

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира ДАЛЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни  
«Спеціальні засоби автоматизації» (для студентів 5 курсу заочної  
форми навчання спеціальності  
7.05020201 – Автоматизоване управління  
технологічними процесами)

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
На засіданні кафедри КІСУ  
Протокол №   3    
від « 18 » « 11 » 2015 р.

**Сєвєродонецьк 2015**

## УДК 681.514

**Методичні вказівки** до виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Спеціальні засоби автоматизації» (для студентів 5 курсу заочної форми навчання спеціальності 705020201 – Автоматизоване управління технологічними процесами) / Укл.: Й. І. Стенцель, К. А. Літвінов – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2015. - 33 с.

Приведені матеріали, необхідні для виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Спеціальні засоби автоматизації». Приведена необхідність вивчення спеціальних засобів автоматизації, яка пов'язана з широким впровадженням сучасних засобів автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих систем контролю та управління. Приведено завдання на виконання контрольної роботи, приклад її виконання, рекомендована література та варіанти.

Укладачі:

Й. І. .Стенцель, проф  
К.А..Літвінов, асистент

Відп. за випуск

Й. І. .Стенцель, проф

Рецензент

О.І. Проказа, доц..

## ВСТУП

Сучасні комп'ютерно-інтегровані системи призначені для автоматизації процесів вимірювального контролю та управління в різноманітних галузях народного господарства. Основною складовою таких систем є програмно-технічні комплекси (ПТК), які виконують операції збору, обробки, відображення інформації та вибору керуючих дій. ПТК являють собою сукупність спеціальних засобів вимірювальної та обчислювальної техніки, програмного забезпечення, засоби для створення та заповнення машинної інформаційної бази, достатніх для виконання функцій комп'ютерно-інтегрованих систем контролю та управління (КІСКУ). Вони забезпечують всі функції та засоби, котрі необхідні для створення єдиної інтегрованої системи управління технологічним процесом: реєстрацію та обробку параметрів виробничого процесу, регулювання, захист і блокування, сигналізацію, обчислювальні операції, оптимізацію, експертні системи, візуалізацію процесу, дистанційне керування. При використанні ПТК виключається велика кількість показуючих і самозаписуючих приладів. ПТК збирає та обробляє інформацію про стан обладнання, видає оператору результати у вигляді попереджувальної та аварійної сигналізації. Оператор має можливість викликати на екран дисплея значення параметрів, що його цікавлять. ПТК можуть виконувати наступні функції:

*1.Періодично опитувати контролюючі параметри, перетворювачі яких підключені до входів машини.* Окрім почергового опитування параметрів, можливе більш частіше опитування тих із них, значення сигналів котрих постійно або тимчасово необхідні для спостереження або використання в розрахунках.

*2.Аварійну сигналізацію.* Машина постійно порівнює величини опитуваних вхідних параметрів із заданими програмою уставками, тобто припустимими аварійними межами. Якщо параметр виходить за ці межі, то вмикається світловий або звуковий сигнали, а також фіксуються в зовнішній пам'яті час відхилення, назва або номер даного параметра та його значення. У програмі може бути передбачена автоматична зміна уставок у залежності від режимів роботи технологічного обладнання або інших факторів.

*3.Автоматичну реєстрацію відхилень.* Машина автоматично реєструє в цифровій формі та друкує значення визначеної кількості

параметрів за вибором оператора. При цьому можуть друкуватися як абсолютні величини параметрів, так і значення їх відхилень.

4. *Періодичну автоматичну реєстрацію.* Машина через задані інтервали часу (30 хв, 1 год., 8 год. тощо) автоматично реєструє всі основні параметри технологічного процесу, а також розрахункові величини техніко-економічних показників роботи обладнання. У програмі обчислювальної машини можуть бути також передбачені добові, місячні та інші цикли автоматичної реєстрації, під час яких роздруковуються середні та просумовані значення низки параметрів за звітні періоди.

## 1. ЗАВДАННЯ

на виконання контрольної роботи

Для заданого спеціального засобу програмно-технічного комплексу комп'ютерно-інтегрованої системи вимірювального контролю та управління технологічним об'єктом виконати наступне:

1. Використовуючи **Internet**, зробити пошук науково-технічних літературних джерел та патентів, а також інформацію фірм-розробників, в яких описується заданий спеціальний засіб автоматизації.

2. Виконати аналіз результатів літературного та патентного пошуку та описати наступне:

- призначення спеціального засобу вимірювального контролю чи управління;

- принцип роботи спеціального засобу вимірювального контролю чи управління;

- привести функціональну, структурну, конструктивну чи інші схеми спеціального засобу вимірювального контролю чи управління;

- привести конструктивні та монтажні принципи спеціального засобу вимірювального контролю чи управління;

- технічні характеристики розглядуваних спеціальних засобів вимірювального контролю чи управління;

3. Розрахувати технічні та метрологічні характеристики заданого спеціального засобу вимірювального контролю чи управління згідно з варіантом.

## **2. ПРИКЛАД** **виконання контрольної роботи**

Назва спеціального засобу вимірювального контролю чи управління: **Ультразвуковий рівнемір зі змінним збуджуючим імпульсом**

### **Принципова електрична схема ультразвукового рівнеміра та її описання**

Електрична принципова схема давача рівня ультразвукового рівнеміра зі змінним збуджуючим імпульсом наведена на рис. 1. Плата А1 використовується для формування збуджуючого імпульсу первинного електричного перетворювача (ПЕП) та живлення цифрової частини електричної схеми датчика рівня. На платі А3, яка використовується для управління роботою давача рівня, розташований мікроконтролер D3 і підсилювач, який зібрано на транзисторах VT6, VT7, VT8 та операційному підсилювачі D4. Роботою підсилювача управляє мікроконтролер D3, використовуючи транзистори VT9, VT10 та конденсатор С19. Для регулювання амплітуди збуджуючого імпульсу ПЕП давача рівня використовується плата А2. Досліджувалися наступні схеми регулювання амплітуди збуджуючого імпульсу: транзистор із заземленим емітером (рис. 2, а), складений транзистор за схемою Дарлінгтона (рис. 2, б) і двокаскадний підсилювач зі зворотним зв'язком (рис. 2, в). Схеми, які зображені на рис. 2, а та 2, б, виконані на транзисторах КТ3102ГМ, а схема, котра зображена на рис. 4.2, в – на транзисторах КТ3102БМ (VT1) і КТ3107Б (VT2). Залежності між керуючою та вихідною напругами для запропонованих схем наведені на рис. 3. Вихідна напруга визначалась між точками 1 і 3, а управляюча – між точками 2 і 3.

Аналіз одержаних кривих показує, що найбільш придатною є схема двокаскадного підсилювача зі зворотним зв'язком, яка дозволяє лінійно регулювати вихідну напругу до 98,7% від напруги живлення давача рівня.

Відповідно до вищезазначеного для регулювання амплітуди збуджуючого імпульсу ПЕП на платі А2 використовується двокаскадний підсилювач зі зворотним зв'язком, зібраний на транзисторах VT3 і VT5.

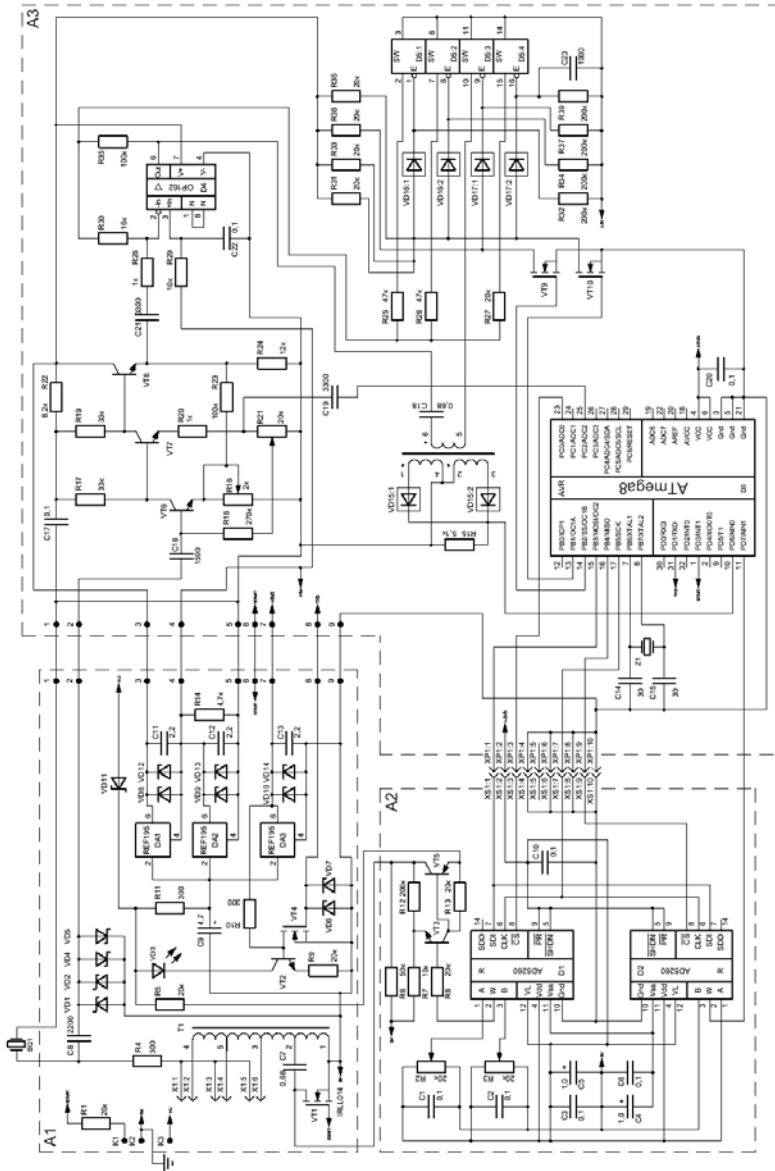


Рис. 1. Принципова електрична схема ультразвукового Рівнеміра

Регулювання напруги здійснюється цифровим резистором D1, який управляється мікроконтролером D3 за допомогою інтерфейсу SPI. Діапазон зміни керуючої напруги задається змінними резисторами R2 та R3. На платі A2 розташований також цифровий резистор D2, аналогічний резисторові D1. Він використовується для регулювання напруги, яка подається на інвертуючий вхід компаратора мікроконтролера D3.

Роботу рівнеміра, зовнішній вигляд якого показано на (рис. 4), можна розділити на три основні режими: визначення відбитого сигналу від репера, визначення відбитого сигналу від поверхні контролюваного середовища та основний режим роботи.

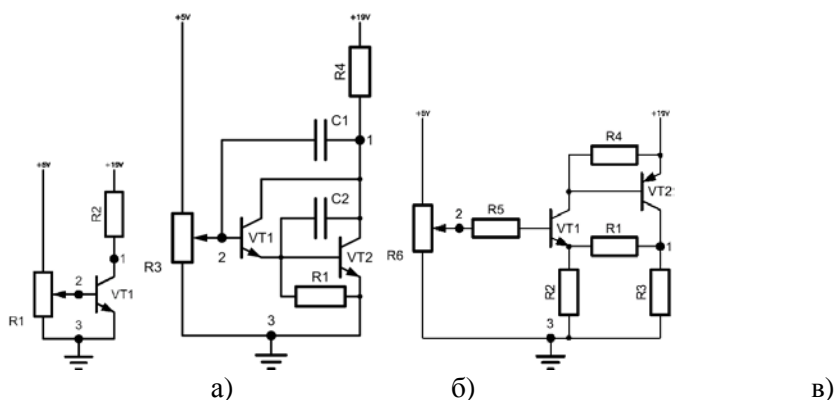


Рис. 2. Схеми регулювання амплітуди збуджуючого імпульсу: а) транзистор із заземленим емітером; б) складений транзистор за схемою Дарлінгтона; в) двокаскадний підсилювач із зворотнім зв'язком.

Після увімкнення рівнеміра в роботу мікроконтролер D3 установлює мінімальне значення напруги збудження та переходить до визначення відбитого сигналу від репера. Мікроконтролер D3 вмикає внутрішній таймер/лічильник T/C1 і подає управляючий сигнал (логічну «1») на затвор транзистора VT1 і розряджає конденсатор C7, який з'єднано з обмоткою підвищувального автотрансформатора T1. Підвищена автотрансформатором напруга збудження подається на ПЕП ВQ1. Після цього мікроконтролер D3 подає на затвор VT1 логічний «0».

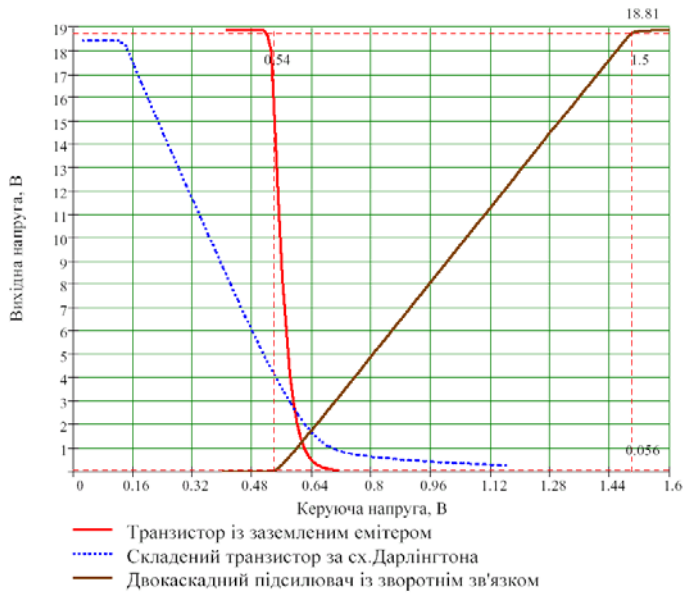


Рис. 3. Статичні характеристики схем регулювання амплітуди збуджуючого імпульсу

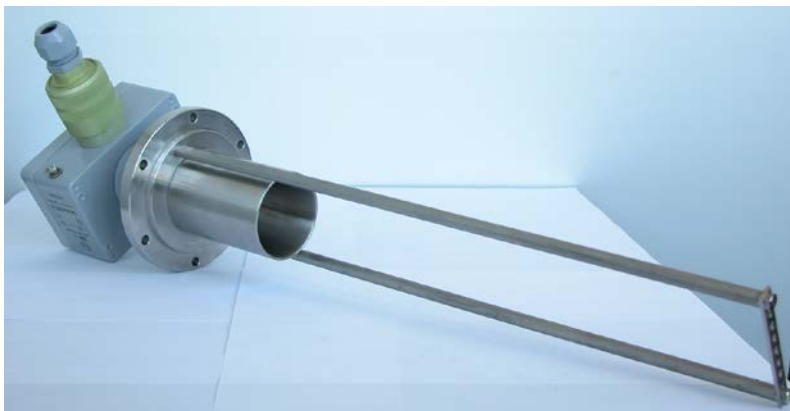


Рис. 4. Зовнішній вигляд давача рівня ультразвукового рівнеміра зі змінним збуджуючим імпульсом



Через фіксований проміжок часу, який необхідний для загасання коливань ПЕП ВQ1, мікроконтролер D3 вмикає підсилювач і подає логічну «1» на затвор транзисторів VT9, VT10, логічний «0» і конденсатор C19. При цьому мікроконтролер D3 цифровим резистором D2 установлює на інвертуючому вході компаратора мінімальну напругу вхідного сигналу  $U_{\min}$ . УЗК, які відбиті від репера та перетворені ПЕП ВQ1 в електричний сигнал, котрий підсилюється підсилювачем та перетворюється трансформатором T2, надалі називатимемо сигналом від реперної пластини (СРП).

Неінвертуючий вхід компаратора мікроконтролера D3 з'єднаний з трансформатором T2, який дозволяє одержати вихідний сигнал підсилювача однієї полярності. Якщо відбитий від реперної пластини сигнал за фіксований проміжок часу не перевищує встановленої на інвертуючому вході компаратора напруги  $U_{\min}$  (на виході компаратора встановлюється логічний «0»), то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, збільшує цифровим резистором D1 керуючу напругу, підвищуючи тим самим напругу, якою заряджається конденсатор C7 і виконує алгоритм, описаний вище.

Якщо СРП більший від напруги  $U_{\min}$  на інвертуючому вході компаратора (на виході компаратора встановлюється логічна «1»), то мікроконтролер D3 фіксує значення внутрішнього таймера/лічильника T/C1  $N_p$  і цифровим резистором D2 установлює на інвертуючому вході компаратора максимальну напругу від діапазону зміни вхідного сигналу  $U_{\max}$ . Якщо на виході компаратора встановлюється логічна «1», то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, зменшує цифровим резистором D1 керуючу напругу та виконує алгоритм, описаний вище.

У режимі визначення відбитого сигналу від поверхні контрольованої рідини (ПКР) мікроконтролер D3 вмикає внутрішній таймер/лічильник T/C1 і подає логічну «1» на затвор транзистора VT1, розряджаючи конденсатор C7. На ПЕП ВQ1 подається напруга збудження, яка необхідна для одержання відбитого сигналу від репера. Після цього на затвор VT1 мікроконтролер D3 подається логічний «0». Через проміжок часу, який дорівнює 3 мс та необхідний для загасання УЗК, мікроконтролер D3 вмикає підсилювач, подаючи логічну «1» на затвор транзисторів VT9, VT10 і логічний «0» на конденсатор C19, а також встановлює цифровим резистором D2 на

інвертуючому вході компаратора мінімальну напругу  $U_{\min}$ .

УЗК, відбиті від ПКР та перетворені ПЕП ВQ1 в електричний сигнал, який підсилюється підсилювачем і перетворюється трансформатором Т2, надалі називатимемо сигналом від ПКР. Якщо сигнал ПКР за фіксований проміжок часу не перевищує встановленої на інвертуючому вході компаратора напруги  $U_{\min}$  (на виході компаратора встановлюється логічний “0”), то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник Т/С1, збільшує цифровим резистором D1 керуючу напругу та виконує алгоритм визначення відбитого СКР. Якщо сигнал ПКР більший ніж напруга  $U_{\min}$  на інвертуючому вході компаратора (на виході компаратора встановлюється логічна “1”), то мікроконтролер D3 фіксує значення внутрішнього таймера/лічильника Т/С1  $N_{\Pi}$  і цифровим резистором D2 установлює на інвертуючому вході компаратора максимальну напругу  $U_{\max}$ . Якщо на виході компаратора встановлюється логічна “1”, то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник Т/С1, зменшує цифровим резистором D1 керуючу напругу та виконує алгоритм, описаний вище.

Після визначення відбитого сигналу давач рівня переходить до основного режиму роботи, в якому мікроконтролер D3 у циклічному режимі визначає час проходження УЗК подвійної відстані від ПЕП ВQ1 до репера та до ПКР (значення внутрішнього таймера/лічильника Т/С1  $N_p$  та  $N_{\Pi}$  відповідно). Кожен цикл складається з трьох етапів. На першому етапі визначається час проходження УЗК подвійної відстані від ПЕП ВQ1 до ПКР. Мікроконтролер D3 вмикає внутрішній таймер/лічильник Т/С1 і подає логічну «1» на затвор транзистора VT1. На ПЕП ВQ1 подається напруга збудження, еквівалентна значенню керуючої напруги  $U_{\Pi}$ . Після цього на затвор VT1 мікроконтролер D3 подає логічний «0» і цифровим резистором D1 установлює керуючу напругу  $U_p$ . Через проміжок часу, який дорівнює 3 мс і необхідний для загасання УЗК, відбитих від репера, мікроконтролер D3 вмикає підсилювач і встановлює цифровим резистором D2 на інвертуючому вході компаратора мінімальну напругу  $U_{\min}$ .

Якщо за фіксований проміжок часу на виході компаратора сигнал логічного “0” не змінюється, то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник Т/С1, збільшує значення управляючої

напруги  $U_{\Pi}$  і переходить до наступного етапу. Якщо на виході компаратора встановлюється логічна “1” (сигнал від ПКР більший від напруги  $U_{\min}$ ), то мікроконтролер D3 фіксує значення внутрішнього таймера/лічильника T/C1  $N_{\Pi}$  і цифровим резистором D2 устанавлює на інвертуючому вході компаратора максимальну напругу  $U_{\max}$ . Якщо після цього на виході компаратора встановлюється логічна “1”, то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, зменшує значення керуючої напруги  $U_{\Pi}$  і переходить до наступного етапу. Якщо за фіксований проміжок часу сигнал від ПКР не перевищує максимальну напругу  $U_{\max}$ , то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, записує у внутрішню пам'ять значення внутрішнього таймера/лічильника T/C1  $N_{\Pi}$  і значення керуючої напруги  $U_{\Pi}$ . Після цього мікроконтролер D3 переходить до другого етапу циклу. На другому етапі визначається час проходження УЗК подвійної відстані від ПЕП BQ1 до репера. Мікроконтролер D3 вмикає внутрішній таймер/лічильник T/C1 і подає логічну «1» на затвор транзистора VT1. На ПЕП BQ1 подається напруга збудження, яка еквівалентна значенню керуючої напруги  $U_p$ . Після цього на затвор транзистора VT1 мікроконтролер D3 подає логічний «0» і цифровим резистором D1 устанавлює керуючу напругу  $U_{\Pi}$ . Через фіксований проміжок часу, який необхідний для загасання коливань ПЕП BQ1, мікроконтролер D3 вмикає підсилювач і встановлює цифровим резистором D2 на інвертуючому вході компаратора мінімальну напругу  $U_{\min}$ . Якщо за фіксований проміжок часу на виході компаратора сигнал логічного “0” не змінюється, то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, збільшує значення керуючої напруги  $U_p$  і переходить до наступного етапу. Якщо на виході компаратора встановлюється логічна “1” (сигнал від репера більший від напруги  $U_{\min}$ ), то мікроконтролер D3 фіксує значення внутрішнього таймера/лічильника T/C1  $N_p$  і цифровим резистором D2 устанавлює на вході інвертуючого компаратора максимальну напругу  $U_{\max}$ . Якщо після цього на виході компаратора встановлюється логічна “1”, то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, зменшує значення керуючої напруги  $U_p$  і переходить до наступного етапу. Якщо за

фіксований проміжок часу сигнал від ПКР не перевищує максимальну встановлену напругу  $U_{\max}$ , то мікроконтролер D3 зупиняє внутрішній таймер/лічильник T/C1, записує у внутрішню пам'ять значення внутрішнього таймера/лічильника T/C1  $N_p$  і значення керуючої напруги  $U_p$ . Після цього мікроконтролер D3 переходить до третього етапу циклу.

На третьому етапі мікроконтролер D3 перевіряє, чи вийшли сигнали від репера та від ПКР за межі діапазону зміни вхідного сигналу  $U_{\min} \div U_{\max}$ . Якщо сигнали змінювалися в межах діапазону вимірювання, то визначені значення  $N_p$ ,  $N_{\Pi}$ ,  $U_p$  і  $U_{\Pi}$  передаються до електронного блоку. У протилежному випадку до електронного блоку передаються попередні значення  $N_p$ ,  $N_{\Pi}$ ,  $U_p$  та  $U_{\Pi}$ .

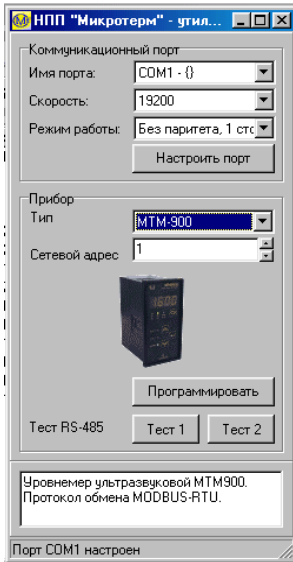
### Електронний блок ультразвукового рівнеміра

Блок електронний (рис. 5) ультразвукового рівнеміра з'єднано з давачем рівня за допомогою двожильного кабелю. Сигнали, які формуються давачем, передаються до електронного блоку у вигляді двійкового коду завдяки модуляції струму живлення. У електронному блоці за одержаними даними визначається відстань до ПКР за формулою:  $R = (N_{\Pi} / N_p) * j_p$ , де:  $J_p$  – відстань від ПЕП до репера в міліметрах.



Рис. 5. Електронний блок ультразвукового рівнеміра

За розрахованим значенням відстані та встановленими параметрами ємності визначається рівень та об'єм контрольованої речовини. Розраховані значення відстані, рівня та об'єму виводяться на чотирьохрозрядний семисегментний індикатор блоку електронного. Також для контролю керуючої напруги  $U_p$  і  $U_{\Pi}$  на індикатор електронного блоку виводяться значення керуючої напруги в шістнадцятирічному форматі. Ці параметри можуть передаватися до ЕОМ за протоколом "Modbus RTU", використовуючи інтерфейс RS485. Вікна управління



ультразвуковим рівнеміром приведені на рис. 6 – 8. Програмне забезпечення для налагодження ультразвукового рівнеміра виконується у середовищі Borland Delphi Enterprise Version 6.

Після натискування на кнопку “Програмувати” з’являється вікно вибору та зміни параметрів налагоджень, в якому вибирається вікно “Вимірювання” (рис. 6). Воно дозволяє виводити на екран ЕОМ поточне значення вимірюваного рівня, відстані від датчика рівня до поверхні контролюваного середовища тощо.

Рис. 6. Вікно вибору налагоджувальних параметрів зв’язку

У вікні “Вимірювання”, натискається кнопка “Перевірка”. Після цього з’являється вікно “Збереження” (рис. 7). У цьому вікні необхідно ввести назву файлу, в якому буде зберігатися виміряне значення відстані до відбиваючої поверхні та значення напруги  $U_{II}$ . Після уведення назви файлу та натискання кнопки “Зберегти” програма починає запис в зазначений файл виміряних значень відстані до відбиваючої поверхні та напруги  $U_{II}$ , а також виводить на екран поточне значення вимірюваного рівня та відстані від датчика рівня до поверхні контролюваного середовища (рис. 8). Запис та оновлення значень, які виводяться на екран, відбувається щосекунди. Для закінчення запису значень у файл необхідно натиснути кнопку “Перевірка”.

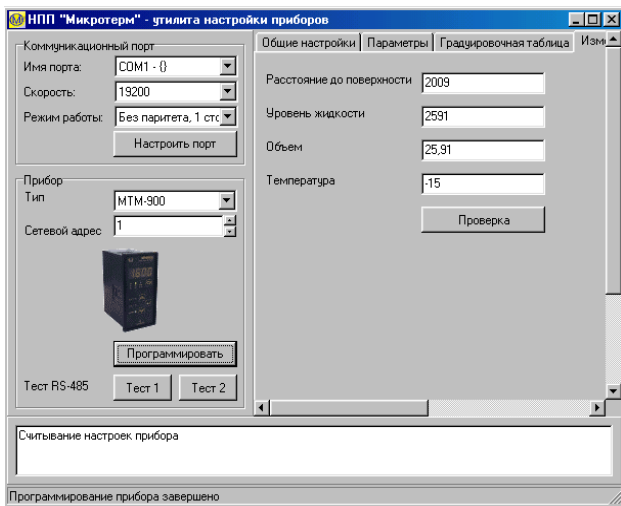


Рис. 7. Вікно “Вимірювання”

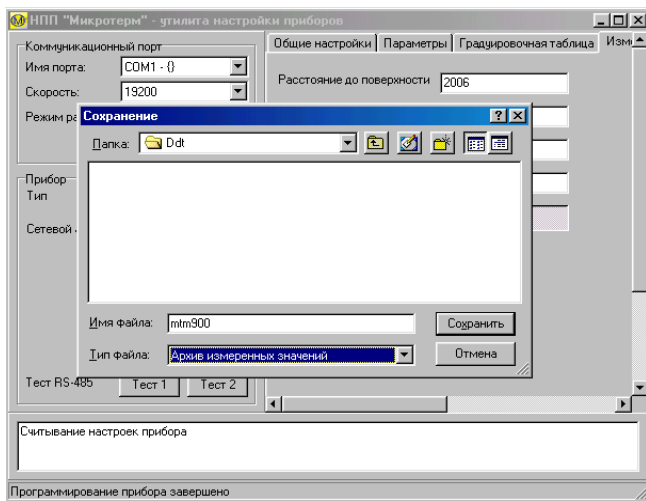


Рис. 8. Вікно “Збереження”

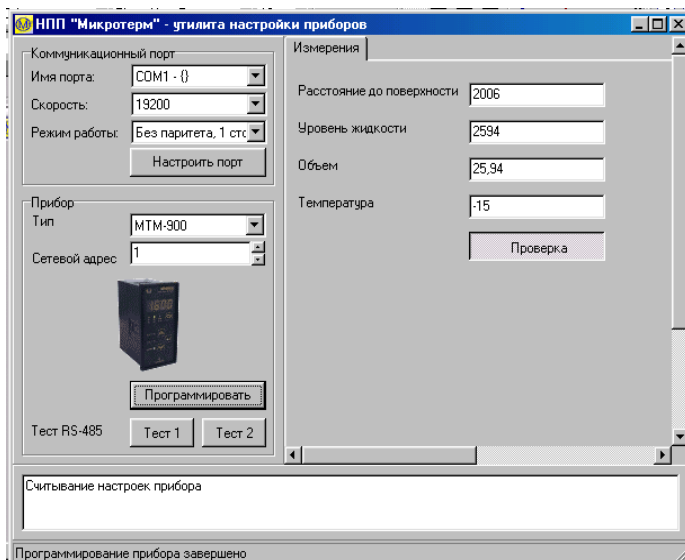


Рис. 9. Вивід на екран та запис у файл поточних значень відстані до відбиваючої поверхні та напруги  $U_{II}$

### Рекомендована література

1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (справочник)/ А.З.Грищенко, Б.П.Гришук, В.М.Денисенко и др. Под ред. Б.Б.Тимофеева. - К.:Техніка, 1983. - 351 с., ил.
2. Вульвет Дж. Датчики в цифровых системах/ Пер. с англ. Под ред. А.С.Яроменка. М.: Энергоиздат, 1981. - 200 с. Ил.
3. Каталог приладів Северодонецького науково-виробничого підприємства „Мікротерм”, 2004. -114 с.
4. Елисеев В.мВ., Ларгин В.мГ., Пивоваров ГмЮ. Программно-технические комплексы АСУ ТП. Уч.пособие. - К.: Изд-во «Київський університет», 2003. – 429 с.
5. Бутусов И. В. Автоматические контрольно-измерительные и регулирующие приборы/ Под ред. В.А.Олейникова. - 2-е изд.
6. Стенцель Й. І., Целіщев О. Б., Лорія М. Г. Вимірювання в хімічній технології. Підручник /Під ред.. проф.. Й. І. Стенцеля - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2007. 480 с.

### **3. ВАРІАНТИ**

до контрольної роботи

#### **Варіант 1**

Виконати загальний аналіз спеціальних засобів автоматизації, які використовуються для побудови комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю та управління технологічними об'єктами.

**Задача** . Використати дані варіанту 1 таблиці 1.

#### **Варіант 2**

Описати та виконати аналіз вимірювальних перетворювачів температури в технологічних апаратах хімічної промисловості.

**Задача** . Використати дані варіанту 2 таблиці 1.

#### **Варіант 3**

Описати та виконати аналіз поплавкових вимірювальних перетворювачів тиску в технологічних апаратах хімічної промисловості.

**Задача** . Використати дані варіанту 3 таблиці 1.

#### **Варіант 4**

Описати та виконати аналіз буйкових вимірювальних перетворювачів тиску в технологічних апаратах хімічної промисловості.

**Задача** . Використати дані варіанту 4 таблиці 1.

#### **Варіант 5**

Описати та виконати аналіз гідростатичних вимірювальних перетворювачів тиску в технологічних апаратах хімічної промисловості.

**Задача** . Використати дані варіанту 5 таблиці 1.

#### **Варіант 6**

Описати та виконати аналіз ультразвукових вимірювальних перетворювачів рівня рідини в технологічних апаратах хімічної промисловості.

**Задача** . Використати дані варіанту 6 таблиці 1.



### **Варіант 7**

Описати та виконати аналіз гідростатичних вимірювальних перетворювачів тиску в технологічних апаратах хімічної промисловості.

**Задача** . Використати дані варіанту 7 таблиці 1.

### **Варіант 8**

Описати та виконати аналіз бар'єрів іскробезпечності вимірювальних перетворювачів в комп'ютерно-інтегрованих системах вимірювального контролю та управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 8 таблиці 1.

### **Варіант 9**

Описати та виконати аналіз електронних регістраторів у комп'ютерно-інтегрованих системах вимірювального контролю та управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 9 таблиці 1.

### **Варіант 10**

Описати та виконати аналіз електронних інтеграторів у комп'ютерно-інтегрованих системах вимірювального контролю та управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 10 таблиці 1.

### **Варіант 11**

Описати та виконати аналіз електронних індикаторів у комп'ютерно-інтегрованих системах вимірювального контролю та управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 11 таблиці 1.

### **Варіант 12**

Описати та виконати аналіз блоків живлення електронних індикаторів у комп'ютерно-інтегрованих системах вимірювального контролю та управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 12 таблиці 1.

### **Варіант 13**

Описати та виконати аналіз блоків живлення електронних індикаторів у комп'ютерно-інтегрованих системах вимірювального контролю та управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 13 таблиці 1.

### **Варіант 14**

Описати та виконати аналіз блоків сигналізації комп'ютерно-інтегрованих систем управління.

**Задача** . Використати дані варіанту 14 таблиці 1.

### **Варіант 15**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення аналогових сигналів напруги та струму комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 15 таблиці 1.

### **Варіант 16**

Описати та виконати аналіз електропневматичних перетворювачів струмового сигналу в пневматичний комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 16 таблиці 1.

### **Варіант 17**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення сигналів термоопорів комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 17 таблиці 1.

### **Варіант 18**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення сигналів термопар комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 18 таблиці 1.

### **Варіант 19**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення частотних сигналів комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 19 таблиці 1.

### **Варіант 20**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення частотно-імпульсних сигналів комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 20 таблиці 1.

### **Варіант 21**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення дискретних сигналів комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 21 таблиці 1.

### **Варіант 22**

Описати та виконати аналіз перетворювачів уведення сигналу типу «сухий контакт» з контролем ліній зв'язку комп'ютерно-інтегрованих систем вимірювального контролю.

**Задача** . Використати дані варіанту 22 таблиці 1.

### **Варіант 23**

Описати та виконати аналіз магнітострикційних перетворювачів рівня рідинних середовищ

**Задача** . Використати дані варіанту 23 таблиці 1.

### **Варіант 24**

Описати та виконати аналіз ультразвукових перетворювачів витрати матеріальних потоків у трубопроводах.

**Задача** . Використати дані варіанту 24 таблиці 1.

### **Варіант 25**

Описати та виконати аналіз індукційних перетворювачів витрати матеріальних потоків у трубопроводах.

**Задача** . Використати дані варіанту 25 таблиці 1.

### **Варіант 26**

Описати та виконати аналіз вимірювальних перетворювачів «сила-струм».

**Задача** . Використати дані варіанту 26 таблиці 1.

### **Варіант 27**

Описати та виконати аналіз вимірювальних перетворювачів «переміщення-струм».

**Задача** . Використати дані варіанту 27 таблиці 1.

### **Варіант 28**

Описати та виконати аналіз вимірювальних перетворювачів «сила-частота».

**Задача** . Використати дані варіанту 28 таблиці 1.

### **Варіант 29**

Описати та виконати аналіз сигналізаторів рівня рідинних середовищ

**Задача** . Використати дані варіанту 29 таблиці 1.

### **Варіант 30**

Описати та виконати аналіз спеціальних виконавчих механізмів в комп'ютерно-інтегрованих системах управління хіміко-технологічними процесами.

**Задача** . Використати дані варіанту 30 таблиці 1.

## Описання та варіанти задач до контрольної роботи

**Описання задачі.** Вторинний прилад типу МТМ розраховує показання за принципом лінійної апроксимації. На вхід приладу надійшов сигнал  $X$ , значення якого зазначено в табл. 1. За вимірювальним діапазоном шкали, розрахувати показання, яке матиме вторинний прилад. Визначити абсолютну, відносну та приведену похибки вимірювального контролю. Величини сигналів, які відповідають значенням шкали вимірювального контролю приладу вибрати за таблицями додатків відповідно до типів вимірювального перетворювача.

Таблиця 1

Варіант	Сигнал $X$	Тип вимірювального перетворювача	Діапазон Шкали вимірювального контролю	Додаток №
1	9,942	ТВР	400 ÷ 800	1
2	1,344	ТПР	0 ÷ 900	2
3	- 1,14	-50 ÷ 50	ТХА	4
4	17,12	0 ÷ 400	ТХК	3
5	4,515	300 ÷ 800	ТПП	5
6	49,64	-100 ÷ 100	ТСП	6
7	43,02	-150 ÷ 0	ТСП	7
8	53,00	-50 ÷ 50	ТСМ	8
9	17,206	100 ÷ 1200	ТВР	1
10	0,870	100 ÷ 1000	ТПР	2
11	-1,14	-50 ÷ 50	ТХА	4
12	27,16	100 ÷ 500	ТХК	3
13	0,299	0 ÷ 400	ТПП	5
14	89,96	0 ÷ 300	ТСП	6
15	119,70	0 ÷ 300	ТСП	7
16	71,06	0 ÷ 100	ТСМ	8
17	13,258	0 ÷ 1300	ТВР	1
18	4,127	400 ÷ 1200	ТПР	2
19	30,83	300 ÷ 1160	ТХА	4
20	2,66	-50 ÷ 100	ТХК	3
21	10,958	600 ÷ 1400	ТПП	5

22	93,33	100 ÷ 500	ТСП	6
23	195,56	100 ÷ 400	ТСП	7
24	86,87	0 ÷ 180	ТСМ	8
25	19,151	600 ÷ 1800	ТВР	1
26	5,111	600 ÷ 1600	ТПР	2
27	43,26	600 ÷ 1300	ТХА	4
28	45,45	400 ÷ 800	ТХК	3
29	5,631	200 ÷ 800	ТПП	5
30	60,43	0 ÷ 200	ТСП	6

Додаток 1

Залежність термоЕРС від температури для термопар типу ТВР

Температура °С	ЕРС, мВ ТВР (вольфрам – ренієві)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,000	0,121	0,245	0,373	0,504	0,636	0,771	0,909	1,050	1,192
100	1,337	1,483	1,631	1,781	1,933	2,086	2,241	2,397	2,554	2,712
200	2,872	3,033	3,194	3,357	3,520	3,684	3,849	4,014	4,180	4,347
300	4,514	4,681	4,849	5,018	5,186	5,355	5,525	5,694	5,864	6,034
400	6,204	6,474	6,544	6,715	6,885	7,056	7,226	7,397	7,567	7,737
500	7,908	8,078	8,248	8,418	8,588	8,758	8,927	9,097	9,266	9,435
600	9,604	9,773	9,942	10,110	10,278	10,446	10,614	10,781	10,948	11,115
700	11,282	11,448	11,514	11,780	11,945	12,111	12,275	12,440	12,604	12,768
800	12,932	13,095	13,258	13,420	13,583	13,745	13,906	14,067	14,228	14,388
900	14,548	14,708	14,867	15,026	15,184	15,343	15,580	15,657	15,814	15,971
1000	16,127	16,282	16,437	16,592	16,746	16,900	17,053	17,206	17,359	17,510
1100	17,662	17,813	17,964	18,114	18,263	18,412	18,561	18,709	18,857	19,004
1200	19,151	19,297	19,443	19,588	19,733	19,877	20,020	20,164	20,306	20,448
1300	20,590	20,731	20,872	21,012	21,151	21,290	21,429	21,567	21,704	21,841
1400	21,977	22,113	22,248	22,383	22,518	22,651	22,784	22,917	23,049	23,181
1500	23,312	23,442	23,573	23,702	23,831	23,959	24,087	24,215	24,342	24,468
1600	24,594	24,719	24,844	24,968	25,092	25,215	25,337	25,459	25,581	25,702
1700	25,823	25,943	26,062	26,181	26,299	26,417	26,535	26,651	26,768	26,883
1800	26,999	27,113	27,228	27,341	27,454	27,567	27,679	27,790	27,901	28,012
1900	28,121	28,231	28,339	28,447	8,555	28,662	28,769	28,875	28,980	29,085
2000	29,189									

## Додаток 2

## Залежність термоЕРС від температури для термопар типу ТПР

Температура °С	ЕРС, мВ ТПР (платинородій – платинородій)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,000	-0,002	-0,003	-0,002	-0,000	0,002	0,006	0,011	0,017	0,025
100	0,033	0,043	0,053	0,065	0,078	0,092	0,107	0,123	0,141	0,159
200	0,178	0,199	0,220	0,243	0,267	0,291	0,317	0,344	0,372	0,401
300	0,431	0,462	0,494	0,527	0,561	0,596	0,632	0,669	0,707	0,746
400	0,787	0,828	0,870	0,913	0,957	1,002	1,048	1,095	1,143	1,192
500	1,242	1,293	1,344	1,397	1,451	1,505	1,561	1,617	1,675	1,733
600	1,792	1,852	1,913	1,975	2,037	2,101	2,165	2,230	2,296	2,363
700	2,431	2,499	2,569	2,639	2,710	2,782	2,855	2,928	3,002	3,078
800	3,154	3,230	3,308	3,386	3,466	3,546	3,626	3,708	3,790	3,873
900	3,957	4,041	4,127	4,213	4,299	4,387	4,475	4,567	4,653	4,743
1000	4,834	4,926	5,018	5,111	5,205	5,299	5,394	5,489	5,585	5,682
1100	5,780	5,878	5,976	6,075	6,175	6,276	6,377	6,478	6,580	6,683
1200	6,787	6,890	6,995	7,100	7,205	7,311	7,418	7,524	7,632	7,740
1300	7,848	7,957	8,067	8,176	8,287	8,397	8,505	8,620	8,731	8,844
1400	8,956	9,069	9,182	9,296	9,410	9,524	9,639	9,753	9,868	9,984
1500	10,099	10,215	10,331	10,447	10,563	10,679	10,796	10,913	11,029	11,146
1600	11,253	11,380	11,497	11,614	11,731	11,848	11,965	12,082	12,199	12,316
1700	12,433	12,549	12,666	12,782	12,898	13,014	13,130	13,246	13,351	13,476
1800	13,591	13,706	13,821							

## Додаток 3

## Залежність термоЕРС від температури для термопар типу ТХК

Температура °C	ЕРС, мВ ТХК (хромель-копелєві)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
—	—	-0,64	-1,27	-1,89	-2,50	-3,11	—	—	—	—
0	0	0,65	1,31	1,98	2,66	3,35	4,05	4,76	5,48	6,21
100	6,95	7,69	8,43	9,18	9,93	10,69	11,46	12,24	13,03	13,84
200	14,66	15,48	16,30	17,12	17,95	18,77	19,60	20,43	21,25	22,08
300	22,91	23,75	24,60	25,45	26,31	27,16	28,02	28,89	29,76	30,62
400	31,49	32,35	33,22	34,08	34,95	35,82	36,68	37,55	38,42	39,29
500	40,16	41,03	41,91	42,79	43,68	44,56	45,45	46,34	47,23	48,12
600	49,02	49,90	50,78	51,66	52,53	53,41	54,28	55,15	56,03	56,90
700	57,77	58,64	59,51	60,37	61,24	62,11	62,97	63,83	64,70	65,56
800	66,42									

## Додаток 4

## Залежність термоЕРС від температури для термопар типу ТХА

Температура °C	ЕРС, мВ ТХА(хромель-алюмелєві)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
—	0	-0,39	-0,77	-1,14	-1,50	-1,86	—	—	—	—
0	0	0,40	0,80	1,20	1,61	2,02	2,43	2,85	3,26	3,68
100	4,10	4,51	4,92	5,33	5,73	6,13	6,53	6,93	7,33	7,73
200	8,13	8,53	8,93	9,34	9,74	10,15	10,56	10,97	11,38	11,80
300	12,21	12,62	13,04	13,45	13,87	14,30	14,72	15,14	15,56	15,99
400	16,40	16,83	17,25	17,67	18,09	18,51	18,94	19,37	19,79	20,22
500	20,65	21,08	21,50	21,93	22,35	22,78	23,21	23,63	24,06	24,49
600	24,91	25,33	25,76	26,19	26,61	27,04	27,46	27,88	28,30	28,73
700	29,15	29,57	29,99	30,41	30,83	31,24	31,66	32,08	32,49	32,90
800	33,32	33,72	34,13	34,55	34,95	35,36	35,76	36,17	36,57	36,97
900	37,37	37,77	38,17	38,57	38,97	39,36	39,76	40,15	40,54	40,93
1000	41,32	41,71	42,09	42,48	42,88	43,26	43,64	44,02	44,40	44,78
1100	45,16	45,54	45,91	46,29	46,66	47,03	47,40	47,77	48,14	48,50
1200	48,87	49,23	49,59	49,95	50,31	50,67	51,02	51,38	51,73	52,08
1300	52,43									



## Додаток 5

Залежність термоЕРС від температури для термопар типу ТПП

Температура °C	ЕРС, мВ ТПП(платинородій-платина)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,055	0,112	0,173	0,234	0,299	0,364	0,432	0,500	0,571
100	0,643	0,717	0,792	0,869	0,947	1,026	1,106	1,187	1,269	1,352
200	1,436	1,521	1,606	1,692	1,779	1,867	1,955	2,044	2,133	2,223
300	2,314	2,406	2,498	2,591	2,684	2,777	2,871	2,965	3,060	3,154
400	3,249	3,345	3,440	3,536	3,633	3,730	3,826	3,923	4,021	4,119
500	4,218	4,316	4,415	4,515	4,615	4,715	4,815	4,915	5,016	5,118
600	5,220	5,322	5,425	5,528	5,631	5,734	5,837	5,941	6,046	6,151
700	6,256	6,362	6,467	6,573	6,679	6,786	6,893	7,000	7,108	7,216
800	7,325	7,434	7,543	7,653	7,763	7,872	7,983	8,094	8,205	8,316
900	8,428	8,540	8,653	8,765	8,878	8,992	9,106	9,220	9,334	9,449
1000	9,564	9,679	9,795	9,911	10,028	10,145	10,262	10,379	10,496	10,614
1100	10,732	10,850	10,968	11,086	11,205	11,324	11,443	11,563	11,683	11,803
1200	11,923	12,043	12,163	12,284	12,404	12,525	12,645	12,766	12,887	13,008
1300	13,129	13,250	13,371	13,492	13,613	13,734	13,855	13,975	14,096	14,217
1400	14,338	14,458	14,579	14,699	14,819	14,939	15,059	15,179	15,298	15,418
1500	15,537	15,656	15,775	15,893	16,011	16,129	16,247	16,364	16,481	16,598
1600	16,714									

## Додаток 6

Залежність термоопору від температури для термометрів ТПП

 $R_0 = 46,00 \text{ м}$ 

°C	- 200	- 190	- 180	- 170	- 160	- 150	- 140	- 130	- 120	- 110
ом	7,95	9,96	11,95	13,93	15,90	17,85	19,79	21,72	23,63	25,54
°C	- 100	- 90	- 80	- 70	- 60	- 50	- 40	- 30	- 20	- 10
ом	27,44	29,33	31,21	33,07	34,94	36,80	38,65	40,50	42,34	44,17
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ом	46,00	47,82	49,64	51,45	53,26	55,03	56,86	58,65	60,43	62,21
°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
ом	63,99	65,76	67,52	69,28	71,03	72,78	74,52	76,26	77,99	79,71
°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	190
ом	81,43	83,15	84,86	86,56	88,26	89,96	91,64	93,33	95,00	96,68
°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
ом	98,34	100,01	101,66	103,31	104,96	106,60	108,23	109,86	111,48	113,10

t°C	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
OM	114,72	116,32	117,93	119,52	121,11	122,70	124,28	125,86	127,43	127,99
t°C	500									
OM	130,55									

## Додаток 7

Залежність термоопору від температури для термометрів платинових  $R_0 = 100,00$  ом

t°C	- 200	- 190	- 180	- 170	- 160	- 150	- 140	- 130	- 120	- 110
ом	17,28	21,65	25,98	30,29	34,56	38,80	43,02	47,21	51,38	55,52
t°C	- 100	- 90	- 80	- 70	- 60	- 50	- 40	- 30	- 20	- 10
ом	59,65	63,75	67,84	71,91	75,96	80,00	84,03	88,04	92,04	96,03
t°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ом	100,00	103,96	107,91	111,85	115,78	119,70	123,60	127,49	131,37	135,24
t°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
ом	139,10	142,95	146,78	150,60	154,41	158,21	162,00	165,78	169,54	173,29
t°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
ом	177,03	180,76	184,48	188,56	191,88	195,56	199,23	202,89	206,53	210,17
t°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
ом	213,79	217,40	221,00	224,54	228,17	231,73	235,29	238,83	242,36	245,88
t°C	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
ом	249,38	252,58	256,36	259,83	263,29	266,74	270,18	273,60	277,01	280,41
t°C	500									
ом	283,80									

## Додаток 8

Залежність термоопору від температури для термометрів мідних

t°C						- 50	- 40	- 30	- 20	- 10
ом						41,71	43,97	46,23	48,48	50,74
t°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ом	53,00	55,26	57,52	59,77	62,03	64,29	65,55	68,81	71,06	73,32
t°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
ом	75,58	77,84	80,09	82,35	84,61	86,87	89,13	91,38	93,64	

## Навчальне видання

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни  
«Спеціальні засоби автоматизації»

(для студентів 5 курсу заочної форми навчання спеціальності  
7.05020201 – Автоматизоване управління технологічними процесами)

#### Укладачі:

Йосип Іванович Стенцель

Костянтин Анатолійович Літвінов

Редактор

Й.І. Стенцель

Техн. редактор

Й.І. Стенцель

Оригінал-макет

К.А. Літвінов

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. \_\_\_\_\_. Облік. видавн. арк. \_\_\_\_\_

Тираж 150 екз. Вид. № \_\_\_\_\_. Замовл. № \_\_\_\_\_.

Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного

Університету імені Володимира Даля

Адреса видавництва: 94000, Северодонецьк, просп. Радянський, 59, а.

Телефон: 8 (06452) \_\_\_\_\_, факс 8 (06452) \_\_\_\_\_

**E-mail:** uni@snu.edu.ua    **http:** www.snu.edu.ua

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира ДАЛЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни  
«Спеціальні засоби автоматизації» (для студентів 5 курсу заочної  
форми навчання спеціальності 7.05020201 – Автоматизоване  
управління технологічними процесами)

*«До друку, у світ дозволяю»*

Проректор \_\_\_\_\_ Д.М. Марченко

Протокол № \_\_\_ від” \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015р.

Укладачі

Й.І.Стенцель  
К.А.Літвінов

*Весь цифровий і фактичний матеріал,  
бібліографічні дані перевірені.  
Написання одиниць відповідає стандарта м*

(Підпис)

Сєверодонецьк 2015