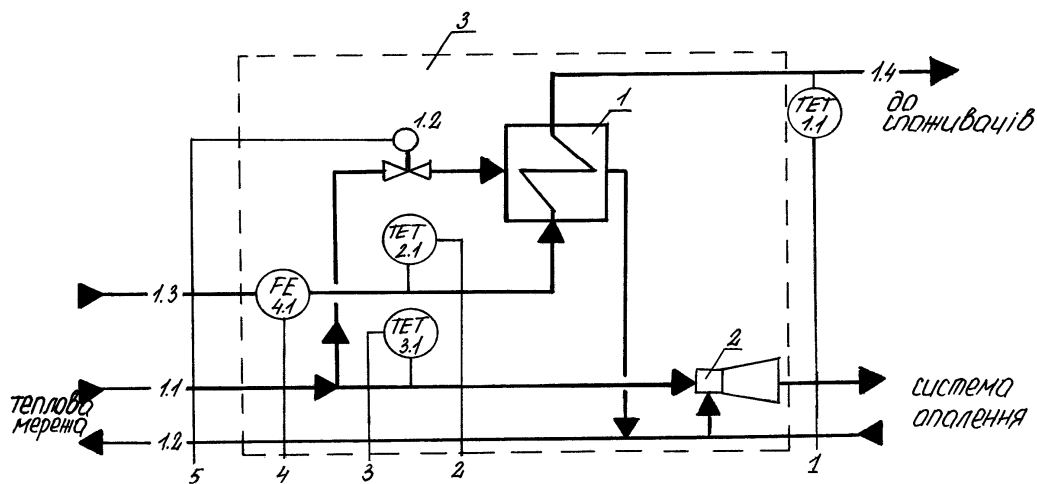


Рис. 3.1 - Матеріальні потоки: 1.1 - гарячий теплоносій у подавальному трубопроводі (поперед ЦТП); 1.2 - теплоносій у зворотньому трубопроводі (після ЦТП); 1.3 - холодна вода; 1.4 - гаряча вода для споживачів. Обладнання: 1 - одно-ступеневий водопідігрівач; 2 - елеватор; 3 - ЦТП (центральный тепловой пункт); МПК - мікропроцесорний контролер.

Для реалізації наведених функцій застосовано МПК РЕМІКОНТ Р-2000 [1]. Для автоматичного контролю температури гарячої та холодної води, а також гарячого теплоносія як ПП застосовано термоперетворювачі з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу ТСМУ-0288 (поз. 1.1; 2.1; 3.1), які однозначно є і ПрП [4]. Сигнали від них надходять на входи МПК, який за алгоритмом «контроль температури» перетворює ці сигнали в значення температури в °С. Якщо значення температури виходить за допустимі норми технологічного регламенту, МПК за алгоритмом «технологічна сигналізація температури» видає світловий та/або звуковий сигнали, реєструє ці значення на лицьовій панелі контролера. Для видачі керуючих впливів МПК за алгоритмом «розрахунок і видача керуючих впливів» розраховує ці впливи і вони надходять на відповідний ВМ. Для автоматичного контролю витрати холодної води як ПП за-

стосована діафрагма камерна типу ДК-0,6 (поз. 4.1), сигнали від якої надходять на ПрП, в якості якого застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач різниці тиску на діафрагмі камерній типу САФІР-24 (поз. 4.2) [4]. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами (для витрати), як і для температури, виконує необхідні функції, а значення витрати - м³/г. Для зміни величини витрати гарячого теплоносія застосовано однообертвий електричний двигун типу МЕО-1 (поз. 1.2), який механічно з'єднаний з відповідним регулюючим органом.

3.5.2. Постановка задачі керування температурою гарячої води

Функціонально наведена задача розподіляється на три взаємозв'язаних частини. Перша частина відповідає процесу керування температурою гарячої води при постійних значеннях других параметрів, які автоматично контролюють, тобто при незмінних параметрах (структурі й коефіцієнтах) математичної моделі одноступеневого водопідігрівача. Друга частина являє собою математичну модель одноступеневого водопідігрівача, параметри якої змінюються протягом доби, тому потрібна корекція цієї моделі. Третя частина включає всі дії, які дозволяють оператору-технологу в будь-який час візуально контролювати значення параметрів технологічного процесу і відповідних керуючих впливів, що здійснюється за допомогою дисплею МПК. Розроблена ФСА ТП (рис. 3.1) дозволяє зрозуміти замисел вирішення окремої задачі, тобто підхід до вирішення задачі керування температурою гарячої води для споживачів.

3.5.3. Розробка спрощеної алгоритмічної структури

Наступним кроком в деталізації цього підходу є побудова спрощеної алгоритмічної структури (блок-схеми алгоритму) задачі, фрагмент цієї структури зображений на рис. 3.2.

На алгоритмічній структурі алгоритм керування температурою гарячої води умовно розділений на два підалгоритми. **Підалгоритм А** реалізує ту частину вирішення задачі, яка виконується в неперервному автоматичному режимі власне для керування температурою гарячої води. **Підалгоритм Б** виконується тільки за запитом оператора-технолога. Природно, що обидва підалгоритми взаємозв'язані за використанням загальних даних. При цьому перехід виконання дій з одного блока (модуля) до іншого умовно зображено лінією, при цьому для переходу згори-вниз і зліва-праворуч **стрілку не треба ставити, а, навпаки, стрілку обов'язково треба ставити**. Графічно блоки (модулі) умовно зображують у вигляді прямокутників або ромбів із співвідношенням висоти (малої діагоналі) до ширини (великої діагоналі) 1:1,5; при цьому висоту вибирають з ряду: 10; 20 або 30 мм, а відстань поміж блоками (модулями) завжди 10 мм.

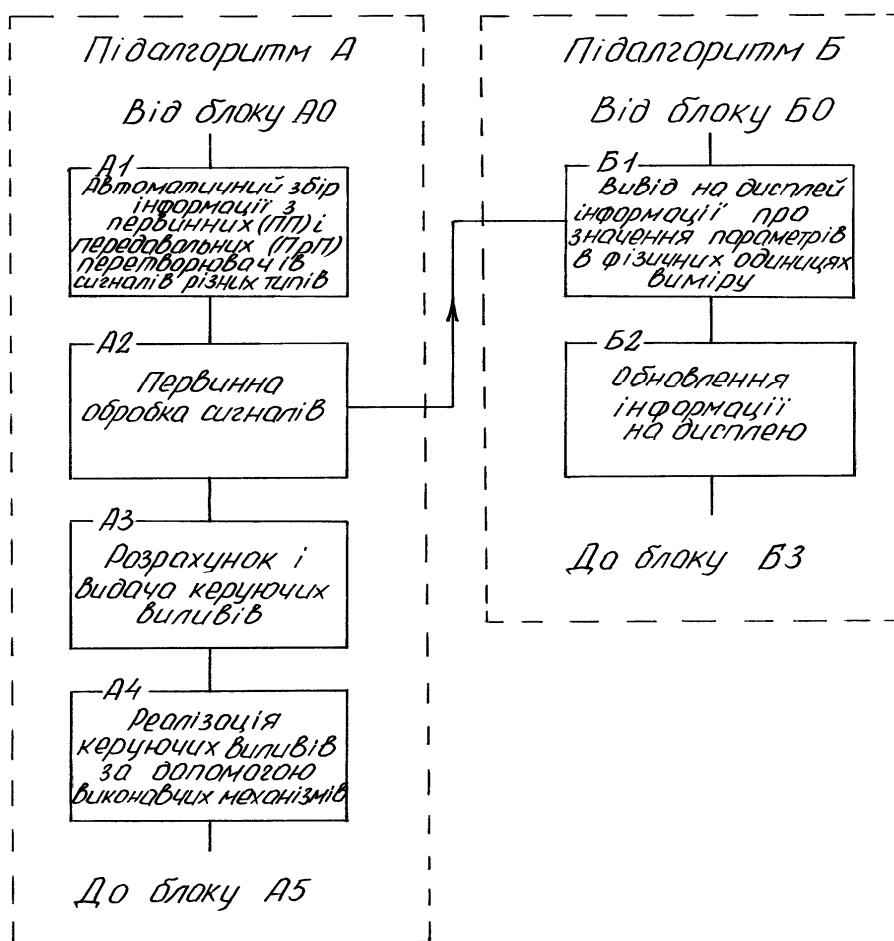


Рис. 3.2 - Фрагмент спрощеної алгоритмічної структури (блок-схеми алгоритму) вирішення задачі керування температурою гарячої води для споживачів

Алгоритмічна структура розглянутої задачі може бути зображена з різним ступенем деталізації. Звичайно кожному блоку (модулю) спрощеної блок-схеми алгоритму відповідають більш детальні блок-схеми. Як приклад, на рис. 3.3 показаний фрагмент блок-схеми спрощеного алгоритму одного з блоків (модулів) спрощеної алгоритмічної структури - блоку А2 – «Первинна обробка сигналів».

При подальшій деталізації алгоритму виконується докладний опис кожного нового блоку. Він включає математичні формули, логічні умови їх взаємозв'язків і часові характеристики виконання окремих блоків.

Сукупність матеріалів, які відображають алгоритм вирішення задачі, має два напрямлення. По-перше, вона фіксує ідейні аспекти, тобто замисел і метод вирішення задачі, і, по-друге, служить завданням для наступного етапу деталізації алгоритму - етапу перетворення прийнятої сукупності ідей в комплекс взаємодіючих програм МПК.

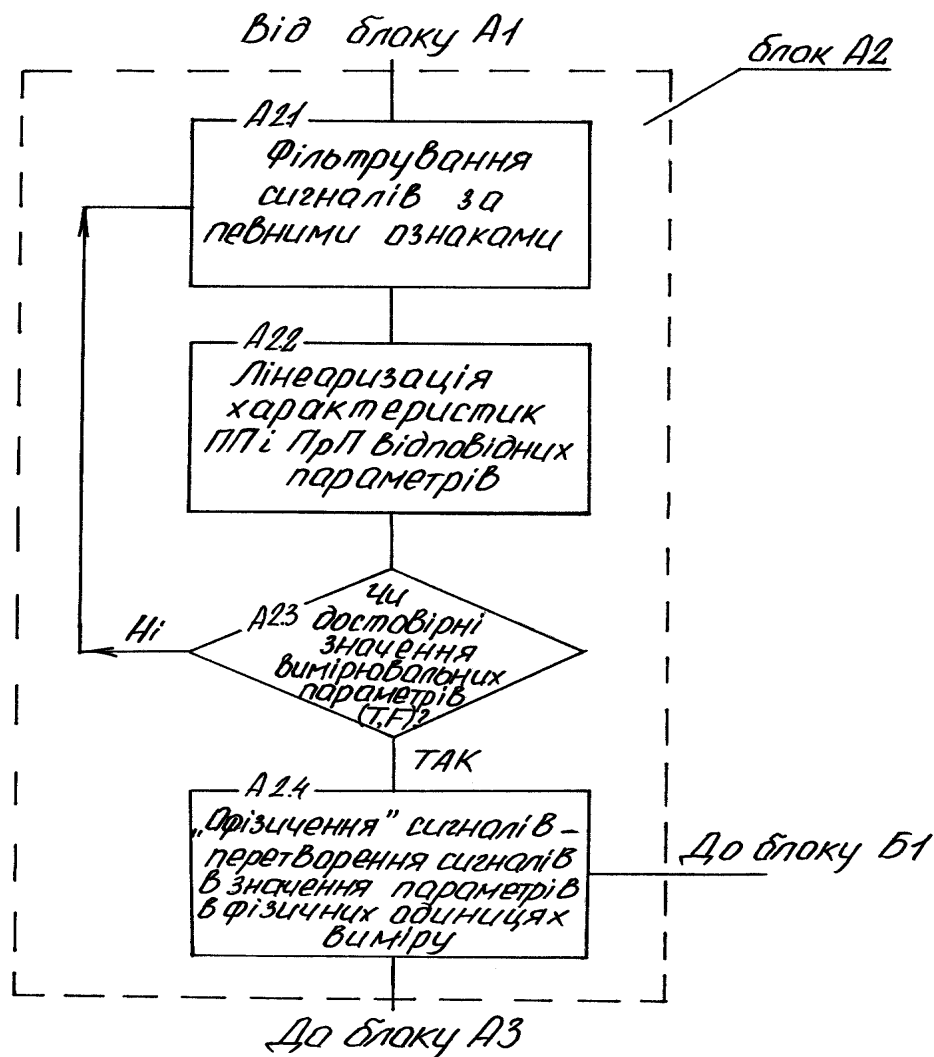


Рис. 3.3 - Фрагмент блок-схеми спрощеного алгоритму блоку А2 – «Первинна обробка сигналів».

3.6. Контрольні запитання до практичного заняття № 3

1. Наведіть визначення математичного забезпечення АСК ТП.
2. Що розуміють під термінами «м'який товар» і «твердий товар»?
3. Що включає математичне формулювання задачі оптимального керування?
4. Що являє собою математична модель об'єкта керування і як її використовують для керування об'єктом?
5. Наведіть визначення алгоритму керування.
6. Що розуміють під алгоритмічною структурою задачі?
7. Наведіть умовні графічні зображення блоків (модулів) блок-схеми алгоритму і перехід виконання дій із одного блока до іншого.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Розробка функціональної структури автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) (2 год.)

4.1. Мета практичного заняття – оволодіння навичками і закріплення отриманих знань для розробки функціональної структури АСК ТП.

4.2. Системний принцип створення АСК ТП

Системний принцип створення АСК ТП являє собою методологію дослідження, проектування і впровадження системи. За системного принципу враховують усі види взаємозв'язків і взаємозалежностей елементів системи і збурюючі впливи на кожний з них. Розглядаючи технологічний процес і систему керування ним як сукупність елементів в певному взаємозв'язку, отримують всілякі структури АСК ТП, які залежно від характеру цілей відрізняють технічну, алгоритмічну, інформаційну і функціональну структуру АСК ТП [1].

Проблема синтезу будь-якої із структур АСК ТП являє собою складне науково-дослідницьке завдання.

4.3. Функціональна структура АСК ТП

Функціональну структуру АСК ТП визначають класом цілей керування, для досягнення яких призначена система. У цілому АСК ТП призначена для досягнення однієї глобальної цілі керування - провадження технологічного процесу на оптимальному рівні. П'ятирівнева функціональна система АСК ТП (рис. 4) знаходиться в ієрархічній залежності.

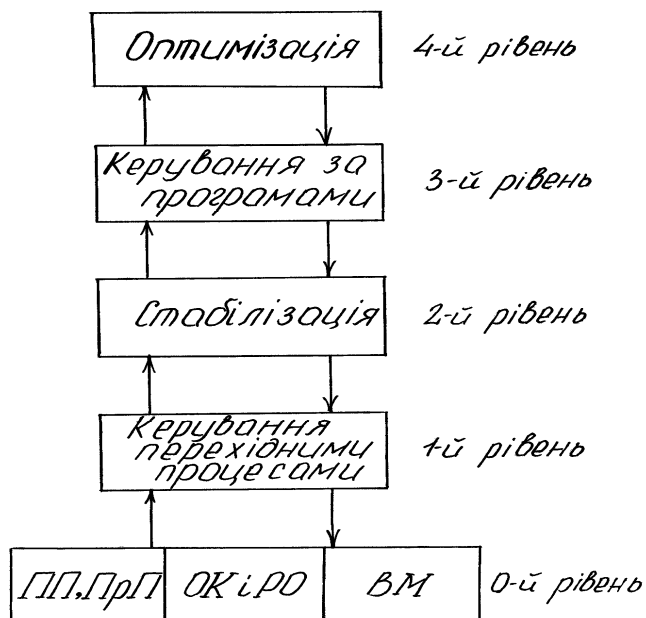


Рис. 4 - П'ятирівнева функціональна система АСК ТП. Обладнання: ПП і ПрП - первинні й передавальні перетворювачі сигналів; ВМ - виконавчі механізми; ОК і РО - об'єкт керування і регулюючі органи.

Ієрархія організована за класичним принципом: нижні рівні можуть функціонувати самостійно, але в цілому ефективність керування при використанні тільки нижче розташованих рівнів менша, ніж при використанні більшого числа рівнів, а тим більше - всіх п'яти. **Нульовий рівень** умовно складається з об'єкта керування (технологічних процесів ОК) разом з первинними (ПП) і передавальними (ПрП) перетворювачами сигналів про значення автоматично контрольованих параметрів, та виконавчими механізмами (ВМ), які механічно з'єднані з регулюючими органами. **На першому рівні знаходиться типова підсистема автоматизованого керування перехідними процесами** об'єкта керування, в тому числі - пуском, зупинкою обладнання. **На другому рівні знаходиться типова підсистема автоматичного керування усталеними перехідними процесами**, тобто **стабілізація** цих процесів. Оскільки для багатьох ОК неможливо досягти повної автоматизації при керуванні сталими і перехідними процесами, на першому і другому рівнях активну участь в керуванні приймають оператори-технологи. **Призначення третього рівня полягає в зміні номінальних значень параметрів технологічних процесів і стану обладнання** у відповідності із заданими критеріями керування, що виконує **підсистема керування за програмами**. **На четвертому рівні знаходиться підсистема пошуку оптимальних значень параметрів** технологічного процесу відповідно до заданої глобальної функції цілі, тобто **оптимізація** об'єкта керування. Таким чином, функціональна структура АСК ТП складається з п'яти рівнів, які знаходяться в ієрархічній залежності, при цьому контроль за роботою нижчерозташованих рівнів виконують відповідні вищерозташовані рівні, а керуючі впливи, які надходять від них, є обов'язковими для виконання нижчерозташованими рівнями.

Із аналізу технічної, алгоритмічної, інформаційної і функціональної структур АСК ТП видно, що функціональна і технічна, з одного боку, а інформаційна і алгоритмічна - з другого не є тотожними, а зображують різні аспекти однієї і тієї ж системи. Наприклад, якщо схема функціональної структури відображає склад і порядок виконання функцій АСК ТП, то в схемі технічної структури умовно зображені технічні засоби, за допомогою яких реалізують ці функції.

Наведені структури АСК ТП залежать також від структури відповідного об'єкта керування, для якого необхідно визначити його модель.

4.4. Контрольні запитання до практичного заняття № 4

1. Що являє собою системний підхід до вирішення задач автоматизованого керування технологічними процесами?
2. Наведіть визначення функціональної структури АСК ТП як п'ятирівневої ієрархічної схеми.
3. Назвіть призначення кожного з п'яти рівнів функціональної структури АСК ТП.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобух А.О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник - Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с. (гриф МОН України)
2. Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»). Укл.: Бобух А.О., Малєєв О.І. - Харків: ХНАМГ, 2008. – 53 с.
3. Методичні вказівки до розрахунково-графічних завдань з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» (для студентів 5 курсу денної та 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціальності 7.092103 і для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності 8.092103 - «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»). Укл. Бобух А.О., Малєєв О.І. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 23 с.
4. Бобух А.О. Автоматизація інженерних систем: Навч. посібник - Харків: ХНАМГ, 2005. – 212 с. (гриф МОН України)

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» (для студентів 5 курсу денної і 5, 6 курсів заочної форм навчання спеціалізації 7.09210303 – «Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція будівель»)

Укладачі: Анатолій Олексійович Бобух,
Олександр Іванович Малєєв.

Відповідальний за випуск: О.О.Алексахін

Редактор: Д.Ф.Курильченко

План 2008, поз. 228М

Підп. до друку 27.03.2008	Формат 60x84/1/16	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.-друк. арк. 3,0	Тираж 150 прим.
Замовл. №		

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНАМГ
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12