

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПРИЛАДИ
В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту (роботи)
для студентів напрямку підготовки
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рекомендовано кафедрою автоматизації хімічних виробництв

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2017

Технологічні вимірювання та прилади в системах автоматизації хіміко-технологічних процесів-1: Метод. вказівки до викон. курс. проекту (роботи) для студ., що навчаються за напр. підгот. «Автоматизація та комп'ют.-інтегр. технології» / Уклад. М. В. Лукінюк. – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2012. – 44 с.

*Рекомендовано кафедрою автоматизації хімічних виробництв
(Протокол № 9 від 20 червня 2017 р.)*

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПРИЛАДИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Методичні вказівки до виконання курсового проекту (роботи)
для студентів напрямку підготовки «Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані технології»

Укладач Лукінюк Михайло Васильович, ст. викл.

Відповідальний

редактор

А. І. Жученко, докт. техн. наук, проф.

Рецензент

С. Г. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.

У авторській редакції

ЗМІСТ

Передмова	3
I. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ	4
II. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ	5
II.1. Розрахунково-пояснювальна записка	5
1. Вступ.....	5
2. Опис технологічної схеми процесу	5
3. Аналіз фізико-хімічних основ процесу з точки зору автоматичного контролю виробництва.....	6
4. Розроблення схеми автоматизації	6
5. Вибір методу вимірювання, опис принципу дії вимірювача.....	6
6. Розрахунок вимірювача	7
7. Опис правил установаження вимірювача на об'єкті вимірювання та його експлуатації	7
8. Розрахунок похибок вимірювального каналу	7
9. Висновки	8
10. Список використаних джерел	8
11. Складання специфікації.....	8
II.2. Графічна частина	9
III. ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ	10
IV. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ТА ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	10
Додаток 1. Методика та приклади обчислення похибок інформаційно-вимірювальних каналів	13
Додаток 2. Приклади бібліографічного опису літературних джерел (за ДСТУ ГОСТ 7.1–2006)	24
Додаток 3. Специфікація устаткування, виробів і матеріалів (зразок)	27
Додаток 4. Приклади виконання схем автоматизації розгорнутим способом.....	30
Додаток 5. Тиск і густина насиченої водяної пари	33
Додаток 6. Густина води залежно від температури і тиску	36

ПЕРЕДМОВА

Автоматичне вимірювання технологічних параметрів з метою ефективного керування протіканням хіміко-технологічних процесів є одним з найважливіших етапів автоматизації виробничих процесів. Тому при підготовці фахівців цього профілю велика увага приділяється вивченню основ теорії та техніки вимірювань технологічних параметрів.

Робота над курсовим проектом є однією з головних ланок формування спеціалістів з автоматизації хімічних виробництв, їхньої підготовки до ключного етапу навчання – дипломного проектування.

Метою виконання курсової роботи є закріплення у майбутніх спеціалістів (бакалаврів) отриманих під час вивчення навчальної дисципліни «Технологічні вимірювання та прилади в системах автоматизації хіміко-технологічних процесів» знань у царині сучасних методів автоматичного контролю технологічних процесів як на базі засобів локальної автоматики, так і на базі мікропроцесорної техніки, а також більш детальне ознайомлення із характеристиками та функціональними можливостями використовуваних для їх побудови технічних засобів автоматизації.

I. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини з такими рекомендованими обсягами: записка – 30...40 сторінок тексту, графічна частина – 2 аркуші формату А1; **можлива заміна** одного аркушу А1 (загальний вигляд вузла монтажу вимірювача) на аркуш А2 (збірне креслення) та чотири аркуші формату А4 (деталювання вузла вимірювача).

У процесі виконання курсової роботи студент здійснює розрахунки різних вимірювачів технологічних параметрів відповідно до індивідуального завдання. Виконанню розрахунків має передувати розробка схеми автоматизації (автоматичного контролю) відповідного виробництва. В результаті аналізу технологічного процесу мають бути встановлені такі вихідні дані, необхідні для здійснення подальшого розрахунку заданого вимірювача:

- величини максимального і мінімального значень вимірюваного параметра;
- властивості вимірюваного середовища та його параметри;
- місце встановлення первинного вимірювального перетворювача (датчика) в технологічному апараті чи трубопроводі;
- умови, в яких перебуватиме вимірювач за нормальної експлуатації (температура, вологість навколишнього середовища, вибухонебезпечність і пожежонебезпечність виробничого приміщення, наявність вібрацій і т. ін.).

II. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота складається з двох частин:

- розрахунково-пояснювальної записки;
- графічної частини.

II.1. Розрахунково-пояснювальна записка курсової роботи має окремий титульний аркуш формату А4 і починається із відповідно заповненого бланку «ЗАВДАННЯ на курсовий проект (роботу) студента».

Структура і зміст розрахунково-пояснювальної записки до курсової роботи мають включати такі розділи (кожен починається з нового аркуша).

1. Вступ. Викладаються мета і задача проекту, значення автоматичного контролю в автоматизації виробничих процесів, вибір методу вимірювання та приладу. Наводиться порівняльна характеристика даного приладу з іншими приладами, виробленими в Україні та за кордоном.

2. Опис технологічної схеми процесу [повна назва]

Наводяться схема технологічного процесу, опис його перебігу та значення (діапазони значень) основних режимних параметрів процесу та роботи технологічного устаткування.

Послідовно описується технологічний процес, призначення і взаємний зв'язок технологічного обладнання з вказівкою номерів позицій реакторів і машин, наведених на кресленнях технологічної схеми. Наводяться значення технологічних режимів: температури, тиску, концентрації, співвідношення компонентів тощо у технологічних середовищах, швидкість проходження потоків через реактори, тривалість перебування технологічних сумішей в реакторах, ступені перетворення сировини або напівфабрикатів у реакторах та ін.

3. Аналіз фізико-хімічних основ процесу

з точки зору автоматичного контролю виробництва

На підставі здійсненого аналізу особливостей технологічного процесу визначаються необхідні для його контролю вимірювані параметри, обираються місця відбору вимірювальної інформації, а також визначаються граничні значення параметрів, що підлягають сигналізації. Результати аналізу подаються у вигляді табл. 1.

Таблиця 1. Параметри контролю виробництва

№ п/п	Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5

4. Розроблення схеми автоматизації

Використовуючи нароби попереднього розділу, формуються відповідні контури автоматичного контролю технологічного процесу із доббором необхідних для їх побудови технічних засобів автоматизації. Правила розроблення схем автоматизації регламентує держстандарт [11], пояснення до правил, а також численні приклади побудови контурів автоматичного контролю, регулювання, керування та сигналізації з підбором необхідних технічних засобів атоматизації наведено в Додатку 2 навчального посібника [5, 9]. Дається короткий опис технічних засобів автоматизації **кожного** контура контролю та сигналізації.

5. Вибір методу вимірювання, опис принципу дії вимірювача

На підставі літературних і практичних даних викладаються принципи методу вимірювання, основні закономірності, що зв'язують вимірюваний параметр із різними фізичними факторами, основи методу розрахунку й

основні розрахункові формули, дається структурна чи принципова схема будови вимірювача, взаємодія окремих його вузлів і деталей;

6. Розрахунок [назва вимірювача]

Відповідно до індивідуального завдання наводиться докладний розрахунок вимірювальної схеми заданого вимірювача, його окремих деталей і вузлів, а також характеристик¹. Розрахункові дані мають супроводжуватися схемами, що пояснюють текст і розрахунки.

Прийняті конструктивні рішення та величини, що входять у формули, мають бути коротко обґрунтовані, а обчислені параметри – узгоджені з унормованими значеннями (дифманометрів-витратомірів, ТП, ТО тощо). Методики розрахунку різних вимірювачів наведено в навчальному посібнику для курсового проектування [6].

7. Опис правил установаження вимірювача на об'єкті вимірювання та його експлуатації

Ця частина записки складається на підставі матеріалів заводських інструкцій до приладів даного типу чи довідників з монтажу й експлуатації контрольно-вимірювальних приладів.

8. Розрахунок похибок вимірювального каналу

З розробленої схеми автоматизації студент вибирає (**за узгодженням із керівником проектування**) один інформаційно-вимірювальний канал, визначає необхідні метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки [1, 2, 4, 8, 10, 12, 13], що входять до його складу, і згід-

¹ Вид вимірюваного середовища (вода, пара, природний газ, кислота тощо) для розрахунку витратоміра **змінного перепаду** АБО **щільного** витратоміра (відповідно до «ЗАВДАННЯ на курсовий проект (роботу) студента») **ОБРАТИ САМОСТІЙНО З ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, заданого як об'єкт автоматизації**. Дані для розрахунку залишаються тими ж, що в завданні (номер варіанту завдання відповідає двом останнім цифрам номера залікової книжки студента або номеру у списку групи).

но з наданою методикою (див. Додаток 1) обчислює середньо-квдратичну абсолютну похибку, допустимі абсолютну та зведену похибки досліджуваного вимірювального каналу, а також визначає, якому класові точності відповідає аналізований вимірювальний канал і в якому інтервалі перебуватиме значення вимірюваного ним параметра.

9. Висновки

У заключній частині коротко викладаються підсумки виконаного проекту. Висвітлюються оригінальні моменти в рішенні тих чи інших питань конструкції вимірювача та принципу вимірювання.

10. Список використаних джерел

Наводиться список літератури, використаної для опису технологічного процесу та розробки схеми автоматизації, включаючи вибір необхідних засобів автоматизації. Бібліографічний опис джерел здійснюється відповідно до вимог стандарту (приклади опису наведено у Додатку 2).

11. Складання специфікації

Схему автоматизації обов'язково доповнюються *«Специфікацією устаткування, виробів і матеріалів»*, яка містить усі використані в схемі технічні засоби автоматизації (ТЗА). Специфікацію складають у вигляді таблиці (див. додаток 3 [5, 9]) і вміщують у кінці пояснювальної записки як ДОДАТОК. У специфікації наводять позиції ТЗА згідно зі схемою автоматизації, середовище, в якому здійснюється вимірювання, місце відбору інформації, найменування та технічну характеристику використаних ТЗА, загальну кількість однотипних одиниць, завод-виробник тощо. Зразок специфікації наведено в Додатку 3.

Необхідні ТЗА підбирають за допомогою каталогів виробників і довідників [1, 2] на технічні засоби автоматизації, що серійно виробляються промисловістю.

Паперовими примірниками цих видань можна скористатись у лабораторії засобів вимірювань і автоматики кафедри автоматизації хімічних виробництв (ІХФ, корп. № 19, кім. 307-19).

ІІ.2. Графічна частина курсової роботи виконується відповідно до вимог Єдиної системи конструкторської документації. Вона включає такі *креслення*:

1. схему автоматизації (автоматичного контролю) технологічного процесу, яка виконується згідно з вимогами стандарту² (див. [7, 9]) і має відображати рівень автоматизації технологічного процесу (аркуш формату А1);

2.1. *у разі заданого розрахунку витратоміра змінного перепаду тиску*:

2.1.1. загальний вигляд вузла монтажу вимірювача (формат А2);

2.1.2. деталювання вузла вимірювача (формат А2 або певна кількість аркушів А4).

2.2. *у разі заданого розрахунку щілинного витратоміра* (формат А2):

2.2.1. схема та витратна характеристика щілинного витратоміра;

2.2.2. профіль витратомірної щілини.

Креслення виконують за допомогою *засобів комп'ютерної графіки* (пакети Компас, Microsoft Visio або AutoCAD) на креслярському папері формату А1 (594×841 мм). Дозволяється застосування формату А2 (594×421 мм). Уздовж сторони аркуша проводиться рамка (ліворуч – на відстані 20 мм, від інших сторін – 5 мм). У правому нижньому куті розташовують основний напис. Креслення вкладаються у складеному вигляді в папку після специфікації.

² Загальні правила виконання схем автоматизації регламентує ДСТУ Б А.2.4-3:2009 «Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів», чинний від 01.01.2010.

Схема автоматизації виконується *розгорненим способом* згідно з вимогами стандарту [11] у вигляді креслення на аркуші формату А1 **у двох варіантах** технічного забезпечення, а саме:

1) на базі *локальної автоматики* (приклад виконання такої схеми наведено на рис. 5.2 [5] – додається);

2) на базі *мікропроцесорної техніки* **або цифрових приладів** (приклади виконання цих схем наведено на рис. 5.3 та 5.4 навчального посібника [5]) (рекомендовані до виконання варіанти: рис. 5.3 або 5.4, *б* – додаються). При цьому **перевагу слід надавати спрощеному варіанту** зображення функцій цифрових приладів (рис. 5.4, *б*).

Приклади виконання окремих контурів автоматичного контролю та керування на схемах автоматизації наведено в додатках 1–2 навчального посібника [5].

III. ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Пояснювальна записка (перший за титулом аркуш – заповнений бланк «ЗАВДАННЯ на курсовий проект (роботу) студента») та креслення вкладаються у папку з наклеєним заповненим титульним аркушем формату А4.

На внутрішній стороні нижнього закрilка папки слід **власноруч зробити такий напис** про фактичні кількість і розмір доданих до «Пояснювальної записки» креслень, наприклад:

Креслення: формат А1 – 1 арк.

формат А2 – 1 арк.

формат А4 – 4 арк.

_____ *Прізвище, ініціали, дата*
(підпис)

IV. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ТА ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ³

1. **Бабіченко А. К.** Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХП», 2003. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с. : іл. – Бібліогр.: с. 467. – 500 пр. – ISBN 966-593-232-2.

2. **Бабіченко А. К.** Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; За заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХП», 2003 р. – Ч. 2. Регулювальні і виконавчі пристрої. – 658 с. : іл. – Бібліогр.: с. 644–645. – 500 пр. – ISBN 966-593-292-6.

3. ДСТУ ГОСТ 8.586(1–5):2009 (ИСО 5167-(1:4):2003). Межгосударственный стандарт [Текст]: Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. – Чинний від 01.04.2010. – К.: Держстандарт України, 2010.

4. **Калениченко А. Ф.** Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике [Текст] : учеб.-практ. пособ. / А. Ф. Калениченко, Н. В. Уваров, В. В. Дойников ; под ред. А. Ф. Калениченко. – М.: «Инфра-Инженерия», 2008. – 576 с.: ил. – Библиогр.: с. 551–553. – 2000 экз. – ISBN 978-5-9729-0017-6.

5. **Лукінюк М. В.** Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КП», 2008. – 236 с. : іл. – Біблігр.: с. 230-231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

6. **Лукінюк М. В.** Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. для курс. проектування. – К.: НТУУ «КП», 2002. – 268 с. : іл. – Бібліогр.: с. 241.

³ Форма опису літературних джерел – відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання [Текст] : – Чинний від 01.07.2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 56 с.

7. **Лукінюк М. В.** Технологічні вимірювання та прилади [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427-428. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-247-6.

8. **Лукінюк М. В.** Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.: У 2 кн. Книга 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Хімічна технологія та інженерія». – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2012. – 336 с. : іл. – Бібліогр.: с. 328–330. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-530-9.

9. **Лукінюк М. В.** Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.: У 2 кн. Книга 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Хімічна технологія та інженерія». – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2012. – 336 с. : іл. – Бібліогр.: с. 330–331. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-531-6.

10. Перетворювачі термоелектричні. Номінальні статичні характеристики перетворення [Текст] : ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044-94). – Чинний від 31.10.1994. – К.: Держстандарт України, 1995. – 221 с.

11. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів [Текст] : ДСТУ Б А.2.4-3:2009. – Чинний від 01.01.2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 54 с.

12. Промислові каталоги виробників технічних засобів автоматизації.

13. Термоперетворювачі опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань [Текст] : ДСТУ 2858-94 (ГОСТ 6651-94). – Чинний від 23.11.1994. – К.: Держстандарт України, 1995. – 53 с.

Методика та приклади обчислення похибок інформаційно-вимірювальних каналів

Під час технологічних вимірювань, як правило, використовують вимірювальні комплекти або інформаційно-вимірювальні системи (ІВС), які складаються з кількох вимірювальних засобів. Тому, оцінюючи загальну похибку вимірювання, потрібно оцінити похибки вимірювального комплекту чи ІВС загалом. Зазвичай будь яка вимірювальна система складається з первинних вимірювальних перетворювачів, ліній зв'язку, вторинних вимірювальних приладів або аналогово-цифрових перетворювачів (АЦП) перед входом в ЕОМ та інших мікропроцесорних засобів.

Похибки вимірювальної системи оцінюють двома методами. За першим межі похибок вимірювального каналу (системи) оцінюють за граничнодопустимими основними та додатковими (для технічних засобів вимірювання останні не розглядають) похибками структурних складових каналу (системи), що визначаються через їхні класи точності. Допустиму похибку каналу (системи) в цілому оцінюють як корінь квадратний із суми квадратів граничнодопустимих значень похибок складових:

$$\gamma = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 + \dots + \gamma_n^2} . \quad (1.1)$$

Такий метод використовують лише тоді, коли похибки складових незалежні, а їх значення відповідають одним і тим же довірчим ймовірностям за однакових законів розподілу похибок. В іншому разі використовувати цей метод недоцільно. У практиці вимірювання за граничнодопустиму похибку найчастіше використовують допустиму похибку засобу вимірювання, що визначається через його клас точності.

Проте доцільніше сумарну похибку σ_Σ вимірювального каналу (системи) визначити як суму квадратів середньо-квадратичних похибок σ_i її складових:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \dots + \sigma_n^2} . \quad (1.2)$$

Оскільки складові вимірювального каналу (первинні перетворювачі – канали зв'язку – вимірювальні прилади) нормовані граничнодопустимими похибками, то за нормального закону розподілу матимемо такі залежності між граничним (допустимим) значенням похибки (Δ_m) та її середньо-квадратичним значенням σ [7]:

$\Delta_m = \sigma$ – зустрічається в середньому один раз на кожні 3 спостереження;
 $\Delta_m = 2\sigma$ – один раз на кожні 22 спостереження,
 $\Delta_m = 3\sigma$ – один раз на кожні 370 спостережень,
 $\Delta_m = 4\sigma$ – один раз на кожні 15000 спостережень.

Характеристики похибки вимірювальних каналів вимірювально-інформаційних систем та АСУ ТП для реальних умов експлуатації: нижня та верхня границі інтервалу, в якому з імовірністю $P_d = 0,95$, перебуває сумарна похибка вимірювальних каналів у реальних умовах експлуатації, визначається за формулою

$$\Delta_m = \pm K_n \sigma. \quad (1.3)$$

Значення коефіцієнта K_n залежить від виду закону розподілу похибок і вибраного значення довірчої ймовірності P_d (для значень P_d 90 %; 95 % і 99 % коефіцієнт має значення $K_{n0,9} = 1,6$; $K_{n0,95} = 1,96$ і $K_{n0,99} = 3$).

Як відомо, для дуже великого числі вимірювань за нормального закону розподілу похибка, що дорівнює, наприклад, 2σ , матиме довірчу ймовірність 95 %. Це означає, що 95 % усього масиву похибок перебуватиме в межах $\pm 2\sigma$ (точніше $\Delta_{0,95} = 1,96\sigma$)¹. А значення похибки, визначене як $\Delta_{0,9} = 1,6\sigma$, для широкого класу симетричних (координата центру розподілу $m = 0$) розподілів: рівномірного, трикутного, трапецеїдального, нормального, експоненціального, а також для сумарного розподілу будь-якого поєднання розподілів цього класу є похибкою з 90%-ю довірчою ймовірністю.

У тих випадках, коли можна з упевненістю припускати достатню близькість закону розподілу похибок до нормального розподілу, для визначення симетричних меж довірчої похибки з довірчою ймовірністю $P_d = 0,95$ (за $m = 0$) можна викори стати теоретичне співвідношення для нормального розподілу $\Delta_{0,95} = 1,96\sigma$.

ПРИКЛАДИ розрахунку сумарної похибки вимірювального каналу

Приклад 1

Виконати наступні завдання:

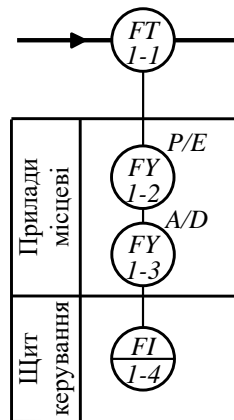
1. Розробити схему системи автоматичного контролю витрати неелектропровідної рідини в діапазоні 0...16 м³/год з виведенням вимірювальної інформації на цифровий вторинний прилад. Запропонувати необхідні для її реалізації технічні засоби автоматизації;

¹ 99,7 % усього масиву похибок перебуває в межах $\pm 3\sigma$, тобто $\Delta_{0,99} = 3\sigma$.

2. Розрахувати сумарну похибку розробленого вимірювального каналу витрати. Довірчу ймовірність для розрахунку взяти такою, що дорівнює 0,95.

Перший варіант виконання завдання

1. Схему системи автоматичного контролю витрати неелектропровідної рідини розроблено у вигляді



1-1 – ротаметр з пневматичною системою передавання вимірювальної інформації; 1-2 – пневмоелектричний перетворювач; 1-3 – аналого-цифровий перетворювач; 1-4 – цифровий вторинний прилад.

2. Структурну схему вимірювального каналу розробленого контура автоматичного контролю витрати неелектропровідної рідини представимо у вигляді:



Використані позначення: РП – ротаметр з пневматичною системою передавання вимірювальної інформації; ЛЗ – лінії зв'язку; ПЕП – пневмоелектричний перетворювач; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ЦВП – цифровий вторинний прилад

Скориставшись додатками, виберемо необхідні ТЗА, що відповідають умовам задачі (Додаток 2): витратомір-ротаметр з пневматичною дистанційною передачею РПФ-16ЖУЗ з класом точності $K_{\text{ТРМФ}} = 2,5$, діапазоном вимірювання (ДВ): $0 \dots 16 \text{ м}^3/\text{год}$, $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100 \text{ кПа}$; лінії зв'язку (ЛЗ) класу точності 0,4; пневмоелектричний перетворювач МТМ 4000РІ з $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100 \text{ кПа}$, $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5 \text{ мА}$ і класом точності 0,5; аналого-цифровий перетворювач АЦП2

класу точності 0,25; індикатор технологічний мікропроцесорний ІТМ-12 з класом точності 0,2.

2.1. Визначимо граничнодопустиму абсолютну похибку для витратоміра-ротаметра РПФ-16ЖУЗ:

$$\Delta t_{\text{допРПФ}} = \frac{K_{\text{РПФ}} \text{ДВ}}{100} = \frac{2,5(16-0)}{100} = 0,40 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Згідно з довірчою ймовірністю $P_d = 0,95$, для кожного елемента розрахуємо середньо-квадратичну похибку в абсолютних значеннях з виразу $\Delta_{0,95} = K_{H_{0,95}}\sigma$. Середньо-квадратична похибка для витратоміра-ротаметра РПФ-16ЖУЗ складе:

$$\sigma_{\text{РПФ}} = \frac{\Delta t_{\text{допРПФ}}}{K_{H_{0,95}}} = \frac{0,4}{1,96} = 0,20 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.2. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для ліній зв'язку:

$$\Delta_{\text{допЛЗ}} = \frac{K_{\text{ЛЗ}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,4(16-0)}{100} = 0,064 \text{ м}^3/\text{год};$$
$$\sigma_{\text{ЛЗ}} = \frac{\Delta_{\text{допЛЗ}}}{K_{H_{0,95}}} = \frac{0,064}{1,96} = 0,033 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.3. Граничнодопустимі абсолютна та середньо-квадратична похибки пневмоелектричного перетворювача:

$$\Delta_{\text{допПЕП}} = \frac{K_{\text{ПЕП}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,5(16-0)}{100} = 0,08 \text{ м}^3/\text{год};$$
$$\sigma_{\text{ПЕП}} = \frac{\Delta_{\text{допПЕП}}}{K_{H_{0,95}}} = \frac{0,08}{1,96} = 0,04 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.4. Граничнодопустимі абсолютна та середньо-квадратична похибки АЦП:

$$\Delta_{\text{допАЦП}} = \frac{K_{\text{АЦП}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,25(16-0)}{100} = 0,04 \text{ м}^3/\text{год};$$
$$\sigma_{\text{АЦП}} = \frac{\Delta_{\text{допАЦП}}}{K_{H_{0,95}}} = \frac{0,04}{1,96} = 0,02 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.5. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для мікропроцесорного індикатора ІТМ-12:

$$\Delta_{\text{доп}}_{\text{ITM}} = \frac{K_{\text{ITM}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,2(16-0)}{100} = 0,032 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\sigma_{\text{ITM}} = \frac{\Delta_{\text{доп}}_{\text{ITM}}}{K_{\text{H},0,95}} = \frac{0,032}{1,96} = 0,0163 \text{ м}^3/\text{год}.$$

2.6. Розрахуємо середньо-квадратичну абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\sigma_{\text{БК}} = \sqrt{\sigma_{\text{РПФ}}^2 + \sigma_{\text{ЛЗ}}^2 + \sigma_{\text{ПЕП}}^2 + \sigma_{\text{АЦП}}^2 + \sigma_{\text{ITM}}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,033^2 + 0,04^2 + 0,02^2 + 0,016^2} = 0,21 \text{ м}^3/\text{год}.$$

2.7. Розрахуємо граничнодопустиму абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\Delta_{\text{доп}}_{\text{БК}} = \pm K_{\text{H},0,95} \sigma_{\text{БК}} = \pm 1,96 \cdot 0,21 = \pm 0,41 \text{ м}^3/\text{год},$$

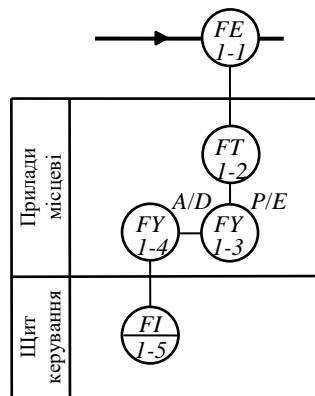
та граничнодопустиму зведену похибку вимірювального каналу:

$$\gamma_{\text{доп}}_{\text{БК}} = \pm \frac{\Delta_{\text{доп}}_{\text{БК}}}{\text{ДВ}} \cdot 100 \% = \pm \frac{0,41}{(16-0)} \cdot 100 \% = \pm 2,56 \% .$$

Таким чином, аналізований вимірювальний канал витрати відповідає класу точності 3, а дійсне значення вимірюваної витрати $Q_{\text{д}} = Q_{\text{вим}} \pm 0,41 \text{ м}^3/\text{год}$ з імовірністю $P_{\text{д}} = 0,95$.

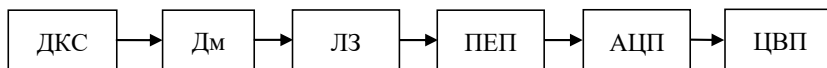
Другий варіант виконання завдання

1



1-1 – діафрагма стандартна камерна; 1-2 – дифманометр пневматичний з квадратичною функцією перетворення; 1-3 – пневмоелектричний перетворювач; 1-4 – аналого-цифровий перетворювач; 1-5 – цифровий вторинний прилад; HL1, HL2 – лампи сигнальні електричні.

2. Структурну схему розробленого контура автоматичного контролю температури на базі манометричного термометра представимо у вигляді:



Використані позначення: ДКС – діафрагма стандартна камерна; Дм – дифманометр пневматичний з квадратичною функцією перетворення; ЛЗ – лінії зв’язку; ПЕП – пневмоелектричний перетворювач; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ЦВП – цифровий вторинний прилад

Скориставшись додатками, виберемо необхідні ТЗА, що відповідають умовам задачі (Додаток 2): діафрагма стандартна камерна з граничнодопустимою основною ($\gamma_{зв,доп}$) похибкою ($K_{гДКС} = \gamma_{зв,доп}$) 1,5 %; дифманометр пневматичний з квадратичною функцією перетворення 13ДД11, з класом точності $K_{гДм} = 1$, діапазоном вимірювання (ДВ): 0...16 м³/год, $P_{вих} = 20...100$ кПа ; лінії зв’язку (ЛЗ) класу точності 0,4; пневмоелектричний перетворювач МТМ 4000РІ з $P_{вих} = 20...100$ кПа, $I_{вих} = 0...5$ мА і класом точності 0,5; аналого-цифровий перетворювач АЦП2 класу точності 0,25; індикатор технологічний мікропроцесорний ІТМ-12 класу точності 0,2 з пристроєм сигналізації.

2.1. Визначимо граничнодопустиму абсолютну похибку для діафрагми ДКС:

$$\Delta t_{допДКС} = \frac{\gamma_{зв,доп} ДВ}{100} = \frac{1,5(16-0)}{100} = 0,24 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Згідно з довірчою ймовірністю $P_d = 0,95$, для кожного елемента розрахуємо середньо-квадратичну похибку в абсолютних значеннях з виразу $\Delta_{0,95} = K_{н0,95}\sigma$. Для діафрагми ДКС отримаємо:

$$\sigma_{ДКС} = \frac{\Delta t_{допДКС}}{K_{н0,95}} = \frac{0,24}{1,96} = 0,122 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.2. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для для дифманометра 13ДД11:

$$\Delta_{допДм} = \frac{K_{гДм} ДВ}{100} = \frac{1(16-0)}{100} = 0,16 \text{ м}^3/\text{год.};$$

$$\sigma_{Дм} = \frac{\Delta_{допДм}}{K_{н0,95}} = \frac{0,16}{1,96} = 0,082 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.3. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для ліній зв'язку:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{ЛЗ}}} = \frac{K_{\text{Т}_{\text{ЛЗ}}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,4(16-0)}{100} = 0,064 \text{ м};$$

$$\sigma_{\text{ЛЗ}} = \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{ЛЗ}}}}{K_{\text{Н}_{0,95}}} = \frac{0,064}{1,96} = 0,033 \text{ м}.$$

2.4. Граничнодопустимі абсолютна та середньо-квадратична похибки пневмоелектричного перетворювача:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{ПЕП}}} = \frac{K_{\text{Т}_{\text{ПЕП}}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,5(16-0)}{100} = 0,08 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\sigma_{\text{ПЕП}} = \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{ПЕП}}}}{K_{\text{Н}_{0,95}}} = \frac{0,08}{1,96} = 0,041 \text{ м}^3/\text{год}.$$

2.5. Граничнодопустимі абсолютна та середньо-квадратична похибки АЦП:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{АЦП}}} = \frac{K_{\text{Т}_{\text{АЦП}}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,25(16-0)}{100} = 0,04 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\sigma_{\text{АЦП}} = \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{АЦП}}}}{K_{\text{Н}_{0,95}}} = \frac{0,04}{1,96} = 0,02 \text{ м}^3/\text{год}.$$

2.6. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для мікропроцесорного індикатора ІТМ-12:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{ІТМ}}} = \frac{K_{\text{Т}_{\text{ІТМ}}} \text{ДВ}}{100} = \frac{0,2(16-0)}{100} = 0,032 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\sigma_{\text{ІТМ}} = \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{ІТМ}}}}{K_{\text{Н}_{0,95}}} = \frac{0,08}{1,96} = 0,016 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахуємо середньо-квадратичну абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\sigma_{\text{ВК}} = \sqrt{\sigma_{\text{ДКС}}^2 + \sigma_{\text{ДМ}}^2 + \sigma_{\text{ЛЗ}}^2 + \sigma_{\text{ПЕП}}^2 + \sigma_{\text{АЦП}}^2 + \sigma_{\text{ІТМ}}^2} = \sqrt{0,122^2 + 0,082^2 + 0,033^2 + 0,041^2 + 0,02^2 + 0,016^2} = 0,158 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахуємо граничнодопустиму абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{ВК}}} = \pm K_{\text{Н}_{0,95}} \sigma_{\text{ВК}} = \pm 1,96 \cdot 0,158 = \pm 0,31 \text{ м}^3/\text{год},$$

та граничнодопустиму зведену похибку вимірювального каналу:

$$\gamma_{\text{доп}_{\text{ВК}}} = \pm \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{ВК}}}}{\text{ДВ}} \cdot 100 \% = \pm \frac{0,31}{(16-0)} \cdot 100 \% = \pm 1,94 \% .$$

Таким чином, аналізований вимірювальний канал витрати відповідає класу точності 2, а дійсне значення вимірюваної витрати $Q_d = Q_{\text{вим}} \pm 0,31 \text{ м}^3/\text{год}$ з імовірністю $P_d = 0,95$.

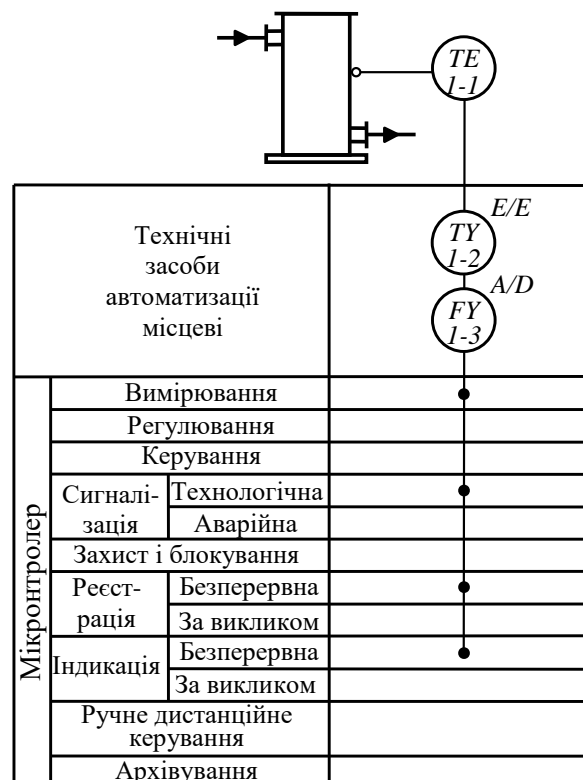
Приклад 2

1. Розробити схему автоматичного контролю температури поверхні радіантних труб трубчатої печі, що не повинна перевищувати $650 \text{ }^\circ\text{C}$, за допомогою термоелектричного перетворювача (ТП) з виведенням вимірювальної інформації на мікроконтролер і забезпеченням сигналізації верхнього граничного значення. Запропонувати необхідні для її реалізації технічні засоби автоматизації. Довірчу імовірність для розрахунку взяти такою, що дорівнює 0,95.

2. Розрахувати сумарну похибку розробленого вимірювального каналу температури. Довірчу ймовірність для розрахунку взяти такою, що дорівнює 0,95.

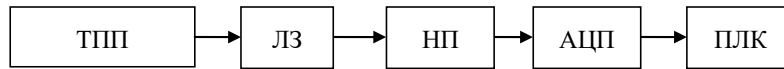
Виконання завдання

1. Схему системи автоматичного контролю витрати неелектропровідної рідини розроблено у вигляді



1-1 – термоелектричний перетворювач поверхневий; *1-2* – нормувальний перетворювач; *1-3* – аналого-цифровий перетворювач.

2. Структурну схему вимірювального каналу розробленого контура автоматичного контролю температури поверхні радіантних труб трубчатої печі представимо у вигляді:



Використані позначення: ТПП – термоелектричний перетворювач (термопара) поверхневий; ЛЗ – лінії зв’язку; НП – нормувальний перетворювач; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ПЛК – програмований логічний контролер (мікропроцесорний контролер).

Виходячи з умов завдання, структурні елементи схеми виберемо з такими метрологічними характеристиками: термоелектричний перетворювач поверхневий ТХА-9909 (НСХ К) з діапазоном (ДВ) 0...700 °С; лінії зв’язку (ЛЗ) класу точності 0,4, нормувальний перетворювач Ш79 класу точності 0,25, аналого-цифровий перетворювач АЦП2 класу точності 0,25 і мікропроцесорний контролер (Р-130М, КОНТРАСТ і под.).

2.1. Для поверхневого термоелектричного перетворювача ТХА-9909 з класом допуску 2 граничнограничнодопустиме відхилення (похибка) в діапазоні вимірювання від мінус 40 до 700 °С становить 2,5 °С (табл. Дб.2 дод. 6), тобто

$$\Delta t_{\text{доп}} = \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Середньо-квадратичну похибку ТПП $\sigma_{\text{ТПП}}$ в абсолютних значеннях розрахуємо з виразу $\Delta_{0,95} = K_{\text{н}0,95} \sigma$:

$$\sigma_{\text{ТПП}} = \frac{\Delta t_{\text{доп}}}{K_{\text{н}0,95}} = \frac{2,5}{1,96} = 1,28 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.2. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для ліній зв’язку:

$$\Delta_{\text{доп} \text{ЛЗ}} = \frac{K_{\text{ТЛЗ}} t_{\text{вим}}}{100} = \frac{0,4 \cdot 650}{100} = 2,6 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\sigma_{\text{ЛЗ}} = \frac{\Delta_{\text{доп} \text{ЛЗ}}}{K_{\text{н}0,95}} = \frac{2,6}{1,96} = 1,33 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.3. Визначимо граничнодопустимі абсолютну та середньо-квадратичну похибки для нормувального перетворювача:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{НП}}} = \frac{K_{\text{Т}_{\text{НП}}} t_{\text{вим}}}{100} = \frac{0,25 \cdot 650}{100} = 1,63 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\sigma_{\text{НП}} = \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{НП}}}}{K_{\text{Н}_{0,95}}} = \frac{1,63}{1,96} = 0,83 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.4. Граничнодопустимі абсолютна та середньо-квадратична похибки АЦП:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{АЦП}}} = \frac{K_{\text{Т}_{\text{АЦП}}} t_{\text{вим}}}{100} = \frac{0,25 \cdot 650}{100} = 1,63 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\sigma_{\text{АЦП}} = \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{АЦП}}}}{K_{\text{Н}_{0,95}}} = \frac{1,63}{1,96} = 0,83 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.5. Оскільки мікропроцесор мікроконтролера виконує лише обчислювальні операції, то його похибка вважається нульовою.

2.6. Розрахуємо середньо-квадратичну абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\sigma_{\text{БК}} = \sqrt{\sigma_{\text{ТНП}}^2 + \sigma_{\text{ЛЗ}}^2 + \sigma_{\text{НП}}^2 + \sigma_{\text{АЦП}}^2} = \sqrt{1,28^2 + 1,33^2 + 0,83^2 + 0,83^2} = 2,19 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.7. Розрахуємо граничнодопустиму абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\Delta_{\text{доп}_{\text{БК}}} = \pm K_{\text{Н}_{0,95}} \sigma_{\text{БК}} = \pm 1,96 \cdot 2,19 = \pm 4,29 \text{ } ^\circ\text{C},$$

та граничнодопустиму зведену похибку вимірювального каналу:

$$\gamma_{\text{доп}_{\text{БК}}} = \pm \frac{\Delta_{\text{доп}_{\text{БК}}}}{t_{\text{вгв}}} \cdot 100 \% = \pm \frac{4,29}{650} \cdot 100 \% = \pm 0,66 \text{ } \%$$

Таким чином, аналізований вимірювальний канал температури відповідає класу точності 1, а дійсне значення вимірюваної температури $t_{\text{д}} = t_{\text{вим}} \pm \pm 4,29 \text{ } ^\circ\text{C}$ з імовірністю $P_{\text{д}} = 0,95$.

ДОДАТОК 2

МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Таблиця Д2.1. МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАНОМЕТРИЧНИХ
ТЕРМОМЕТРІВ

	Тип ЗВТ	Діапазон вимірювання (макс.),	Гранично-допустима основна похибка	Клас точності
1	2	3	4	5
1	Термометр манометричний промисловий стаціонарний газовий ТГП-100, $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа	0...500 °С		1
2	Термометр манометричний промисловий стаціонарний конденсаційний ТКП-60/3М	0...120 °С		2,5

Таблиця Д2.2. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ОПОРУ
СТАНДАРТНИХ ТИПІВ

Назва характеристики	Тип ТО		
	Платинові (ТОП)	Мідні (ТОМ)	Нікелеві (ТОН)
Діапазон вимірюваних температур, °С	(-260)...850 (+1100 – для одиночного виробництва)	(-200)...200	(-60)...180
Клас допуску	Граничнодопустимі відхилення опору від НСХ для класів допуску, °С		
A	$\pm(0,15 + 0,002 t)$ від (-220) до 850 °С	$\pm(0,15 + 0,002 t)$ від (-50) до 120 °С	
B	$\pm(0,3 + 0,005 t)$ від (-220) до 1100 °С	$\pm(0,25 + 0,0035 t)$ від (-200) до 200 °С	
C	$\pm(0,6 + 0,008 t)$ від (-100) до 300 °С та від 850 до 1100 °С	$\pm(0,5 + 0,0065 t)$ від (-200) до 200 °С	$\pm(0,3 + 0,0165 t)$ від (-60) до 0 °С; $\pm(0,3 + 0,008 t)$ від 0 до 180 °С

Примітки.

1. t – значення вимірюваної температури, °С.
2. Допустимі відхилення опору від НСХ ТО для вимірювання температури нижче мінус 220 °С і поверхневих ТО встановлено в технічних умовах на ТО конкретного типу.

Таблиця Д2.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКРЕМИХ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ОПОРУ

Тип ТО	Позначення НСХ	Діапазон вимірювання, °С	Область застосування	Клас допуску
ТСМ-1388	50М	(-50)...120	Рідкі та газоподібні середовища	С
ТСП - 1287	50П, 100П	0...500		В
ДТВ-038М	50М	30...180	Поверхня металевих валків	С

Таблиця Д2.4. МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ОПОРУ З УНІФІКОВАНИМ ВИХІДНИМ СИГНАЛОМ

Тип ТО	Діапазон вимірювання, °С	Граничнодопустима основна похибка, %	Робочий тиск, МПа	Довжина монтажної частини L, м	
1	2	3	5	6	
ТСПУ-0288	(-200) ...50; 150...200; (-100)...50; 200...300, 0...600	1	25; 50 – у разі застосування захисної арматури зі сталі 12Х18Н10Т	100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 630; 800; 1000	
ТСПУ-0288	200...400	0,25; 0,5		25; 50 – у разі застосування захисної арматури зі сталі 12Х18Н10Т	200; 250; 320; 400; 500; 1250
ТСПУ-0288	(-50)...50; 0...100;	0,25; 0,5			
ТСМУ-0288	0...200	0,5; 1			
ТСПУ-0288	0...50	0,5; 1			
ТСМУ-0288	0...50	1; 1,5			
ТСМУ-0288	50...100; 100...150	1; 1,5			
ТСПУ-0289	(-200)...50; (-100)...50	0,7			
ТСПУ-0289 ТСМУ-0289	(-50)...50; 0...200				
ТСПУ-0289 ТСМУ-0289	(-25)...25	1			
ТСПУ-0289 ТСМУ-0289	0...50	1			
ТСМУ-0289 ТСПУ-0289	150...200	2,5			
ТСПУ-0388	(-200)...50; (-100)...50; 150...200; 200...300; 200...600	1			
ТСПУ-0388	(-50)...50; 0...100; 0...200	0,25; 0,5			
ТСМУ-0388	50...100; 100...150	1; 1,5			

Таблиця Д2.5. МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

Вид ліній зв'язку	Клас точності	Примітка
Електричні	0,4	За МР ВНТП 115-80
Пневматичні	0,4	За МР ВНТП 115-80

Таблиця Д2.6. ФОРМУЛИ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ГРАНИЧНОДОПУСТИМИХ ВІДХИЛЕНЬ ТЕРМО-ЕРС ТЕРМОПАР

Термо-пара	Умовне позначення НСХ перетворення	Клас допуску	Діапазон вимірювання, °С	Граничнодопустимі відхилення, °С
1	2	3	4	5
ТПП	<i>S, R</i>	2	0...600; понад 600...1600	1,5 0,0025 t
		1	0...1100; понад 1100...1600	1,0 1,0+0,003 (t – 1100)
ТПР	<i>B</i>	3	600...800; понад 800...1800	4,0 0,005 t
		2	600...1800	0,0025 t
ТХК	<i>L</i>	3	(-200)...(-100); понад (-100)...100	1,5+0,01 t 2,5
		2	(-40)...300; понад 300...800	2,5 0,7+ 0,005 t
ТХА	<i>K</i>	3	(-200)...166,7 понад (-166,7)...40	0,015 t 0,25
		2	(-40)...333,4; понад 333,4...1300	2,5 0,0075 t
		1	(-40)...375 понад 375...1300	1,5 0,004 t
ТВР	<i>A</i>	3	1000...2500	0,007 t
		2	1000...2500	0,005 t

Таблиця Д2.7. ПОВЕРХНЕВІ ТЕРМОПАРИ – ДСТУ 2857-94 (ГОСТ 6616-94)

1	2	3	4	5
ТХА-9909	<i>K</i>	2	0...700	2,5
ТХК-9911	<i>L</i>	2	-40...260	2,5
ТХКП-ХVІІІ			0...400	

Таблиця Д2.8. МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКРЕМИХ ВИДІВ ЗВТ

	Тип ЗВТ	Діапазон вимірювання (макс.)	Гранично-допустима основна похибка	Клас точності
1	2	3	4	5
1	Дифманометр тензометричний з пропорційною функцією перетворення «Сафір-М», $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ мА	*		0,25
2	Дифманометр безшкальний пневматичний 13ДД11 із пропорційною або квадратичною функцією перетворення, $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа	*		1
	Діафрагма камерна ДКС		1,5 % (зв.)	
3	Рівнемір буйковий УБ-П, $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа	0...4, 0...16 м		1,5
4	Рівнемір радарний вибухозахищений УЛМ-31А1, $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (4...20) мА; цифр. інтерфейс RS-485	0,6...30 м	$\pm 0,001$ м	
5	Рівнемір щуповий для сипких і пилоподібних матеріалів УРМ-10А, $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (4...20) мА, цифровий інтерфейс RS-485	0...20 м	$\pm 0,05$ м	
6	Витратомір електромагнітний ПРЭМ-32 для вимірювання витрати рідини, $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20$ мА; цифровий інтерфейс RS-485	0...30; 0...72; 0...120; 0...280 0...630 м ³ /год		1
	Витратомір газу калориметричний безконтактний ИРГ-1000; $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (4...20) мА	0...0,06 м ³ /год		2,5
7	Витратомір-ротаметр з пневматичною дистанційною передачею та місцевою шкалою показань РПФ-16ЖУЗ для вимірювання витрати рідини $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа	0...16 м ³ /год		2,5
8	рН-метр промисловий у складі первинного вимірювального перетворювача магістрального виконання ДМ-5М (заглибного – ДПг-4М) та проміжного перетворювача П-215М, $I_{\text{вих}} =$	(-1)...+14		1
9	Віскозиметр вібраційний низькочастотний ВВН-8-021, $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ мА	10...200 Па·с·кг/м ²		2,5
10	Газоаналізатори автоматичні стаціонарні неперервної дії ЭССА, $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20$ мА; цифровий інтерфейс RS-485	по Cl ₂ : 0...50 мг/м ³		20
		по СО: 0...20 мг/м ³		15
		по CH ₄ : 0...20 мг/м ³		15
		по H ₂ S: 0...10 мг/м ³		20
		по NH ₃ : 0...20 мг/м ³		20
		по NO: 0...30 мг/м ³		15
		по O ₂ : 0...30 мг/м ³		2,5

* Граничні перепади тиску дифманометрів (Па, кПа, МПа) вибирають зі стандартного ряду: $(1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3) \times 10^n$, де n – будь-яке ціле додатне число або нуль.

1	2	3	4	5
11	Густиномір рідини автоматичний пневматичний поплавковий ПАЖ-303 , $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа	750...1500 кг/м ³		0,2
12	Густиномір рідини вібраційний проточний ПЛЮТ-3М , $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20$ мА; цифровий інтерфейс RS-485	1200...1600 кг/м ³		0,1
13	Концентратомір рідин кондуктометричний АЖК-3101М.К у складі первинного вимірювального перетворювача та блока обробки, індикації та сигналізації, $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20$ мА; цифровий інтерфейс RS-485	0...99 %		5
14	Перетворювач нормувальний одноканальний Ш79 , вхідні сигнали: 0...5 мА, 0...10 В, а також від ТП НСХ <i>B, K, L, S, R</i> та ТО НСХ 50П, 100П, 50М, 100М; $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ мА, $U_{\text{вих}} = 0 \dots 10$ В; цифровий інтерфейс RS-485			0,25
15	Перетворювач пневмоелектричний МТМ 4000PI , $P_{\text{вх}} = 20 \dots 100$ кПа; $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (0...20 мА, 4...20 мА); $P_{\text{мах}} = 400$ кПа; $P_{\text{жив}} = 140$ кПа; діапазон робочих температур 5...50 °С; монтаж на Din-рейку; індикація вимірюваного параметра; інтерфейс RS-485			0,5
16	Перетворювач електропневматичний МТМ 810 , $I_{\text{вх}} = 0 \dots 5$ мА, $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа			0,5
17	Аналого-цифровий перетворювач АЦП2 перетворює в цифрову форму 2 гальванічно розділених вхідних уніфікованих сигнали 0...5 мА, 0(4)...20 мА, 0...10 В			0,25
18	Цифро-аналоговий перетворювач ЦАП4 перетворює цифровий код у вихідні уніфіковані аналогові сигнали: 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА, 0...10 В; кількість каналів – 4			0,5
19	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації та блоком добування квадратного кореня ДИСК-250 ; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – <i>B, K, L, S</i> , опору – 50П, 100П, 50М, 100М (вх. сигнали – аналогові)	0...600 °С		0,5

Закінчення табл. Д2.8.

20	Прилад вторинний пневматичний показувальний, реєструвальний (система СТАРТ) ФК0071 , $P_{вх} = 20 \dots 100$ кПа			0,5
21	Прилад вторинний пневматичний показувальний (система СТАРТ) ПКП.1П із пристроєм пневматичної сигналізації, $P_{вх} = 20 \dots 100$ кПа			0,5
22	Індикатор технологічний мікропроцесорний (цифровий) двоканальний ІТМ-12 ; вхідні сигнали: дискретні; цифрова індикація; технологічна сигналізація; цифровий інтерфейс RS-485			0,2

ПРИКЛАДИ бібліографічного ОПИСУ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

(згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання». – Чинний від 01.07.2007)

1. ОДНОТОМНІ ВИДАННЯ

Лукінюк М. В. Обережно: міфи! Спроба системного підходу до висвітлення фальшувань історії України [Текст]: монографія / КНУ ім. Т. Г. Шевченка; [переднє сл. І. Дзюби]. – К.: Вид-во імені Олени Теліги, 2003. – 576с. – Бібліогр.: с. 540–573. – 1000 пр. – SBN 966-7018-84-9.

Дорф Р. Современные системы управления [Текст] / Ричард Дорф, Роберт Бишоп ; перевод с англ. Б. И. Копылова. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с. : ил. ; Загл. пер. и корешка: Современные системы управления. – Библиогр.: с. 821–822. – Предм. указ. : с. 823–831. – Перевод изд.: Modern control systems. Ninth edition / Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. – New Jersey, Prentice Hall Upper Saddle River, 2001. – 1000 экз. – ISBN 5 93208 119 8 (в пер.).

2. НАВЧАЛЬНІ ПОСІБНИКИ, ПІДРУЧНИКИ**...книги одного, двох або трьох авторів**

Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

Бондаренко Н. С. Числові методи [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Н. С. Бондаренко, Н. П. Журков, Г. М. Шевельков ; за заг. ред. Н. П. Соколова. – **2-е вид.** – К.: Лаб. базових знань, 2002. – 630 с. : іл. ; 25 см. – Бібліогр.: с. 622–626. – Предм. вказ.: с. 627–630. – 30000 пр. – ISBN 5-93208-043-4.

...книги чотирьох авторів

Автоматичні системи керування хіміко-технологічними процесами [Текст] : навч. посіб. для студ. хіміко-технол. спец. / В. Я. Кожухар, В. В. Брем, Ю. Ф. Каверін, Ю. К. Тодорцев. – Одеса: Екологія, 2005. – 224 с. – Бібліогр.: с. 221. – 300 пр. – ISBN 966-8740-06-8.

...книги п'яти чи більше авторів

Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; За заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2001 р. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с. – Бібліогр.: с. 467. – 500. – ISBN 966-593-232-2.

3. СТАНДАРТИ

ДСТУ 2858–94. Термоперетворювачі опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань [Текст]. – Чинний від 23.11.1994. – К.: Держстандарт України, 1995. – 53 с.

або

Термоперетворювачі опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань [Текст] : ДСТУ 2858–94. – Чинний від 23.11.1994. – К.: Держстандарт України, 1995. – 53 с.

4. ПАТЕНТНІ ДОКУМЕНТИ

Спосіб визначення середньої температури заготовок в печі графітації [Текст] : пат. 23422 Україна : МПК⁷ C01B 31/04, G01K 3/00 / Є. М. Панов, С. В. Кутузов, О. Ю. Уразлина, С. В. Лелека, І. Л. Шилович, М. Ф. Боженко, М. В. Коржик ; заявник і патентовласник НТУУ «КПІ». – № U200613780 ; заявл. 25.12.2006 ; опубл. 25.05.2007, Бюл. № 7. – 3 с. : іл.

Способ измерения массы нефтепродуктов в резервуарах и устройство для его осуществления [Текст] : а. с. 1657975 СССР : МКИ³G 01 G 17/04 / М. В. Лукинюк, Ю. В. Кречотень, Б. Б. Булгаков (СССР). – № 4425258/10 ; заявл. 18.05.88 ; опубл. 23.06.91, Бюл. № 23. – 3 с. : ил.

Приемопередающее устройство [Текст] : пат. 2187888 Рос. Федерация : МПК⁷ H 04 B 1/38, H 04 J 13/00 / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-ислед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

або

Пат. 23422 Україна, МПК⁷C01B 31/04, G01K 3/00. Спосіб визначення середньої температури заготовок в печі графітації [Текст] / Є. М. Панов, С. В. Кутузов, О. Ю. Уразлина, С. В. Лелека, І. Л. Шилович, М. Ф. Боженко, М. В. Коржик ; заявник і патентовласник НТУУ «КПІ». – № u200613780 ; заявл. 25.12.2006 ; опубл. 25.05.2007, Бюл. № 7.– 3 с. : іл.

А. с. 1657975 СССР, МКИ³G 01 G 17/04. Способ измерения массы нефтепродуктов в резервуарах и устройство для его осуществления [Текст] / М. В. Лукинюк, Ю. В. Кречотень, Б. Б. Булгаков (СССР). – № 4425258/10 ; заявл. 18.05.88 ; опубл. 23.06.91, Бюл. № 23. – 3 с. : ил.

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ H 04 B 1/38, H 04 J 13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-ислед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

5. ОКРЕМИЙ ТОМ БАГАТОТОМНОГО ВИДАННЯ

Лукинюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: у 2 кн. Кн. 1: Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія» / М. В. Лукинюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 336 с. : іл. – Бібліогр.: с. 328–330. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

6. ДЕПОНОВАНІ НАУКОВІ РОБОТИ

Ведернікова О. О. Огляд методів та алгоритмів організації оперативного планування виробництва» [Текст] / О. О. Ведернікова, В. В. Миленський ; НТУУ «КПІ». – К., 2008. – 20 с. – Бібліогр.: с. 9. – Деп. в ДНТБ України 12.05.08, № 35. – Ук2008.

7. СТАТТЯ зкниги або іншого разового видання

Ярошук Л. Д. Адаптивне керування процесом екструзії пластичних мас [Текст] / Л. Д. Ярошук, О. А. Жученко // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2008): зб. наук. праць IX міжнар. конф. ; Вінниця, 21–24 жовтня 2008 р. – Вінниця: «Універсум-Вінниця», 2008. – С. 85–86. – Бібліогр.: с. 86. – ISBN 978-966-7591-31-1.

...із серіального видання

Подустов М. О. Масопередача в системі газ–рідина при сульфатуванні органічної сировини [Текст] / М. О. Подустов, В. І. Тошинський, О. А. Жученко, В. М. Петров // Наукові вісті НТУУ «КПІ». Сер. «Хімія та хім. технологія». – К.: НТУУ «КПІ», ВПІ ВПК «Політехніка», 2008. – № 1. – С. 128–131. – Бібліогр.: с. 131. – ISSN 1810-0546.

Ладієва Л. Р. Оптимізація плівкового апарату роторного типу за максимальною продуктивністю [Текст] / Л. Р. Ладієва, Т. П. Завялова // Автоматика. Автоматизація. Електричні комплекси та системи. – 2007. – № 2 (20). – С. 124–130. – Бібліогр.: с. 129–130. – ISSN 1810-0546.

...із серіального видання ІНОЗЕМНОЮ МОВОЮ

Rheinberger Н. J. Darwin's experimental natural history [Text] / Н. J. Rheinberger, L. P. McLauch // J. Hist. Biol. – 1986. – Vol. 19, № 1. – P. 79–130. – ISSN 0305-9855.

8. ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Лящук А. Я. Основні поняття OLAP [Текст] / А. Я. Лящук, В. В. Миленський // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології: Тези доповідей Другої науково-практичної конференції студентів; Київ, НТУУ «КПІ», 23 квітня 2009 р. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 44 с. : іл. – Бібліогр.: в кінці тез. – С. 19-20.

Ліщенко В. М. Система автоматичного керування процесом нейтралізації на базі мікропроцесора [Текст] / В. М. Ліщенко, Р. А. Осіпа // «Інформаційні технології та автоматизація» : Друга Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса, Національна академія харчових технологій 15–16 жовт. 2009 р. : тези доп. – Одеса : ОНАХТ, 2009. – 119 с. : іл. – Бібліогр.: в кінці тез. – С. 61–62.

9. ПРОМИСЛОВІ КАТАЛОГИ

Продукція «МІКРОЛ» для промислової автоматизації підприємств [Текст] : каталог : розробник і виробник підприємство «МІКРОЛ». – Івано-Франківськ, 2007. – 70 с. – 1000 пр.

10. ЕЛЕКТРОННІ ВИДАННЯ

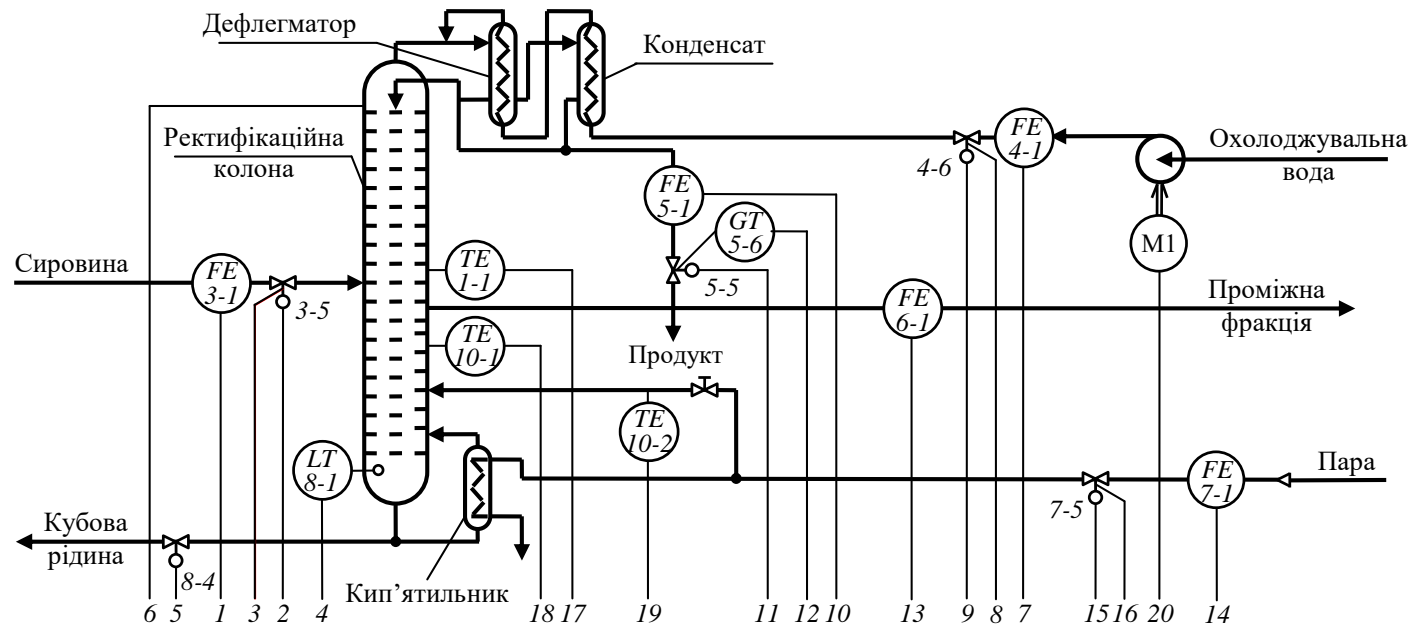
Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» для студентів спеціальності «Хімічна технологія неорганічних речовин» хіміко-технологічного факультету [Текст] / І. М. Астрелін, А. Л. Концевой, Ю. В. Князєв, М. В. Лукінюк // Електронне видання, свід. НМУ №Е8/9-057, 2009-11-09. – НТУУ «КПІ», 2009. – 64 с.

11. ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС

(ПОСИЛАННЯ НА ІНТЕРНЕТ-ДЖЕРЕЛО)

Лукінюк М. В. ОБЕРЕЖНО: МІФИ! Спроба системного підходу до висвітлення фальшувань історії України: монографія [Електронний ресурс] / КНУ ім. Т. Г. Шевченка; Переднє сл. І. Дзюби. – К.: Вид-во імені Олени Теліги, 2003. – 576 с. – Бібліогр.: с. 540–573. – 1000 пр. – ISBN 966-7018-84-9. – Режим доступу: <http://ukrlife.org/main/uacrim/obermif0.htm>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

Приклади виконання схем автоматизації розгорнутим способом

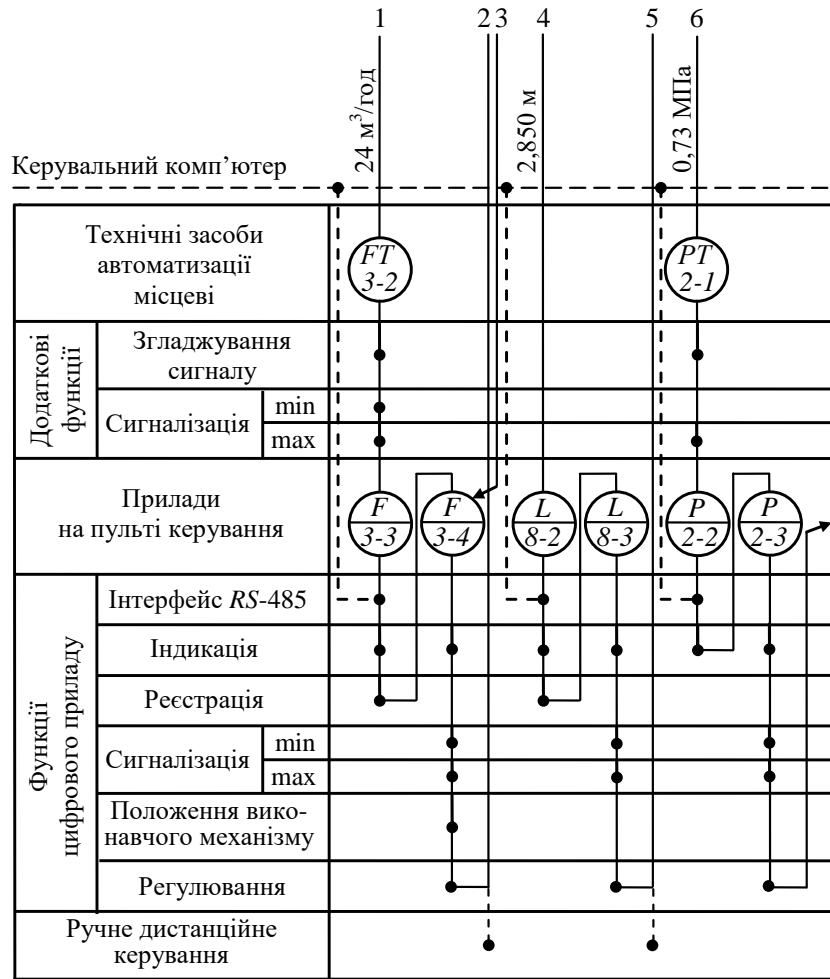


32

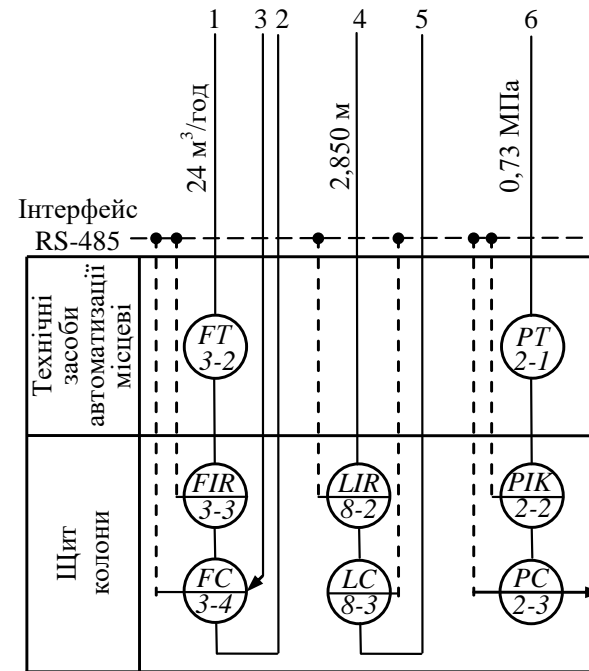
Рис. 5.2. Приклад виконання схеми автоматизації розгорнутим способом на базі локальної автоматики [5]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Технічні засоби автоматизації місцеві	FT 3-2					PT 2-1	FT 4-2			FT 5-2			FT 6-2	FT 7-2			TT 1-2		HA KB1	NS 11-4
Щит колони	FRK 3-3	FC 3-4	LRK 8-2	LC 8-3	PIK 2-2	PC 2-3	FIR 4-3	FC 4-4	HC 4-5	FRK 5-3	FC 5-4	GI 5-7	FIR 6-3	FRK 7-3	FC 7-4	TC 1-4	TIR 1-3	ORC 10-3	H 11-1	H 11-2
	24 м ³ /год		2,850 м			0,73 МПа	80 м ³ /год			16 м ³ /год			8,1 м ³ /год		120 м ³ /год		285 °C	70 мг/л	60 мг/л	

HL1 HL2



a



б

Рис. 5.4. Приклади виконання схеми автоматизації розгорнутим способом із використанням цифрових приладів (фрагментарно): *a* – детальний варіант; *б* – спрощений варіант

Специфікація устаткування, виробів і матеріалів (зразок)

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва, технічна характеристика	Тип, марка моделі	Код	Завод-виробник	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ									
1-1, 17-1	Витрата	Пермеат, трубопровід	24,6 м ³ /год	Трубопровід 29	Діафрагма стандартна камерна, $P_y = 0,6$ МПа; $D_{тр} = 75$ мм	ДКС 0,6-75		ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	2 од.
1-2, 17-2	Те саме	Те саме	Те саме	Місцевий	Дифманометр безшкальний із квадратичною функцією перетворення; $\Delta P_{max} = 40$ кПа; клас точності 1; $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	13ДД11 (мод. 720)		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	2 од.
1-3, 17-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Прилад вторинний пневматичний показувальний реструвальний, зі станцією керування (система СТАРТ); витрата повітря живлення – 6,5 л/хв, $P_{жив} = 0,14$ МПа, $P_{вх} = 20 \dots 100$ кПа	ФК0071		АТ «ТИЗПРИБОР», м. Москва	2 од.
1-4, 12-5, 17-4	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Регулятор пневматичний пропорційно-інтегральний (система СТАРТ); витрата повітря живлення – 4,5 л/хв, $P_{жив} = 0,14$ МПа, $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	ФР0091		АТ «ТИЗПРИБОР», м. Москва	3 од.
1-5, 12-6, 17-5	— " —	— " —	— " —	Трубопровід 29	Механізм виконавчий пневматичний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і боковим дублером; $P_{живл} = 0, 25$ МПа	МИМП ППХ 05		ВАТ «Прикарпатпром-арматура», м. Івано-Франківськ	3 од.
6-1	Температура	Пермеат, трубопровід	140 °С	Трубопровід 29	Термоперетворювач опору мідний, НСХ 50М, діапазон вимірювання: мінус 50...150 °С, довжина монтажної частини 90 мм; діаметр захисної арматури 6 мм; інерційність 20 с; $P_y = 6,3$ МПа; клас допуску В	ТСМ-1188-01		НВО «Електротермія», м. Луцьк	1 од.

Продовження додатка 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6-2, 9-3, 10-3 12-3	Те саме	Те саме	Те саме	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК-250		ЗАТ „Промышленная группа «Метран»”, м. Челябінськ	4 од.
7-1	Перепад тиску	Пермеат, вугільний фільтр	30 кПа	Місцевий	Тензодатчик різниці тисків мікропроцесорний, $\Delta P_{\max} = 1,6$ МПа, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 06ХН28МДТ; кл. точності 0,25; $I_{\text{вих}} = 4...20$ мА	Сафір М, мод. 2460		ЗАТ «Манометр», м. Харків	1 од.
11-1	Перепад тиску	Вода, мембранний апарат	50 кПа						
7-2, 11-2	Те саме	Те саме	Те саме		Індикатор технологічний мікропроцесорний двоканальний з універсальними аналоговими входами, чотирма дискретними виходами; цифрова індикація	ІТМ-20У		ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ	2 од.
8-1	Температура	Ретант, трубопровід	180 °С	Трубопровід 30	Термоелектричний перетворювач, НСХ L, діапазон вимірювання (-40)...200 °С, довжина монтажної частини 900 мм; діаметр захисної арматури 10 мм; $P_y = 4$ МПа; інерційність 12 с; клас допуску 2	ТХК-2788		НВО «Електротермія», м. Луцьк	1 од.
9-1, 10-1	Рівень	Пермеат, бакзбирач пермеату та ретанту	3,5 м	Апарати 4, 6	Рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем, $L_{\max} = 4$ м, $p_{\text{доп}} = 4$ МПа, $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа	УБ-ПА		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	2 комплекти
12-1	pH	Водний розчин H_2NO_3 , мембранний апарат	4...6	Апарат 3	Чутливий елемент pH-метра заглибного виконання з електродами ЭВП-08 і регулятором тиску РДС-1; глибина занурення 900 мм	ДПг-4М, тип IV		Гомельський завод вимірювальних приладів, м. Гомель	1 од.
12-2	Те саме	Те саме	Те саме	Місцевий	Перетворювач високоомний, $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА (для $R_n > 200$ Ом); клас точності 1	П-201		— " —	1 од.
6-3	Температура	Пермеат, трубопровід	140 °С	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний двоканальний з корекцією за другим параметром. Реалізує П-, ПІ- та ПІД-алгоритми регулювання з імпульсним або аналоговим виходами (0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА), максимальні похибки: АЦП $\pm 0,2$ %, ЦАП $\pm 0,5$ %	МК-21		ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ	1 од.

Закінчення додатка 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6-4	Температура	Пермеат, трубопровід	140 °C	Байпас трубопроводу 31	Механізм виконавчий електричний однообертовий: 6,3 – номінальний момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – повний хід валу, об	МЭО-6,3/12,5-0,25-99		Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан	1 од.
9-2, 10-2	–	–	–	Місцевий	Перетворювач пневмоелектричний, $P_{вх} = 20 \dots 100$ кПа; $I_{вих} = 0 \dots 5$ (4...20) мА	ПЕП-11		ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	2 од.
12-4	–	–	–	Щит керування	Перетворювач електропневматичний, $I_{вх} = 0 \dots 5$ мА; $p_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	МТМ 810		НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк	2 од.
ЕЛЕКТРОПАРАТИ									
SB1, SB2	Витрата	Насоси Н-1, Н-2	80 м ³ /год	Щит керування	Пост керування кнопковий, номінальна робоча напруга 220, 380, 660 В	ПКУ-123-11		ЗАТ «Променергоавтоматика», м. Київ	2 од.
МП1, МП2	–	–	–	Місцевий	Пускач магнітний безконтактний реверсивний; $U_{жив} = 220$ В, 50/60 Гц, $W_{жив} = 10$ В·А	ПБР-3А		ВО «Електроприбор», м. Чебоксари	2 од.
KB1... KB4					Кнопка запобіжного відмикання, номінальний робочий струм 10 А	КМЕ-5111 УЗ		ЗАТ «Променергоавтоматика», м. Київ	4 од.
МП3, МП4	–	–	–	Місцевий	Пускач магнітний безконтактний неревверсивний з реле IP-20; $I_{вх} = 160$ А	ПМ 12-01025		ВО «Електроприбор», м. Чебоксари	2 од.
HL1, HL2	–	–	–	–	Лампа сигнальна світлодіодна із зеленим індикатором («ПУСК»), $U_{жив} = 220$ В, 50/60 Гц	ЛС 47-1		«ІЕК Україна», м. Київ	2 од.
HL3, HLA	–	–	–	–	Лампа сигнальна світлодіодна з червоним індикатором («СТОП»), $U_{жив} = 220$ В, 50/60 Гц	ЛС 47-2		«ІЕК Україна», м. Київ	2 од.
КАБЕЛІ ТА ПРОВІДНИКИ									
	–	–	–	–	Кабель 4 × 1,5 мідний, діаметр 13,82 мм; ізоляція – пластикат полівінілхлоридний	КВБШ		Завод «Південкабель», м. Харків	450 м
МОНТАЖНІ ВИРОБИ									
	–	–	–	–	Коробка з'єднувальна вибухозахисного виконання; кількість вводів – 16; $d = 18$ мм	КСВ-11		Завод «Південкабель», м. Харків	4 од.
МАТЕРІАЛИ									
	–	–	–	–	Труби захисні для електропроводок сталеві, 26 × 1,6 (з муфтами БНМ 100)	БНТ 100		Південнотрубний завод, м. Нікополь	3 комп.

Тиск і густина насиченої водяної пари

t, °C	Тиск (кгс/см^2) і густина (кг/м^3) при t, °C									
	0		1		2		3		4	
	$P_{\text{нп}}$	$\rho_{\text{нп}}$	$P_{\text{нп}}$	$\rho_{\text{нп}}$	$P_{\text{нп}}$	$\rho_{\text{нп}}$	$P_{\text{нп}}$	$\rho_{\text{нп}}$	$P_{\text{нп}}$	$\rho_{\text{нп}}$
0	0,006228	0,004847	0,006694	0,005189	0,007198	0,005555	0,007723	0,005945	0,008289	0,006357
10	0,012513	0,009398	0,013376	0,01001	0,014291	0,01066	0,015261	0,01134	0,016289	0,01206
20	0,02383	0,01729	0,02534	0,01833	0,02694	0,01942	0,02863	0,02057	0,03041	0,02177
30	0,04325	0,03036	0,04580	0,03205	0,04647	0,03381	0,05128	0,03565	0,05423	0,03758
40	0,07520	0,05115	0,07930	0,05376	0,08360	0,05649	0,08809	0,05935	0,09279	0,06234
50	0,12578	0,08302	0,13216	0,08696	0,13881	0,09107	0,14575	0,09535	0,15298	0,09980
60	0,2031	0,1302	0,2127	0,1360	0,2227	0,1420	0,2330	0,1482	0,2438	0,1546
70	0,3177	0,1982	0,3317	0,2064	0,3463	0,2148	0,3613	0,2236	0,3769	0,2326
80	0,4829	0,2933	0,5028	0,3047	0,5234	0,3164	0,5447	0,3284	0,5667	0,3408
90	0,7149	0,4235	0,7425	0,4388	0,7710	0,4545	0,8004	0,4706	0,8307	0,4873
100	1,0332	0,5977	1,0707	0,6180	1,1092	0,6389	1,1489	0,6602	1,1898	0,6821
110	1,4609	0,8263	1,5106	0,8525	1,5618	0,8794	1,6144	0,9070	1,6684	0,9354
120	2,0245	1,122	2,0895	1,155	2,1561	1,189	2,2245	1,225	2,2947	1,261
130	2,7544	1,496	2,8378	1,539	2,9233	1,582	3,011	1,626	3,101	1,672
140	3,685	1,966	3,790	2,018	3,898	2,072	4,009	2,128	4,122	2,184
150	4,854	2,547	4,985	2,612	5,120	2,678	5,257	2,746	5,397	2,815
160	6,302	3,259	6,464	3,338	6,630	3,418	6,798	3,500	6,970	3,584
170	8,076	4,122	8,374	4,21-8	8,475	4,315	8,679	4,414	8,888	4,515
180	10,225	5,157	0,462	5,271	10,703	5,388	10,950	5,507	11,201	5,627
190	12,800	6,395	3,083	6,532	13,371	6,671	13,664	6,812	13,962	6,954
200	15,857	7,863	6,192	8,024	16,532	8,188	16,877	8,355	17,228	8,525
210	19,456	9,578	9,848	9,765	20,246	9,960	20,651	10,17	21,061	10,36
220	23,659	11,62	24,115	11,84	24,577	12,06	25,047	12,29	25,523	12,52
230	28,531	13,99	29,057	14,25	29,591'	14,51	30,133	14,78	30,682	15,05
240	34,140	16,76	34,745	17,06	35,357	17,36	35,978	17,67	36,607	17,99
250	40,56	19,98	41,25	20,33	41,95	20,68	42,66	21,04	43,37	21,41
260	47,87	23,72	48,65	24,13	49,44	24,54	50,24	24,96	51,05	25,39
270	56,14	28,09	57,02	28,56	57,91	29,04	58,82	29,53	59,73	30,03
280	65,46	33,19	66,45	33,74	67,46	34,30	68,47	34,88	69,50	35,46

290	75,92	39,17	77,03	39,81	78,15	40,47	79,29	41,15	80,44	41,84
300	87,61	46,21	88,85	46,98	90,11	47,76	91,38	48,55	92,66	49,36
310	100,64	54,61	102,02	55,53	103,42	56,47	104,83	57,43	106,25	58,41
320	115,13	64,74	116,66	65,85	118,21	66,99	119,77	68,16	121,35	69,35
330	131,18	77,09	132,88	78,51	134,59	79,96	136,33	81,44	138,08	82,94
340	148,96	92,77	150,84	94,58	152,73	96,43	154,65	98,33	156,59	100,3
350	168,63	113,6	170,71	116,1	172,81	118,7	174,92	121,4	177,07	124,2
360	190,42	144,1	192,72	148,1	195,06	152,4	197,41	156,9	199,80	161,6
370	214,68	202,4	217,26	214,0	219,88	227,0	222,53	244,0	225,22	277,0

Продовження

t, °C	Тиск (кгс/см ²) і густина (кг/м ³) при t, °C									
	5		6		7		8		9	
	P _{нп}	ρ _{нп}	P _{нп}	ρ _{нп}	P _{нп}	ρ _{нп}	P _{нп}	ρ _{нп}	P _{нп}	ρ _{нп}
0	0,008890	0,006793	0,009533	0,007256	0,010210	0,007746	0,010932	0,008265	0,011699	0,008815
10	0,017376	0,01282	0,018527	0,01363	0,019745	0,01447	0,02103	0,01536	0,02239	0,01630
20	0,03229	0,02304	0,03426	0,02437	0,03634	0,02576	0,03853	0,02722	0,04083	0,02875
30	0,05733	0,03960	0,06057	0,04172	0,05398	0,04393	0,06755	0,04623	0,07129	0,04864
40	0,09771	0,06545	0,10284	0,06868	0,10821	0,07205	0,11382	0,07557	0,11967	0,07923
50	0,16051	0,1044	0,16835	0,1092	0,17653	0,1142	0,18504	0,1193	0,19390	0,1247
60	0,2550	0,1613	0,2666	0,1682	0,2787	0,1753	0,2912	0,1827	0,3042	0,1903
70	0,3931	0,2420	0,4098	0,2516	0,4272	0,2615	0,4451	0,2718	0,4637	0,2824
80	0,5894	0,3536	0,6129	0,3668	0,6372	0,3804	0,6623	0,3943	0,6882	0,4087
90	0,8619	0,5045	0,8942	0,5222	0,9274	0,5403	0,9616	0,5590	0,9969	0,5781
100	1,2318	0,7047	1,2751	0,7278	1,3196	0,7514	1,3654	0,7757	1,4125	0,8007
110	1,7239	0,9647	1,7809	0,9950	1,8394	1,025	1,8995	1,056	1,9612	1,089
120	2,3666	1,298	2,4404	1,336	2,5160	1,375	2,5935	1,415	2,6730	1,455
130	3,192	1,718	3,286	1,765	3,382	1,814	3,481	1,864	3,582	1,914
140	4,237	2,242	4,355	2,300	4,476	2,360	4,599	2,421	4,725	2,484
150	5,540	2,886	5,686	2,958	5,836	3,031	5,989	3,106	6,144	3,182
160	7,146	3,670	7,325	3,757	7,507	3,845	7,693	3,935	7,883	4,027
170	9,101	4,617	9,317	4,721	9,538	4,828	9,763	4,936	9,992	5,045

180	11,456	5,750	11,735	5,875	11,979	6,002	12,248	6,131	12,522	6,262
190	14,265	7,098	14,573	7,246	14,886	7,396	15,204	7,548	15,528	7,704
200	17,585	8,696	17,948	8,869	18,316	9,044	18,690	9,220	19,070	9,398
210	21,477	10,56	21,901	10,77	22,331	10,98	22,767	11,19	23209	11,40
220	26,007	12,76	26,497	13,00	26,995	13,24	27,499	13,48	28,011	13,74
230	31,239	15,32	31,803	15,60	32,375	15,88	32,955	16,17	33,544	16,46
240	37,244	18,31	37,890	18,63	38,545	18,96	39,208	19,29	39,880	19,63
250	44,10	21,78	44,83	22,16	45,58	22,54	46,33	22,93	47,09	23,33
260	51,88	25,83	52,71	26,27	53,55	26,71	54,40	27,16	55,26	27,62
270	60,66	30,53	61,60	31,05	62,55	31,58	63,51	32,11	64,48	32,65
280	70,54	36,05	71,59	36,65	72,65	37,26	73,73	37,89	74,82	38,53
290	81,60	42,54	82,78	43,25	83,97	43,97	85,17	44,70	86,38	45,45
300	93,95	50,20	95,26	51,05	96,59	51,92	97,93	52,80	99,28	53,70
310	107,69	59,42	109,15	60,45	110,62	61,50	112,11	62,57	113,61	63,65
320	122,95	70,56	124,56	71,79	126,19	73,05	127,84	74,35	129,50	75,70
330	139,85	84,47	141,63	86,05	143,44	87,66	145,26	89,31	147,10	91,01
340	158,54	102,3	160,52	104,4	162,52	106,6	164,53	108,9	166,57	111,2
350	179,24	127,1	181,43	130,2	183,64	133,4	185,88	136,7	188,13	140,3
360	202,21	166,7	204,64	172,4	207,11	178,9	209,60	186,0	212,12	193,8

Густина води залежно від температури і тиску

Темпе- ратура, °C	Густина води, кг/м ³ , за тиску <i>p</i> , МПа										
	0,1	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0
0	999,8	1002,8	1003,8	1004,7	1005,7	1006,7	1007,6	1008,7	1009,7	1010,6	1011,6
10	999,7	1002,6	1003,5	1004,4	1005,3	1006,2	1007,2	1008,2	1009,1	1010,0	1010,9
20	998,3	1001,0	1001,9	1002,8	1003,6	1004,5	1005,4	1006,3	1004,4	1005,2	1006,0
30	995,7	998,4	999,2	1000,1	1000,9	1001,8	1002,7	1003,5	1004,4	1005,2	1006,0
40	992,2	994,9	995,7	996,6	997,4	998,3	999,2	1000,0	1000,8	1001,7	1002,5
50	988,0	990,7	991,5	992,4	993,2	994,0	994,9	995,7	996,6	997,4	998,2
60	983,2	985,8	986,7	987,6	988,3	989,2	990,1	990,9	991,8	992,6	993,4
70	977,7	980,3	981,2	982,1	982,9	983,8	984,6	985,5	986,4	987,3	988,0
80	971,6	974,4	975,2	976,2	977,0	977,9	978,8	979,6	980,5	981,4	982,2
90	965,2	967,9	968,8	969,7	970,6	971,5	972,4	973,3	974,2	975,0	975,9
100		961,0	961,9	962,8	963,8	964,7	965,6	966,6	967,4	968,3	969,2
110		953,6	954,5	955,6	956,5	957,5	958,4	959,3	960,2	961,2	962,1
120		945,8	946,8	947,8	948,8	949,8	950,8	951,7	952,7	953,6	954,6
130		937,6	938,6	939,7	940,7	941,7	942,7	943,8	944,7	945,7	946,7
140		929,0	930,1	931,2	932,2	933,3	934,3	935,4	936,4	937,5	946,7
150		920,0	921,1	922,2	923,4	924,5	925,6	926,6	927,7	928,8	929,9
160		910,5	911,89	912,6	914,1	915,2	916,4	917,5	918,6	919,8	920,9
170		900,7	901,9	903,2	904,3	905,6	906,8	908,9	909,2	910,3	911,5
180		890,3	891,6	892,9	894,2	895,5	896,8	898,0	899,3	900,5	901,7
190		879,4	880,8	882,2	883,6	885,0	886,4	887,6	889,0	890,2	891,5
200		868,1	869,6	871,1	872,5	874,0	875,4	876,8	878,2	879,6	880,9
210		856,2	857,8	859,4	861,0	862,5	864,0	865,5	867,0	868,4	869,9
220		843,7	845,4	847,1	848,8	850,4	852,1	853,7	855,2	856,8	858,3
230		830,4	832,3	834,2	836,0	937,8	839,5	841,2	843,0	844,6	846,2
240		816,4	818,5	820,5	822,5	824,5	826,4	828,2	830,1	831,9	833,6
250		801,5	803,9	806,1	808,2	810,4	812,5	814,5	816,5	818,5	820,4
260		785,6	788,2	790,6	793,1	795,4	797,8	800,0	802,2	804,4	806,4
270		768,5	771,4	744,2	776,9	779,5	782,1	784,6	787,0	789,4	791,8
280			753,2	756,4	759,5	762,5	765,4	768,2	770,9	773,6	776,2
290			733,2	736,9	740,5	744,0	747,3	750,5	753,6	756,7	759,5
300				715,4	719,9	723,8	727,7	731,4	735,0	738,4	741,7
310				691,0	696,3	701,3	706,0	710,4	714,6	718,6	722,4
320					669,3	675,6	681,5	686,9	692,0	696,8	701,4
330						645,3	653,1	660,1	666,5	672,4	678,0
340							618,2	628,1	636,8	644,5	651,6
350								586,8	600,2	611,2	620,7
355								558,7	577,7	591,4	—
360									548,5	568,2	572,8
365									502,3	538,8	—
370										493,8	529,4

Примітка.

1. Жирним шрифтом (**965,2; 768,5** і т. ін.) виділено граничні значення густини для відповідних значень тиску (**лінія насичення**).

2. Таблицю взято з: Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. – М., 1985. – 328 с. (с. 295–296, табл. П33).

Густина води залежно від тиску та температури

$t, ^\circ\text{C}$	Густина ($\text{кг}/\text{м}^3$) для тиску P ($\text{кгс}/\text{см}^2$), який дорівнює							
	10	20	60	80	100	130	160	200
0	999,9	1000,8	1002,3	1003,8	1004,8	1006,2	1007,6	1009,5
10	999,7	1000,6	1001,9	1003,3	1004,2	1005,6	1006,8	1008,6
20	998,2	999,0	1000,3	1001,7	1002,5	1003,8	1005,0	1006,7
30	995,6	996,5	997,8	999,1	999,9	1001,1	1002,4	1004,0
40	992,2	993,1	994,4	995,6	996,4	997,7	998,9	1000,5
50	988,0	988,9	990,1	991,4	992,4	993,6	994,8	996,4
55	985,6	986,6	987,8	989,1	990,0	991,2	992,4	994,1
60	983,2	984,2	985,4	986,7	987,6	988,9	990,0	991,8
65	980,6	981,5	982,7	984,0	984,9	986,1	987,3	989,1
70	977,8	978,7	980,0	981,3	982,2	983,4	984,7	986,4
75	974,9	975,8	977,0	979,4	979,3	980,5	981,7	983,4

Продовження додатку 6.2

$t, ^\circ\text{C}$	Густина (кг/м^3) для тиску P (кгс/см^2), який дорівнює							
	10	20	50	80	100	130	160	200
80	971,8	972,8	974,0	975,4	976,3	977,7	978,8	980,5
85	968,6	969,6	970,8	972,2	973,1	974,4	975,6	977,3
90	965,3	966,3	967,6	968,9	969,8	971,1	972,5	974,1
95		962,8	964,1	965,5	966,4	967,7	969,0	971,2
100		959,3	960,7	962,0	963,0	964,3	965,6	967,4
102		957,8	959,2	960,6	961,4	962,8	964,1	965,9
104		956,3	957,7	959,2	959,7	961,3	962,6	964,4
106		954,8	956,2	957,8	958,1	959,8	961,2	962,9
108		953,3	954,7	956,4	956,4	958,4	959,8	961,5
110		951,8	953,2	954,6	955,7	956,9	958,4	960,1
112		950,2	951,6	953,1	954,2	955,3	956,8	958,5
114		948,6	950,0	951,6	952,6	953,7	955,2	957,0
116		947,0	948,4	950,1	951,1	952,2	953,6	955,5
118		945,4	946,8	948,6	949,5	950,7	952,1	954,0
120		944,0	945,4	946,8	947,9	949,2	950,6	952,5
122		942,3	943,8	945,2	946,2	947,5	948,9	950,8
124		940,6	942,2	943,6	944,5	945,9	947,3	949,2
126		938,9	940,5	942,0	942,9	944,3	945,7	947,6
128		937,2	938, §§	940,4	941,3	942,7	944,1	946,0
130		935,6	937,2	938,7	939,7	941,1	942,5	944,4
132		933,9	935,4	937,0	937,9	939,3	940,8	942,7
134		932,2	933,6	935,3	936,2	937,6	939,1	941,0
136		930,5	931,9	933,6	934,5	935,9	937,4	939,3
138		928,8	930,2	931,9	932,8	934,2	935,7	937,7
140		927,0	928,5	930,0	931,1	932,5	934,1	936,1
142		925,2	926,6	928,2	929,3	930,7	932,3	934,3
144		923,4	924,8	926,4	927,5	928,9	930,5	932,5
146		921,6	923,0	924,6	925,7	927,1	928,7	930,7
148		919,8	921,2	922,8	923,9	925,4	926,9	929,0
150		917,8	919,4	920,9	922,1	923,7	925,2	927,3
152		915,9	918,2	919,0	920,1	921,8	923,3	925,5
154		914,0	916,1	917,1	918,0	919,9	921,4	923,5
156		912,1	914,0	915,2	916,9	918,0	919,6	921,7
158		910,2	911,9	913,4	914,8	916,1	917,8	919,9
160		908,2	909,9	911,6	912,7	914,3	916,0	918,1
162		906,2	907,9	909,6	910,8	912,3	914,0	916,1
164		904,2	905,9	907,6	908,9	910,3	912,0	914,2
166		902,2	903,9	905,6	906,9	908,3	910,1	912,3
168		900,2	901,9	903,6	904,9	906,4	908,2	910,4
170		898,1	899,8	901,6	902,9	904,5	906,3	908,5
172		896,0	897,7	899,6	900,9	902,5	904,3	906,5
174		893,2	895,6	897,6	898,8	900,5	902,3	904,5
176		891,8	893,5	895,6	896,7	898,5	900,3	902,5
178		889,7	891,4	893,6	894,7	896,5	898,3	900,5
180		887,6	889,4	891,3	892,7	894,5	896,2	898,6
182		885,4	887,2	889,2	890,5	892,3	894,2	896,5
184		883,2	885,0	887,1	888,4	890,1	892,1	894,4
186		881,0	882,8	885,0	886,2	888,0	890,0	892,3
188		878,8	880,6	882,9	884,0	885,9	887,9	890,2
190		876,5	878,5	880,5	881,8	883,8	885,8	888,3
192		874,2	876,2	878,3	879,6	881,6	883,6	886,1
194		871,9	873,0	876,1	877,4	879,4	881,4	883,9

$t, ^\circ\text{C}$	Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$, при $P, \text{кгс}/\text{см}^2$, рівному							
	10	20	50	80	100	130	160	200
196		869,6	871,6	873,9	875,2	877,2	879,2	881,7
198		867,3	869,3	871,7	873,0	875,0	877,0	879,6
200		865,0	867,1	869,2	870,7	872,8	874,8	877,5
202		862,6	864,7	866,8	868,4	870,4	872,5	875,2
204		860,2	862,3	864,4	866,0	868,1	870,2	872,9
206		857,8	859,9	862,1	863,8	865,8	867,9	870,7
208		855,4	857,5	859,8	861,3	863,5	865,7	868,5
210		852,8	855,1	857,5	859,0	861,2	863,4	866,3
212			852,6	854,3	856,5	858,7	861,0	863,9
214			850,1	851,1	854,1	856,3	858,6	861,5
216			847,6	847,9	851,5	853,9	856,2	859,2
218			845,1	844,7	849,1	851,5	853,8	856,9
220			842,6	841,5	846,7	849,1	851,5	854,6
222			839,9	839,6	844,1	846,5	849,0	852,1
224			837,2	837,7	841,5	844,0	847,5	849,6
226			834,5	835,8	838,9	841,5	845,0	847,2
228			831,8	833,9	835,4	839,0	842,5	844,8
230			829,3	832,0	833,9	836,5	839,0	842,4
232			826,5	829,3	831,1	833,8	836,3	839,8
234			823,7	826,6	828,3	831,1	833,7	837,2
236			820,9	823,8	825,6	828,4	831,1	834,6
238			818,1	821,0	822,9	825,7	828,5	832,1
240			815,3	818,3	820,2	823,1	825,9	829,5
242			812,3	815,4	817,3	820,2	823,1	826,8
244			809,3	813,5	814,4	817,4	820,3	824,1
246			806,3	810,5	811,5	814,6	817,5	821,4
248			803,3	807,6	808,7	811,8	814,8	818,8
250			800,3	803,7	805,9	809,0	812,1	816,2
252			797,1	800,6	802,8	806,0	809,1	813,3
254			793,9	797,4	799,8	803,0	806,1	810,4
256			790,7	794,3	796,6	800,0	803,2	807,5
258			787,5	791,2	793,5	797,0	800,3	804,6
260			784,3	788,1	790,5	794,0	797,4	801,8
262				784,7	787,2	790,8	794,2	798,7
264				781,3	783,9	787,6	791,1	795,7

