

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ  
ПЕРШОГО РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ “БАКАЛАВР”  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ  
151 “АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ ”**

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ  
ПЕРШОГО РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ “БАКАЛАВР”  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ  
151 “АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ”

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою НТУ “ХПІ”,  
протокол № 1 від 15.02.2024 р.

Харків  
НТУ “ХПІ”  
2024

УДК 681.5  
В43

**Рецензент:**

*Дьомін Д.О.*, д-р техн. наук, проф., професор кафедри ливарного виробництва  
Національного технічного університету «ХПІ»;

**Автори:**

*О.М. Дзевочко, А.К. Бабіченко, І.Л. Красніков,  
І.Г. Лисаченко, О.В. Пугановський*

В43      Методичні вказівки до виконання дипломного проєкту першого  
рівня вищої освіти "бакалавр" [Електронний ресурс] : для студентів  
спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" /  
уклад.: О. М. Дзевочко [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-  
т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 60 с.

У методичних вказівках наведені основні вимоги до дипломного проєкту першого рівня вищої освіти "Бакалавр" зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», рекомендації щодо його оформлення та проєктування, а також стислий довідковий матеріал для вибору приладів та засобів автоматизації та розробки схем автоматизації типових технологічних процесів.

Призначено для студентів зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» кафедри Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу».

Іл. 11 . Табл. 1 . Бібліогр.: 21 назва.

© О.М. Дзевочко,  
А.К. Бабіченко,  
І.Л. Красніков,  
І.Г. Лисаченко,  
О.В. Пугановський

© НТУ "ХПІ", 2024

## ВСТУП

Дипломний проєкт першого рівня вищої освіти «Бакалавр», будучи випускною кваліфікаційною роботою студента, сприяє прояву творчих здібностей, самостійності мислення, уміння аналізувати і впроваджувати в життя ухвалені рішення.

Метою методичних вказівок є надання допомоги в організації раціональної та ефективної роботи щодо збору матеріалів, підготовки та захисту кваліфікаційної роботи бакалавра. Методичні вказівки визначають цілі та завдання дипломного проєкту, стадії та етапи виконання дипломного проєкту, вимоги щодо структури та його обсягу, до оформлення, організації підготовки до захисту перед екзаменаційною комісією, порядок захисту.

Методичні вказівки встановлюють загальні вимоги до побудови, змісту та оформлення дипломного проєкту бакалавра, який виконуються на кафедрі автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу навчально-наукового інституту комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики НТУ «ХП».

Методичні вказівки укладені на підставі діючих ДСТУ, керівних матеріалів та відповідно до стандартів НТУ «ХП» і з урахуванням досвіду дипломного проєктування на кафедрі «Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу» НТУ «ХП», це допоможе студентам технічно грамотно виконати даний дипломний проєкт, що складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу.

# 1 СТРУКТУРА ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

## 1.1. Структура пояснювальної записки до дипломного проєкту

У пояснювальній записці до дипломного проєкту необхідно у повному обсязі розкрити зміст кваліфікаційної роботи і надати необхідні розрахунки. Текст повинен бути доповнений ілюстраціями (схемами, діаграмами і т. ін.). Пояснювальна записка згідно з СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 [1] становить 65÷75 сторінок (основна частина за спеціальністю має складати **45-55** сторінок) і повинна містити такі структурні елементи:

- титульний аркуш дипломного проєкту (1 сторінка);
- відомість документів (1 сторінка);
- завдання на виконання дипломного проєкту (1 двосторонній аркуш);
- титульний аркуш пояснювальної записки до дипломного проєкту (1 сторінка);
- реферати (2 сторінки: 1 – українською та 1 – англійською мовами);
- зміст (2-3 сторінки);
- перелік умовних позначень, символів, одиниць скорочень і термінів (за потреби 1 сторінка);
- вступ (максимум 2 сторінки);
- основна частина за спеціальністю містить:
  - літературно-аналітичний огляд (**8-10** сторінок, але не більше 20% від загальної кількості аркушів в основній частині за спеціальністю);
  - коротку характеристику об'єкта автоматизації (**5-7** сторінок);
  - основні рішення з автоматизації (**17-20** сторінок);
  - розрахункову частину (**15-18** сторінок);
- техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень (приблизно 10 сторінок);
- охорона праці та навколишнього середовища (приблизно 10 сторінок);
- висновки (1-2 сторінки);
- список джерел інформації (по наповненню, але кількість джерел не має перевищувати **50** посилань);
- додатки (кількість додатків та аркушів – не обмежена).

### **1.1.1 Титульний аркуш дипломного проєкту**

Титульний аркуш дипломного проєкту є першою сторінкою випускної кваліфікаційної роботи і заповнюється за формою, наведеною в СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 [1] див. додаток А.

### **1.1.2 Відомість документів**

У відомість проєкту записують усі документи, що підлягають розробці: загальну документацію (завдання, пояснювальна записка до дипломного проєкту), конструкторську документацію (креслення, схеми, плакати). Форма відомості документів відповідає СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 [1] див. додаток Б.

### **1.1.3 Завдання на виконання дипломного проєкту**

Завдання повинно містити основні питання за темою роботи і перелік необхідних навчально-технічних документів та креслень.

Форма завдання відповідає СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 [1] див. додаток В. Завдання підшивається у пояснювальну записку після відомості документів дипломного проєкту.

### **1.1.4 Титульний аркуш пояснювальної записки до дипломного проєкту**

Титульний аркуш пояснювальної записки до дипломного проєкту є першою сторінкою пояснювальної записки до дипломного проєкту і заповнюється за формою, наведеною в СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 [1] див. додаток Г.

### **1.1.5 Реферат**

У рефераті (див. додаток Д) потрібно навести короткий зміст роботи (з розкриттям теми, мети, методики проведення роботи), основних принципів вирішення питань та висновків, а також галузь використання.

Реферат повинен містити відомості щодо обсягу роботи (кількість сторінок, рисунків, таблиць та джерел інформації), перелік ключових слів та текст.

У переліку ключових слів повинно бути не більш, ніж 10 слів (або словосполучень), які записуються у називному відмінку в рядок, через коми великими буквами.

### **1.1.6 Зміст**

Зміст (див. додаток Е) включає найменування усіх розділів і підрозділів з зазначенням номерів сторінок, на яких розміщений початок матеріалу.

Текст змісту відділяють від номерів сторінок крапками.

Титульний аркуш, завдання на виконання дипломного проєкту, відомість документів та реферат у перелік не включають.

У змісті наводяться усі додатки з урахуванням їх заголовків.

### **1.1.7 Перелік умовних позначень, символів, одиниць скорочень і термінів**

При необхідності, усі прийняті малопоширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни пояснюють у переліку, який розміщують безпосередньо після змісту, починаючи з нової сторінки.

### **1.1.8 Вступ**

У вступі необхідно дати коротку оцінку об'єкта автоматизації даного виробництва, зазначити актуальність та новизну теми. Текст вступу не повинен займати більше двох сторінок.

### **1.1.9 Літературно-аналітичний огляд**

У цьому розділі необхідно окреслити основні етапи розвитку за темою дипломного проєкту. Стисло та критично висвітлити недоліки існуючої системи автоматизації виробництва. В кінці розділу ставиться мета і задачі проєкту.

### **1.1.10 Коротка характеристика об'єкта автоматизації**

У цьому розділі розглядаються технологічні та фізико-хімічні основи процесу, описується технологічна схема і основне обладнання, проводиться аналіз результатів розрахунку матеріального і теплового балансів.

### **1.1.11 Основні рішення з автоматизації.**

Проводиться вибір основних контурів контролю та регулювання, вибір приладів і засобів автоматизації наводиться їх короткий опис, опис схеми автоматизації за контурами.

– для дипломних проектів інженерно-конструкторського спрямування надається опис способів монтажу засобів автоматизації, розробка щита керування тощо;

– для дипломних проектів інженерно-програмного спрямування приводять розробку алгоритмів прикладної програми проекрованої системи (виробу, пристрою тощо.). Виконується на підставі матеріалів, одержаних при виконанні попередніх розділів проекту.

У підрозділі повинно міститися опис та текст програми, оформлений відповідно до ЄСКД, можливості і способи розробки та відлагодження прикладної програми в інструментальному програмному середовищі розробки. Приводять перелік засобів інтегрованих середовищ розробки – редакторів, компіляторів, лінкерів, бібліотек підпрограм, відлагоджувачів (симуляторів, емуляторів, програмних моніторів тощо) та програматорів, які вивчалися в навчальному процесі на попередніх курсах і були використані в процесі розробки програми.

### **1.1.12 Розрахункова частина**

#### *1.1.12.1 Ідентифікація об'єкта регулювання*

Для вибраного контуру регулювання проводиться ідентифікація динамічних властивостей об'єкта керування за експериментальними даними.

#### *1.1.12.2 Розрахунок налаштувань регулятора контуру регулювання*

Проводиться розрахунок оптисальних налаштувань регулятора з використанням прикладного програмного забезпечення за відповідним методом.

#### *1.1.12.3 Розрахунок регулювального органа та виконавчого механізму*

Виконується розрахунок регулювального органу та виконавчого механізму згідно з [7, 14].

#### *1.1.12.4 Визначення надійнісних та метрологічних показників*

Розрахунок загальної похибки вимірювального комплексу або контуру регулювання та визначити кількісні характеристики надійності за відомими характеристиками елементів, з яких складається контур [7].

### **1.1.13 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень**

У даному розділі за завданням консультанта з економічної частини визначаються витрати та економічний ефект від впровадження системи автоматизації технологічного процесу.

### **1.1.14 Охорона праці та навколишнього середовища**

За завданням консультанта з охорони праці розглядаються вимоги з техніки безпеки, промислової санітарії, охорони праці. Обґрунтовуються необхідні природоохоронні заходи, що запобігають викидам шкідливих речовин у навколишнє природне середовище.

### **1.1.15 Висновки**

У висновках формулюються основні результати, які одержані в ході виконання дипломного проєкту, та пропозиції щодо їх використання, а також оцінка техніко-економічної ефективності прийнятих технічних рішень. Обсяг цього розділу не більше двох сторінок.

### **1.1.16 Список джерел інформації**

Список повинен вміщувати перелік усіх джерел, які були використані при виконанні роботи, але для дипломного проєкту першого рівня вищої освіти “Бакалавр” не повинен перевищувати 25 джерел та оформлюється згідно з СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 [2] (див. додаток Ж).

### **1.1.17 Додатки**

Згідно з СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 [1] в додатках розміщується ілюстративний матеріал, таблиці, проміжні докази, формули та розрахунки, текст допоміжного характеру, а також самостійно випущені документи за умови, якщо на них є посилання у відповідних розділах пояснювальної записки.

Згідно з СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 [2] додатки є продовженням документа і мають наскрізну нумерацію сторінок, спільну з документом.

Кожний додаток розміщують з нової сторінки. Додатки послідовно позначають великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Літерні позначки надають за абеткою без повторення і, як правило, без пропусків. Наприклад: ДОДАТОК А, ДОДАТОК Б. У разі використання усіх літер обох абеток дозволено позначати додатки літерами з арабськими цифрами. Наприклад: ДОДАТОК А.1, ДОДАТОК А.2. Якщо додаток один, його теж позначають – ДОДАТОК А. Слово «ДОДАТОК» розташовують симетрично тексту.

Додаток повинен мати заголовок, який розташовують під словом «ДОДАТОК» симетрично тексту і виконують малими літерами з першої великої напівжирним шрифтом. Між словом «ДОДАТОК» і заголовком необхідно залишити один вільний рядок.

## **1.2 Оформлення пояснювальної записки**

Пояснювальну записку до дипломного проекту виконують згідно з СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 [2] на аркушах друкарського паперу формату А4 (297 мм x 210 мм).

Під час виконання таблиць, ілюстрацій та додатків дозволено використовувати формат А3 (297 мм × 420 мм). Аркуш формату А3 підшивається по стороні 297 мм та складається до формату А4.

На аркушах мають бути залишені береги лівий – 30, правий – 10, верхній – 20, нижній – 20 мм.

Аркуші документа нумерують арабськими цифрами, проставляючи їх у правому верхньому кутку аркуша без будь-яких знаків. Нумерація аркушів повинна бути наскрізною для всього документа. На титульному аркуші (ТА), що є першим аркушем документа, номер не ставлять, але зараховують його у загальну нумерацію.

Текст документа (див. додаток К) виконують на одному боці аркуша через півтора інтервали, кегль шрифту 14 п.; для елементів тексту (таблиць, приміток тощо) допускається шрифт 12 п.; рекомендований шрифт – Times New Roman

Основну частину пояснювальної записки поділяють на розділи та підрозділи, пункти і підпункти. Розділи і підрозділи записки повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть також мати заголовки [2].

Заголовки структурних елементів та заголовки розділів пояснювальної записки слід розташовувати посередині рядка та писати великими літерами (шрифт жирний) без крапки у кінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів пунктів і підпунктів починають з абзацу та пишуть маленькими літерами, крім першої великої, без крапки в кінці (шрифт жирний).

Заголовки з двох речень розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається.

Після номерів розділів і підрозділів, пунктів і підпунктів крапки не ставлять.

Відстань між заголовком розділу і подальшим текстом має бути не менше як один рядок.

Відстань між заголовком підрозділу і попереднім або подальшим текстом має бути не менше як один рядок та як в тексті, відповідно.

На титульному аркуші звіту номер сторінки не проставляють, але включають до загальної нумерації сторінок (крім рефератів), яка повинна бути наскрізною. Необхідно в загальну нумерацію включати сторінки, що

вміщують рисунки і таблиці, роздруківки з ЕОМ, перелік посилань і додатки.

### 1.2.1 Написання формул і рівнянь

Формули і рівняння розташовують посередині сторінки в окремому рядку. Вище та нижче кожної формули залишають не менш одного вільного рядка.

Формули нумерують арабськими цифрами в межах даного розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули, відокремлених крапкою, та проставляються з крайнього правого боку аркуша на рівні формули в круглих дужках, наприклад:

$$W(P) = \frac{K_{об}}{Tp+1} \quad (1.1)$$

Посилання в тексті на номер формули дають у дужках, наприклад: «... у формулі (4.1)».

Переносити формулу на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуючих операцій. Причому знак на початку наступного рядка повторюють. Знак множення при переносі змінюють на “×”.

Формула з числовим значенням коефіцієнтів та параметрів не нумерується:

$$U = 3 \times 40 = 120$$

Пояснення значень символів та числових коефіцієнтів, що входять у формулу, повинні бути наведені безпосередньо під формулою, наприклад:

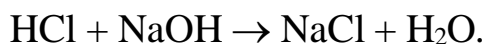
$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t), \quad (4.5)$$

де  $R_t$  – опір термометра при поточній температурі, Ом;  $R_0$  – опір термометра при температурі градування ( $t_0 = 0$  °С), Ом;  $\alpha$  – температурний коефіцієнт опору металу термометра (для мідного дроту  $\alpha = 4,26 \times 10^{-3}$  °С<sup>-1</sup>);  $t$  – поточна температура, °С.

Формули, що йдуть одна за одною та не відокремлені текстом, відокремлюють комою.

Указувати розмірність параметра поряд з формулою не дозволяється. Символи хімічних елементів і з'єднань, цифри та всі індекси до них повинні бути написані без інтервалів, наприклад:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

При написанні рівнянь хімічних реакцій необхідно залишати інтервали між знаками (+, −, =, → та інше) та формулами, наприклад:



Знаки зарядів (+, −, ·, 1, 2<sup>+</sup>, 2<sup>−</sup> та т.п.) необхідно поміщати праворуч від позначень елемента на рівні верхніх індексів, наприклад:  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^1$ ,  $\text{H}^1$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  та інше.

### 1.2.2 Оформлення таблиць

Згідно з СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 [2] цифровий матеріал, як правило, для компактності, наочності та порівняння оформлюють у вигляді таблиць, що мають заголовки. Зліва аркуша перед заголовком пишеться слово «Таблиця» з номером, що складається з номера розділу записки та порядкового номера таблиці.

На всі таблиці необхідно зробити посилання у тексті, наприклад: «... дані, що приведені в таблиці 4.1». При переносі таблиці на інший, аркуш над нею пишуть слова: «Продовження таблиці 4.1».

Одиниці величин вказують або у заголовках таблиць, або у підзаголовках. Для цієї мети окрему графу не виділяють. Якщо цифрові дані в графах таблиці відбиті у різних одиницях фізичних величин, то їх вказують у заголовках кожної графи.

Числові значення параметрів в одній графі повинні мати однакову кількість десятинних знаків. Висота рядків таблиці повинна бути не менше 8 мм.

Розміри таблиць вибирають довільно, залежно від матеріалу, який розташовується. Поділення граф вертикальними лініями обов'язкове, горизонтальними – необов'язкове.

Таблицю поміщають після першого посилання на неї в тексті. Приклад оформлення таблиці:

Таблиця 4.1 – Матриця планування експериментів для дослідження процесу очистки води

Номер досліджу	Натуральне значення параметрів		Кодування значення параметрів			Ступінь очищення води, %
	Густина струму, А/м <sup>2</sup>	Витрата стоків, м <sup>3</sup> /год	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	
1	0,008	1,6	+	+	+	82
2	0,004	1,5	–	+	–	70
3	0,007	1,3	–	+	+	98

### 1.2.3 Оформлення ілюстрацій

Ілюстраціями є графіки, рисунки, фотознімки з природи, роздруковані з ЕОМ. Їх кількість повинна бути достатньою для пояснення тексту в пояснювальній записці.

На всі ілюстрації мають бути посилання. Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією.

За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані.

Ілюстрація позначається словом “Рисунок”, яке разом з назвою ілюстрації поміщають після пояснювальних даних до неї, наприклад: «Рисунок 3.1 – Схема установки».

Ілюстрації нумерують у межах розділу. Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, можна переносити її на іншу сторінку. При цьому назву поміщають на першій сторінці, пояснюючи дані на кожній сторінці, і під ними вказують «Рисунок..., аркуш...».

При зображенні графіків, діаграм інформаційна спроможність їх забезпечується нанесенням на осях ділильних штрихів або координатних сіток. Величину графічного інтервалу (відстань між ділильними штрихами або лініями координатної сітки) вибирають для зручності відліку з можливістю інтерполяції.

Числа в координатних вісях (шкал значень величин, що зображуються) розміщують поза берегами рисунка горизонтально.

Одиниці вимірювання наносять у кінці шкали.

Змінні величини в координатних вісях позначають символами, найменуванням, математичним виразом функціональної залежності або, комбінуючи – найменуванням змінної та присвоєваним їй символом.

#### **1.2.4. Посилання**

В пояснювальній записці по ходу тексту слід зазначати посилання на розділи, таблиці, ілюстрації, формули, додатки та джерела літератури за наступним зразком: «... в розділі 2»; «схема автоматизації ...»; «... в підрозділі 1.2»; «... в таблиці 1.3 ...»; «на рис. 1.3»; «... у формулі (2.5)»; «у додатку А».

Посилання на використані джерела слід оформляти так: [1], [2; 3], [5, табл. 3, с. 35].

При посиланнях на нормативно-технічну документацію (державні, галузеві стандарти і технічні умови) вказують тільки позначення стандарту: ДСТУ 1.005 – 2005.

#### **1.2.5 Список джерел інформації**

Список повинен вміщувати перелік усіх джерел, які були використані при виконанні проєкту, та оформлюється згідно з СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 [2].

Джерелами інформації згідно з СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 п.п. 5.8.1 є: книги, статті, нормативно-технічні документи, дисертації тощо.

Кожне джерело (див. додаток Ж) слід вказувати в порядку появи посилання в тексті пояснювальної записки і тільки один раз. Бібліографічний опис джерела в списку включає відомості про авторів, основний заголовок, місце та дату видання.

## **2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З АВТОМАТИЗАЦІЇ**

При побудові автоматичних систем регулювання (АСР) необхідно керуватися наступною її структурою: первинний вимірювальний перетворювач, проміжний перетворювач (за необхідності), вторинний прилад, регулятор (регулюючий блок з задатчиком), пристрій оперативного керування (блок або панель керування), виконавчий механізм і регулювальний орган [3, 4].

Конкретні типи засобів автоматизації вибирають із урахуванням особливостей технологічного процесу і його параметрів.

У першу чергу беруть до уваги такі фактори, як пожежо- й вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовища, кількість параметрів, що беруть участь у керуванні, і їхні хімічні властивості, дальність передачі сигналів інформації й керування, необхідні точність і швидкодію. Ці фактори визначають вибір методів виміру технологічних параметрів, необхідні функціональні можливості регуляторів і приладів (закони регулювання, показання, запис і т.д.), діапазони виміру, класи точності, вид дистанційної передачі й т.д.

Конкретні прилади й засоби автоматизації потрібно підбирати за довідковою літературою [ 5, 6, 7 ], виходячи з таких міркувань:

- для контролю й регулювання однакових параметрів технологічного процесу необхідно застосовувати однотипні засоби автоматизації, що випускають серійно. При цьому потрібно віддавати перевагу приладам і засобам вітчизняного виробництва;

- при великій кількості однакових параметрів рекомендується застосовувати багатоточкові прилади;

- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;

- для автоматизації технологічних апаратів з агресивними середовищами необхідно передбачати установку спеціальних приладів, а у випадку застосування приладів у нормальному виконанні потрібно захищати їх.

### **2.1 Визначення основних контурів контролю, регулювання та дистанційного керування**

При виборі регульованих параметрів і каналів внесення регулюючих дій рекомендується така послідовність:

1) як регульований параметр вибирається основний показник ефективності процесу, якщо це можливо, і запізнювання в об'єкті не велике.

Інакше дається аналіз збурюючих дій і розглядається можливість їх усунення до об'єкта;

2) якщо не всі збурюючі дії вдається усунути до об'єкта або мають місце внутрішні збурення, визначаються шляхи регулювання режимних параметрів;

3) при виборі регульованого параметра необхідно з'ясувати вплив цього параметра на основний показник ефективності процесу, причини його зміни в ході процесу, наявність серійних засобів для зміни цього параметра, можливість вибору каналу для внесення регулюючої дії, ступінь стійкості пропонованої системи регулювання.

При **виборі контрольованих параметрів** рекомендуються такі обгрунтування: контролюються параметри, знання поточних значень яких полегшує ведення технологічного процесу, пуск і налагодження устаткування. Це все регульовані параметри, нерегульовані режимні параметри, вхідні параметри, при зміні яких в об'єкт можуть надходити збурюючі дії, вихідні параметри, що характеризують кінцевий продукт.

Контролю підлягають також параметри, значення яких необхідно знати для підрахунку техніко-економічних показників. При цьому необхідне число контрольованих параметрів повинно бути мінімальним, щоб не збільшувати собівартість продукції, але одержана інформація повинна бути повною.

При **виборі параметрів, що сигналізуються**, необхідно керуватися наступним: сигналізації підлягають усі параметри, зміна яких може призвести до аварії, нещасного випадку, поломки устаткування і т.п.

Сигналізації підлягають також усі режимні параметри, зміна яких може призвести до серйозного порушення технологічного процесу, тобто випуску браку.

## **2.2 Рекомендації з вибору первинних вимірювальних перетворювачів**

При виборі первинних вимірювальних перетворювачів температури необхідно керуватися величинами технологічних параметрів. Наприклад, температуру від 0 до 150 °С економічно доцільно вимірювати мідним термометром опору як найбільш дешевим, а не платиновим термометром опору і не термопарою. Можна застосовувати й манометричні

термометри. При цьому необхідно пам'ятати, що якщо потрібно передавати сигнал на значні відстані (понад 300 м), тобто варто вибирати манометричні термометри з вихідними уніфікованими електричним або пневматичним сигналами. Для виміру температури від 150 до 600 °С застосовують платинові термометри опору або термопари типу ТХК, для більше високих температур – термопари типу ТХА або ТПП.

У випадку застосування як вторинних приладів міліамперметрів або обчислювальної техніки (мікропроцесорів) можливе використання разом з термометрами опору й термопарами перетворювачів, що нормують, наприклад: відповідно Ш79 і Ш78 з вихідним уніфікованим струмовим сигналом. Застосування вторинних пневматичних приладів вимагає додаткового використання електропневмоперетворювачів, наприклад типу ЕПП, що перетворюють уніфікований струмовий сигнал в уніфікований пневматичний.

Для контролю величини тиску за місцем найбільш широке застосування знайшли пружинні манометри типу МТ, МТП, МП, а при контролі тиску із сигналізацією – типу ЕКМ-1У, ВЕ-16Р6. Якщо буде потреба реєстрації величини тиску, використовують первинні вимірювальні перетворювачі тиску типу "Сапфір-22ДИ", МПЗ-МИ, 13ДИ13 з вихідними уніфікованими електричним або пневматичним сигналами.

При виборі первинних вимірювальних перетворювачів витрати також керуються величинами технологічних параметрів. Для виміру малих витрат (до 16 м<sup>3</sup>/год по рідині та 40 м<sup>3</sup>/год по повітрю) використовують ротаметри. Вони можуть бути з місцевим показанням величини витрати або з вихідними уніфікованими електричним або пневматичним сигналами. Для виміру більших витрат (понад 16 м<sup>3</sup>/год по рідині й 40 м<sup>3</sup>/год по повітрю) використовують звужуючі пристрою (як правило, на трубопроводах діаметром не менш 50 мм). Найчастіше використовують камерні діафрагми, що мають рівномірний по всьому периметру перепад тиску.

Однак у випадку обмеження втрат тиску з технологічних міркувань потрібно використовувати сопла й труби Вентурі.

У комплекті із звужуючими пристроями для виміру перепаду тиску застосовують дифманометри різних типів. Тип дифманометра вибирають залежно від величини статичного тиску в трубопроводі (мембранні – до 8 МПа, сільфонні – понад 8 МПа) і рід подальшого сигналу (електричний або пневматичний). Необхідно пам'ятати, що дифманометри з

електричним вихідним сигналом можуть бути з диференційно-трансформаторним перетворювачем або мати уніфікований струмовий сигнал.

Для агресивних, ті що кристалізуються й грузлих рідин застосовують спеціальні індукційні, радіоактивні та інші витратоміри. Для виміру витрати сипучих матеріалів використовують вагові мірники й дозатори.

За первинні вимірювальні перетворювачі рівня рідких середовищ використовують поплавкові (буйкові) рівнеміри типу УБП, що мають вихідний пневматичний сигнал.

За необхідності мати вихідний електричний сигнал застосовують гідростатичні рівнеміри (з використанням диференційних манометрів). Можна застосовувати ємнісні або акустичні рівнеміри відповідно до типу РУС або ЕХО, які можуть бути використані й для виміру рівня сипучих середовищ.

Контроль якості вихідної сировини, проміжних продуктів і готової продукції здійснюється за допомогою різних приладів прямого і непрямого аналізу, які вибирають відповідно до вимірюваного параметра. Наприклад, для виміру рН середовища застосовують рН-метри, концентрації газів – газоаналізатори й т.д. Як правило, у комплект таких аналізаторів входять первинні вимірювальні й проміжні перетворювачі.

Якщо вимірюване середовище хімічно активне стосовно матеріалу датчика або приладу (наприклад, пружинного манометра, гідростатичного рівнеміра, дифманометра для виміру витрати за методом змінного перепаду тиску), то його захист здійснюють за допомогою роздільних посудин або мембранних роздільників. Роздільні пристрої повинні бути зображені на схемі автоматизації.

При виборі датчиків і приладів варто звертати увагу не тільки на клас точності, але й на діапазон виміру. Потрібно пам'ятати, що номінальні значення параметра повинні знаходитись в останній третині діапазону виміру датчика або приладу. При невиконанні цієї умови відносна похибка виміру параметра значно перевищить відносну наведену похибку датчика або приладу. Таким чином, не слід вибирати діапазон виміру з більшим запасом (досить мати верхню межу виміру, яка не більше ніж на 25% перевищує номінальне значення параметра).

### **2.3 Рекомендації щодо вибору вторинних приладів в автоматичних системах контролю**

При виборі вторинних приладів для виміру температури необхідно пам'ятати, що в комплекті з термометрами опору найбільше поширення набули електронні автоматичні мости типу КСМ-2, КСМ-3, КСМ-4, ДИСК-250М різних модифікацій, а в комплекті з термопарами – електронні автоматичні потенціометри типу КСП-2, КСП-3, КСП-4, ДИСК-250М різних модифікацій. Модифікації електронних мостів і потенціометрів пов'язані з додатковими функціональними пристроями (вони можуть бути без спеціальних пристроїв, із сигнальними або двопозиційним регулюючими пристроями, пневматичним перетворювачем і т.п.).

При застосуванні первинних вимірювальних або проміжних перетворювачів з вихідними електричним або пневматичним сигналами, незалежно від вимірюваного параметра, як вторинні прилади використовують міліамперметри типу КСУ-2, КСУ-3, КСУ-4, ДИСК-250М різних модифікацій, а як вторинні пневматичні прилади – прилади, що показують, типу ФК 0072, ПКП та інші, що реєструють прилади типу ФК 0071, ПКР та ін. При використанні первинних вимірювальних перетворювачів з диференційно-трансформаторною схемою передачі показань на відстань як вторинні прилади застосовують прилади типу КСД-2, КСД-3, КСД-4, ДИСК-250 різних модифікацій.

При струмовому вихідному сигналі датчика вхідний сигнал вторинного приладу теж повинен бути струмовим, причому рід струму й діапазон його зміни в датчика і вторинного приладу повинні бути однаковими. Якщо ця умова не виконується, то варто скористатися проміжними перетворювачами одного уніфікованого сигналу в інший (табл. 2.1).

### **2.4 Рекомендації щодо вибору регуляторів, пристроїв завдання та оперативного керування в автоматичних системах регулювання**

У завданні на дипломне проектування студентові пропонується реалізувати АСР на регуляторах пневматичної або електричної гілки. При реалізації АСР на пристроях пневматичної гілки можливі два варіанти застосування регуляторів:

- а) приладового типу,
- б) агрегатного комплексу системи СТАРТ.

Таблиця 2.1 – Сучасні проміжні перетворювачі ТОВ «МІКРОЛ»

Тип перетворювача	Вхідний сигнал	Вихідний сигнал
ТОВ «МІКРОЛ»		
БПТ-648, БПТ-658, БПТ-122, БПТ-21, БПТ-22	ЕРС термопари	0-5мА, 0-20мА, 4-20мА, 0-10В
БПО-530, БПО-432, БПО-430, БПО-41, БПО-31, БПО-42, БПО-32, БПО- БПО- 422, БПО-420	Електричний опір	0-5мА, 0-20мА, 4-20мА, 0-10В
БПТ-2, БПТ-3	Від тензорезистора	0-5мА, 0-20мА, 4-20мА, 0-10В
БПВІ-10, БПВІ-1	Взаємоіндуктивність (від датчика диференційно-трансформаторної системи)	0-5мА, 0-20мА, 4-20мА, 0-10В
ПЕП-11, ПЕП-422, ПЕП-420	Тиск стислого повітря 20-100кПа	0-5мА, 0-20мА, 4-20мА, 0-10В
APLISENS		
РС-28G/A	Тиск стислого повітря 20-100кПа	4-20мА
РС-28G	4-20мА	Тиск стислого повітря 20-100кПа

Якщо як вторинні прилади використовуються регулятори приладового типу, то застосовують безпосередньо прилади серії КС-3, КС-4 і ДИСК, а як пристрій оперативного керування – пневматичну панель керування типу ШН2.2. При застосуванні регуляторів системи СТАРТ як пристрій оперативного керування використають станцію керування вторинних приладів типу ФК 0072, призначених для застосування в даних контурах регулювання. Детальні рекомендації та приклади наведені в в навчально-методичному посібнику [ 4 ].

При побудові АСР на базі регуляторів електричної гілки доцільно застосовувати агрегатні комплекси електричної галузі КАСКАД або АКЕЗР, що мають широку розгалужену мережу й функціональні можливості. Основним вхідним і вихідним сигналом-носієм інформації

цих систем є величина струму (0–5; 0–20, 4–20 мА). Тому при побудові АСР необхідно забезпечити подачу струмового сигналу на вхід регулюючих блоків. У комплексі КАСКАД застосовують регулюючі блоки типу Р12 і Р21, пристрою оперативного керування – відповідно блоки БУ12 і БУ21, задатчики ЗУ05, ЗУ11. У комплексі АКЕЗР застосовують регулюючі блоки типу РБА, РБИ, пристрою оперативного керування БРУ й задатчики РЗД різних модифікацій. Детальні рекомендації та приклади наведені в в навчально-методичному посібнику [ 4 ].

## **2.5 Рекомендації щодо вибору виконавчих механізмів і регулювальних органів**

Як правило, у хімічній промисловості для переміщення регулюючих органів (РО) застосовують електричні або пневматичні виконавчі механізми (ВМ). З електричних ВМ найчастіше застосовують електродвигунні одно- або багатообертові ВМ тип: МЕО або МЕМ. Для безконтактного керування ВМ типу МЕО (МЕМ) безпосередньо після пристрою оперативного керування перед ним установлюють пускач типу ПБР. Із пневматичних ВМ звичайно застосовують мембранні, рідше поршневі, відповідно до типу МИМ, ПСП. Як РО доцільно застосовувати регулювальний клапан, який разом з ВМ являє собою єдиний пристрій. Наприклад, такий пристрій з електричним електродвигуном ВМ має маркування АК 28016, а з пневматичним мембранним МИМ – 25ч37нж. Особливості вибору виконавчих мехнізмів та регулювальних органів детально описані в навчально-методичному посібнику [ 4 ].

## **2.6 Рекомендації щодо опису контурів контролю й регулювання схеми автоматизації**

Попередньо, за допомогою відповідних САПР або засобами MS Word, викреслюється контур, що виконується умовними позначками відповідно до ДСТУ Б А.2.4-16:2008 [ 8 ]. Приклади графічного оформлення контурів контролю регулювання сигналізації й дистанційного керування наведені на рисунках 2.1 – 2.6, докладні описи з прикладами надані в навчально-методичному посібнику [ 4 ].

Опис роботи кожного контуру з вказівкою елементів, що входять у нього, проводять послідовно в міру проходження сигналу, тобто від первинного вимірювального перетворювача до вторинного приладу (у випадку контролю), далі до регулятора і виконавчого механізму (у

випадку регулювання) і від кнопки керування до виконавчого механізму (у випадку дистанційного керування).

Детальні рекомендації та приклади наведені в в навчально-методичному посібнику [ 4 ].

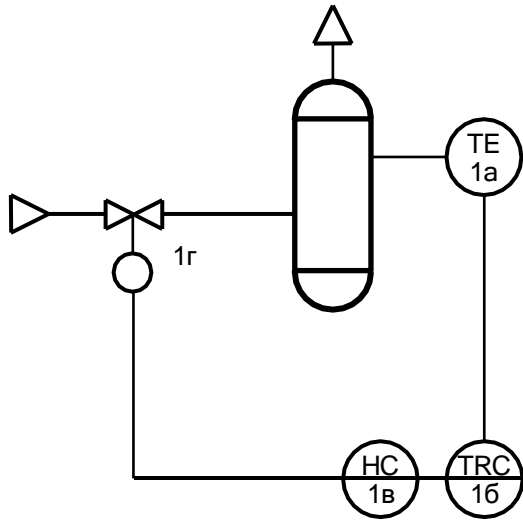


Рисунок 2.1 – Контур регулювання температури в теплообміннику

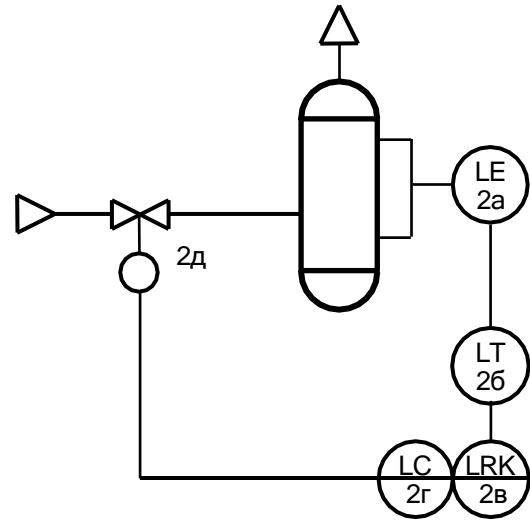


Рисунок 2.2 – Контур регулювання рівня в збірнику

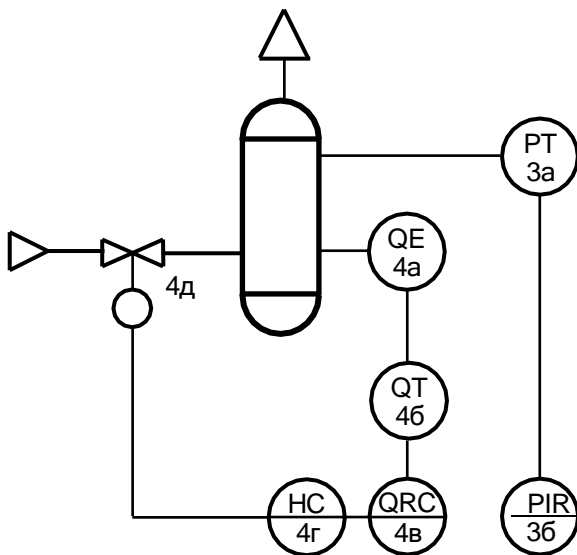


Рисунок 2.3 – Контури регулювання концентрації й контролю тиску

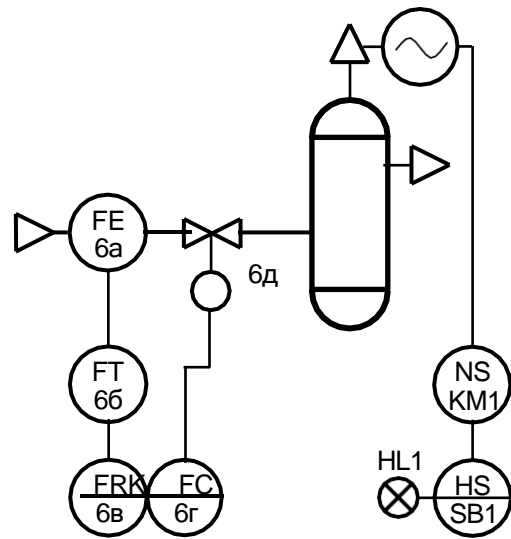


Рисунок 2.4 – Контур регулювання витрати та дистанційне керування електродвигуном мішалки в реакторі

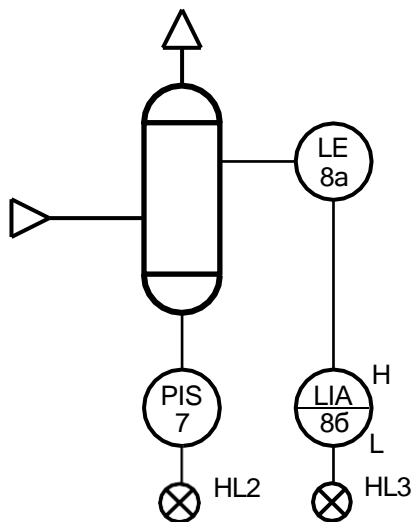


Рисунок 2.5 – Контроль тиску й рівня в збірнику із сигналізацією

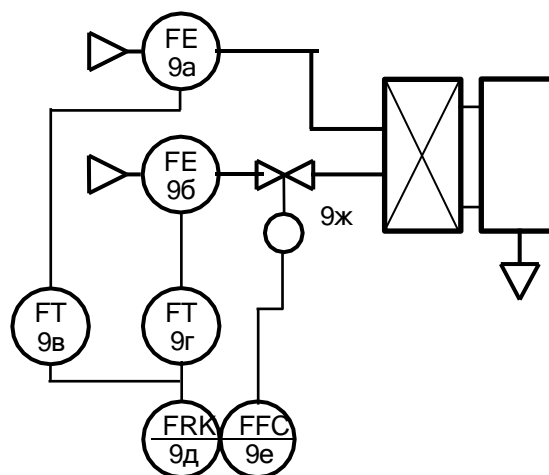


Рисунок 2.6 – Контур регулювання співвідношення витрат двох потоків у сушильній печі

Наприклад, опис контуру регулювання витрати (рис. 2.4) може бути наступний: первинним вимірювальним перетворювачем витрати є діафрагма типу ДК-6 (поз. 6а), встановлена на лінії подачі початкової суміші в апарат. Вона являє собою тонкий диск із внутрішнім отвором. Залежно від витрати суміші змінюється величина перепаду тиску на діафрагмі. Сигнал з діафрагми подається на сильфонний дифманометр типу ДС-ПЗ (поз. 6б), де перетвориться величина перепаду тиску в уніфікований пневматичний вихідний сигнал 0,02 – 0,1 МПа. Сигнал з дифманометра сприймається вторинним приладом типу ФК 0071 (поз. 6в). Це вторинний пневматичний прилад із записом і показаннями величин регульованого параметра, завдання й ступеня відкриття регульовального органа. Прилад оснащений станцією керування, необхідною для перемикавання з автоматичного режиму на ручний і назад. Одночасно сигнал з дифманометра подається на регулятор типу ФР 0092 (поз. 6г). Це пневматичний регулятор агрегатного комплексу системи СТАРТ із пропорційно-інтегральним законом регулювання. На регуляторі порівнюється поточне значення регульованого параметра із заданим і у випадку відхилення виробляється за ПІ-законом регулювання сигнал регулюючого впливу, що подається на пневматичний виконавчий механізм із регульовальним органом типу 25ч37нж (поз. 6д), встановлений на лінії подачі початкової суміші в апарат.

## **2.7 Рекомендації щодо складання специфікації на замовлення приладів та засобів автоматизації**

Усі підібрані прилади й засоби автоматизації заносяться в специфікаційну таблицю [13] (див рис. 2.7):

**у графі 1** – цифрове (літерно-цифрове) позначення приладу відповідно до його позиційного позначення на схемі; спочатку заносяться прилади із цифровим індексом 1, тобто прилади першого комплекту (1а, 1б, 1в, ...), потім – другого комплекту (2а, 2б, ...) та ін.;

**у графі 2** – повне найменування контрольованого або регульованого параметра, наприклад: “рівень лугу у випарному апараті”, “тиск у колекторі ретортного газу”;

**у графі 3** – робоче значення параметра, наприклад: “2,5 кПа”, “10 Н/м<sup>2</sup>”; для параметрів, що змінюються у великому діапазоні, зокрема при програмному регулюванні, наводяться мінімальне й максимальне значення параметра;

**у графі 4** – місце установки приладу (“за місцем” – безпосередньо біля об’єкта, або “на щиті”).

**у графі 5** – основні параметри приладу або регулятора (вхідний сигнал, вихідний сигнал, з якими приладами або датчиками комплектується, клас точності, закон регулювання, межі зміни настроюваних параметрів); мінімальне й максимальне значення параметра, які можуть вимірятися приладом, тобто діапазон виміру приладу;

**у графі 6** – тип, модель (шифр) приладу;

**у графі 7** – кількість однотипних приладів, установлених на об’єкті;

**у графі 8** – завод-виготовлювач;

**у графі 9** – вказується вартість одиниці приладу у гривнях, на час заповнення специфікації.





## 3 ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

### 3.1 Зміст графічної частини

Графічна частина дипломного проєкту освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра складається з 4-х аркушів (креслень, схем та плакатів) формату А1, які мають містити:

- схема автоматизації – 1 аркуш (див. додаток Л);
- схема з'єднань вимірювального комплексу (контуру регулювання) – 1 аркуш (див. додаток М);
- динамічні характеристики об'єкта регулювання та визначення налаштувань регулятора – 1 аркуш (див. додаток О);
- монтаж датчиків, виконавчих механізмів і регулювальних пристроїв – 1 аркуш (для дипломних проєктів інженерно-конструкторського спрямування) (див. додаток Н);
- прикладне програмне забезпечення – 1 аркуш (для дипломних проєктів інженерно-програмного спрямування) (див. додаток П).

#### 3.1.1 Оформлення схеми автоматизації

Обов'язковим і основним графічним матеріалом дипломного проєкту є схема автоматизації технологічного процесу, на якій схематично показують технологічне устаткування, комунікації, прилади й засоби автоматизації із вказівкою зв'язків між технологічним устаткуванням, приладами та засобами автоматизації. При цьому технологічне устаткування й трубопроводи об'єкта, що автоматизується, зображують без масштабу й спрощено (апарати – у вигляді їхнього контурного зображення). Технологічну схему викреслюють таким чином, щоб у нижній частині аркуша залишилося вільне місце (1/4 висоти) для зображення приладів за місцем й на щиті умовними позначками. У правому нижньому куті потрібно навести штамп зі специфікацією на технологічне устаткування (приклад виконання схеми автоматизації – див. додаток Л).

Контури технологічного устаткування на схемах рекомендується вичерчувати лініями товщиною  $1 \div 1,5$  мм, трубопроводи –  $0,5 \div 1,5$  мм, прилади й засоби автоматизації –  $0,5 \div 0,6$  мм, лінії зв'язку –  $0,2 \div 0,3$  мм, прямокутники, що зображують щити й пульти, –  $0,5 \div 1,5$  мм.

У правому нижньому куті над штампом дають таблицю розшифровки умовних позначень, застосовуваних у схемах, але не

передбачених відповідним стандартом. У правому верхньому куті аркуша над таблицею умовних позначень поміщають примітки.

Схема автоматизації повинна бути зрозумілою, чіткою, з рівномірним розподілом по площі аркуша елементів технологічної схеми та засобів автоматизації.

### **3.1.2 Оформлення схеми з'єднань вимірювального комплексу або контуру регулювання**

Для заданого (як правило одного з основних в схемі) контуру виконується схема з'єднань його елементів від датчика до виконачого пристрою з регульовальним органом (див. додаток М).

### **3.1.3 Оформлення плакату з динамічними характеристиками об'єкта регулювання та визначенням налаштувань регулятора**

Аркуш вміщує (див. додаток О):

- експериментальну та розрахункову характеристики об'єкта регулювання в безрозмірному вигляді;
- передавальну функцію об'єкта, яку одержали в результаті апроксимації експериментальних даних;
- структурну схему автоматичної системи регулювання;
- визначення налаштувань регулятора за обраним методом;
- графік перехідного процесу автоматичної системи регулювання з зазначенням його характеристик (динамічного та статичного відхилень, часу регулювання).

### **3.1.4 Монтажне креслення датчиків, засобів автоматизації, виконавчих механізмів та регульовальних пристроїв**

Виконується монтажне креслення датчиків, перетворювачів на об'єкті керування, засобів виконавчого механізму та регульовального органу на технологічному трубопроводі (див. додаток Н). На кресленні повинна бути специфікація на основні елементи та технічні вимоги до монтажу.

### **3.1.5 Оформлення плакату з розробка прикладного програмного забезпечення**

Схеми алгоритмів та текст програми (див. додаток П), скриншоти з інструментального програмного середовища оформлюються відповідно

до ЄСКД і можуть бути приведені в графічній частині проекту та в додатку.

### **3.2 Загальні вимоги до оформлення креслень і схем та заповнення основних написів в них**

У дипломних проєктах конструкторські документи повинні виконуватись відповідно до ДСТУ, як правило, на рівні ескізного чи технічного проєкту з урахуванням стандартів університету: СТВУЗ–ХП–3.04–2006, СТВУЗ–ХП–3.05–2002, СТВУЗ–ХП–3.06–2002, СТВУЗ–ХП–3.07–2007.

Креслення та схеми належать до графічних, специфікації та переліки до текстових конструкторських документів.

Згідно з СТЗВО–ХП–2.01–2021 п.п. 6.6.2 загальний обсяг графічних документів для дипломного проєкту освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра не повинен перевищувати 4 аркушів.

Різновиди конструкторської документації, що розробляються в дипломному проєкті, надані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Різновиди конструкторської документації

Найменування документа	Літерний код документа
Креслення загального вигляду	ВЗ
Теоретичне креслення	ТК
Габаритне креслення	ГК
Електромонтажне креслення	МЕ
Пакувальне креслення	ПК
Монтажне креслення	МК
Відомість документів	ВД
Відомість купованих виробів	ВК
Відомість технічної пропозиції	ПТ
Відомість ескізного проєкту	ЕП
Відомість технічного проєкту	ТП
Пояснювальна записка	ПЗ
Таблиці	ТБ
Розрахунки	РР
Документи інші	КД
Програма та методика досліджень	ПМ

В проєктах з автоматизації технологічних процесів графічний матеріал, як правило, надають також у вигляді різноманітних схем, класифікація яких зображена на рисунку 3.5.

Схеми поділяються за родом енергії (електричні, пневматичні, гідравлічні та комбіновані) та за типами виконання (структурні, функціональні, принципові, з'єднання тощо).

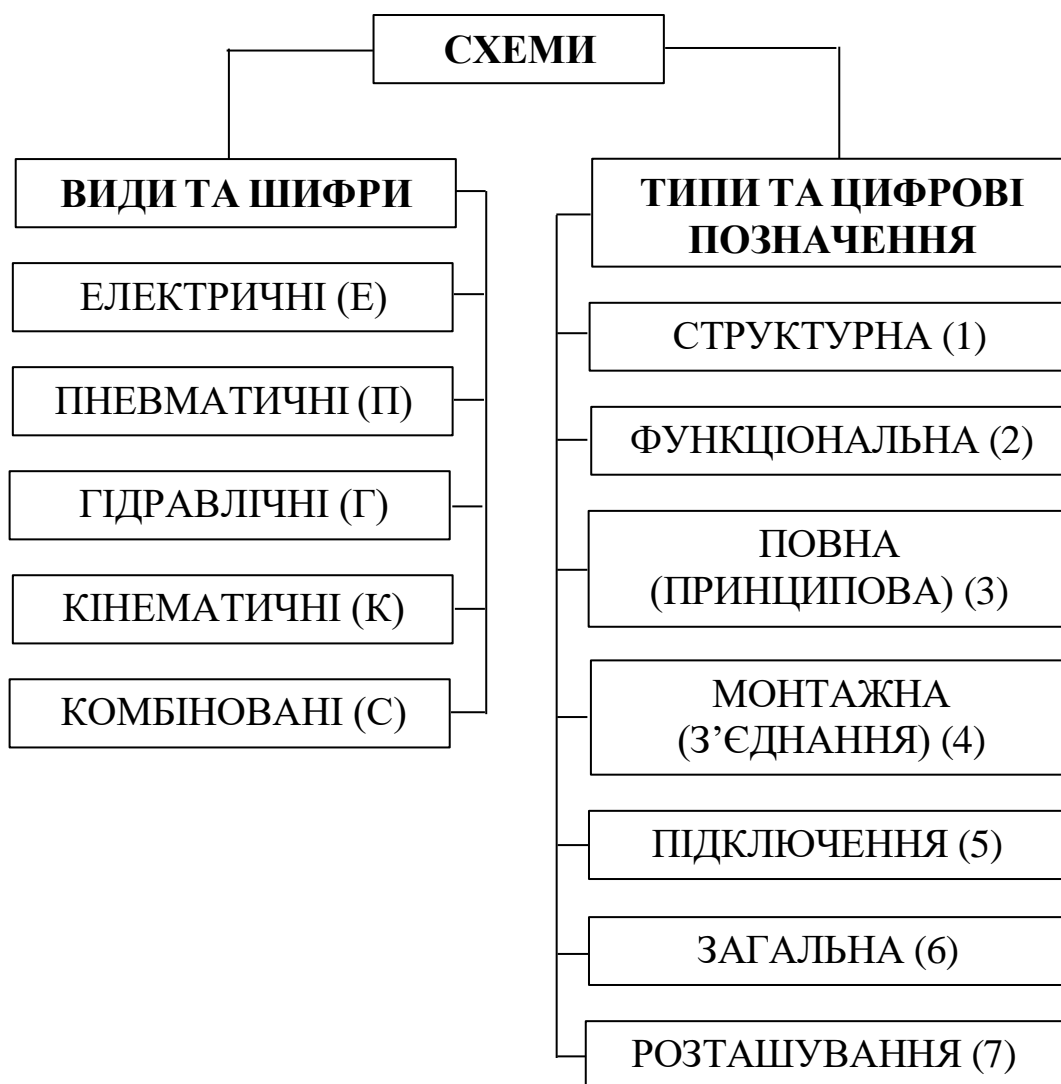


Рисунок 3.5 – Класифікація та типи схем

### Основний напис конструкторських документів

Шифри креслень та схем складаються з літер та цифр, які позначають вид та тип схем, наприклад:

1. Схема електрична принципова. Позначається шифром Е3.
2. Схема пневматична структурна. Позначається шифром П1.
3. Схема комбінована функціональна. Позначається шифром С2.

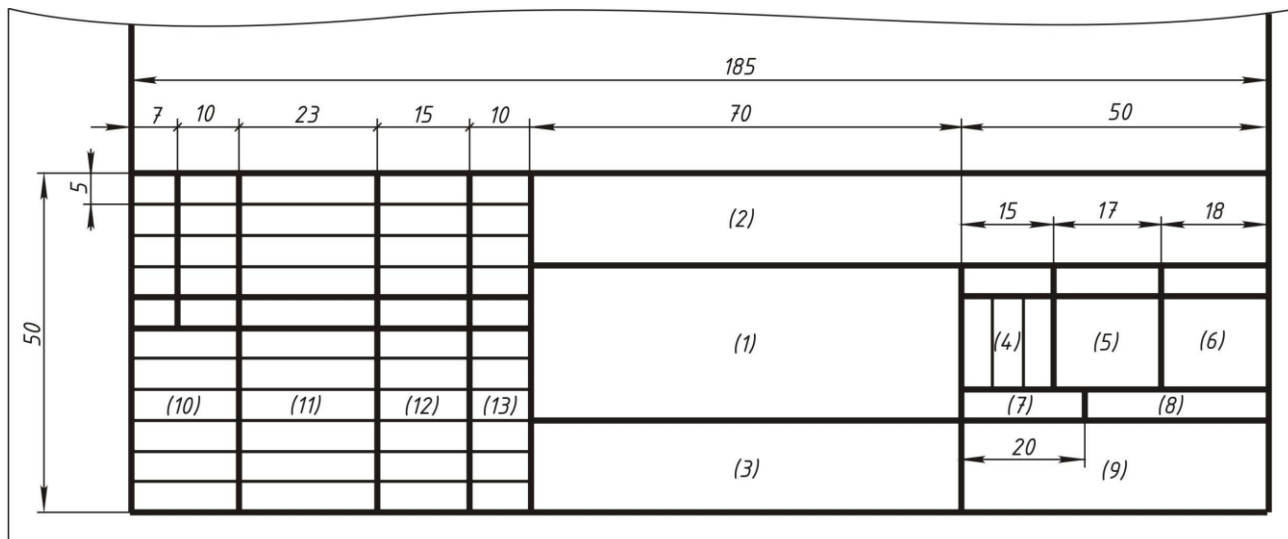


у графу 6 – масштаб креслення;

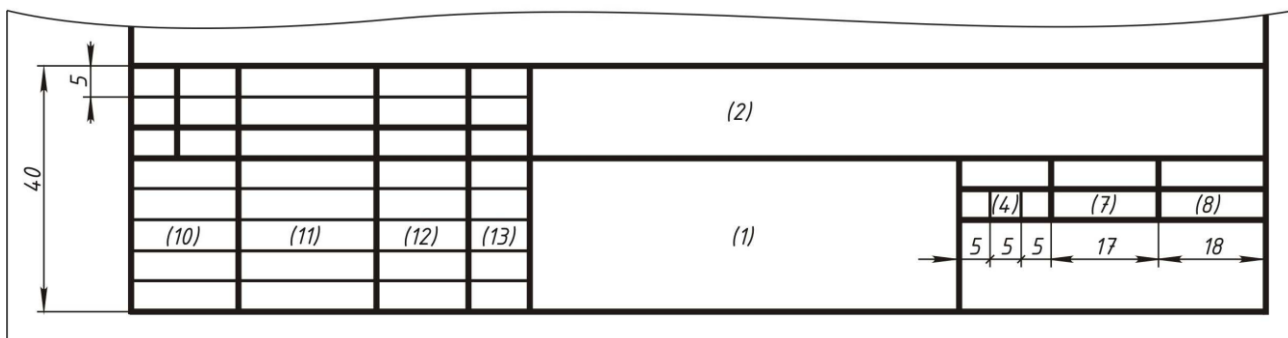
у графу 7 – порядковий номер аркуша відповідного документа (схеми, креслення, специфікації та ін.). У документах, що складаються з одного аркуша графа не заповнюється.

Інші графи заповнюють згідно з формою, наведеною на рисунку 3.7.

### Основний напис для креслень та схем. Форма 1



### Основний напис для специфікацій та інших текстових конструкторських документів. Форма 2



### Основний напис для наступних аркушів. Форма 2а

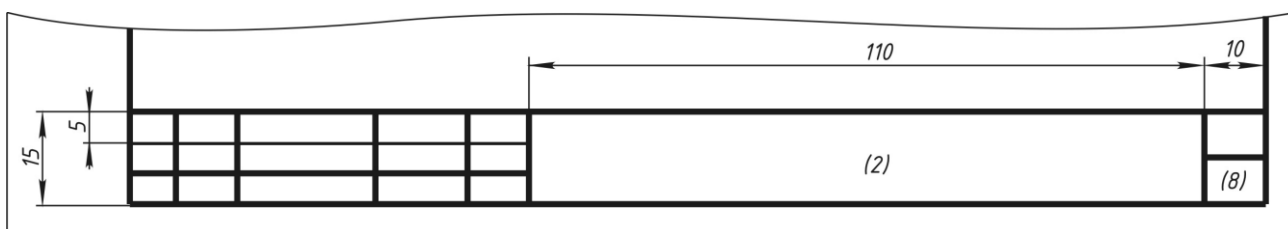


Рисунок 3.6 – Зразки основних написів

Приклад заповнення основного напису для схем

					<i>ІКМ-720В.09.1.00.00.00 С2</i>							
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Установка електрохімічного очищення. Автоматизація</i>	<i>Літера</i>		<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>			
<i>Розроб</i>	<i>Петренко П.П.</i>					<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Б</i>				
<i>Перев</i>	<i>Дзевочко О.М.</i>					<i>Аркуш</i>		<i>Аркушів</i>				
<i>Т.Контр</i>												
<i>Н.Контр</i>	<i>Лобойко В.О.</i>				<i>Схема автоматизації</i>					<i>НТУ "ХПІ" Каф. АТС та ЕКМ</i>		
<i>Затв</i>	<i>Дзевочко О.М.</i>											

Приклад заповнення основного напису для креслень

					<i>ІКМ-720В.09.1.00.00.00 МК</i>							
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Установка електрохімічного очищення Діафрагма камерна для вимірювання витрати води</i>	<i>Літера</i>		<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>			
<i>Розроб</i>	<i>Петренко П.П.</i>					<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Б</i>				
<i>Перев</i>	<i>Дзевочко О.М.</i>					<i>Аркуш</i>		<i>Аркушів</i>				
<i>Т.Контр</i>												
<i>Н.Контр</i>	<i>Лобойко В.О.</i>				<i>Монтажне креслення</i>					<i>НТУ "ХПІ" Каф. АТС та ЕКМ</i>		
<i>Затв</i>	<i>Дзевочко О.М.</i>											

Приклад заповнення основного напису для специфікацій

					<i>ІКМ-720В.09.1.00.00.00 ВК</i>							
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Установка електрохімічного очищення. Автоматизація Відомість для замовлення приладів та засобів автоматизації</i>	<i>Літера</i>		<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>			
<i>Розроб</i>	<i>Петренко П.П.</i>							<i>1</i>	<i>5</i>			
<i>Перев</i>	<i>Дзевочко О.М.</i>											
<i>Т.Контр</i>												
<i>Н.Контр</i>	<i>Лобойко В.О.</i>				<i>НТУ "ХПІ"</i>					<i>Каф. АТС та ЕКМ</i>		
<i>Затв</i>	<i>Дзевочко О.М.</i>											

Приклад заповнення основного напису для наступних аркушів креслень, схем та специфікацій

					<i>ІКМ-720В.09.1.00.00.00 ВК</i>						<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							<i>2</i>

Рисунок 3.7 – Зразки заповнення основного напису

## **4 ПЕРЕВІРКА НА ПЛАГІАТ, ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ ТА ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ**

Закінчений дипломний проєкт, підписаний студентом-дипломником, консультантами з економічної частини, охорони праці і навколишнього середовища та нормоконтролером, студент подає керівнику на остаточну перевірку. Після остаточної перевірки керівником студент-дипломник вносить відповідні корективи та зміни, зазначені керівником, та підписує у нього дипломний проєкт.

Підписаний остаточний варіант дипломного проєкту подається на допуск до захисту, який здійснюється, згідно положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату у випускних кваліфікаційних роботах здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», після перевірки на наявність ознак академічного плагіату (текстових збігів). [21]

Для здійснення перевірки автор роботи звертається з заявою на ім'я завідувача кафедри, в якій дає згоду на її перевірку (Додаток Р). Перевірку на академічний плагіат дипломних проєктів здобувачів вищої освіти здійснює безпосередньо керівник кваліфікаційної роботи (відповідальна особа на кафедрі) на етапі загальної перевірки роботи.

Роботи що підлягають перевірці на плагіат, надаються авторами в електронному вигляді у представлених форматах: \*.doc, \*.docx, \*.rtf.

Результати перевірки робіт на академічний плагіат оформлюються протоколом засідання кафедри. Варіанти рішень: рекомендовано до захисту; матеріал відправляється на доопрацювання; матеріал до розгляду не приймається. За результатами перевірки автору роботи надається довідка з одним з трьох рішень за формою (Додаток С).

Після підписання нормоконтролером і на підставі рішення за результатами перевірки робіт на академічний плагіат і особистої бесіди зі студентом та перегляді всього комплексу документації дипломного проєкту завідувач кафедри приймає рішення про затвердження проєкту до і ставить підпис на титульному аркуші дипломного проєкту, після чого студент отримує направлення на рецензію.

В склад рецензентів включаються висококваліфіковані спеціалісти у відповідній галузі з підприємств, закладів вищої освіти, науково-дослідницьких, проєктних інститутів і державних установ.

Рецензент після розбирання проєкту і з урахуванням пояснень студенту складає в письмовій формі висновок – рецензію обсягом 1÷3 сторінки машинописного тексту. В рецензії повинна бути загальна оцінка дипломного проєкту, позитивні і негативні сторони його з наступних основних питань:

а) відповідність виконаного дипломного проєкту з завданням та відхилення, які при цьому мають місце;

б) використання в проєкті передового виробничого і наукового досвіду, самостійних оригінальних рішень і ступеню їх обґрунтування;

в) рівень теоретичної підготовки дипломника і вміння використовувати свої знання при вирішенні практичних задач;

г) якість графічних розробок і оформлення пояснювальної записки;

д) економічна обґрунтованість технічних рішень, які приймаються в проєкті;

є) реальна практична цінність дипломного проєкту і можливість його використання або запровадження в галузі;

ж) загальна оцінка дипломного проєкту.

Після отримання позитивної рецензії, дипломник отримує допуск до захисту, при наявності зауважень студент-дипломник вносить відповідні корективи та зміни, зазначені рецензентом.

Процедура захисту дипломного проєкту наступна: (на момент захисту, дипломний проєкт має бути внесено до репозитарію) дипломник робить коротку доповідь про проєкт (за допомогою демонстрації презентації та графічного матеріалу проєкту) і відповідає на запитання членів комісії і присутніх на захисті. Після цього заслуховують відгук керівника. Потім дипломнику надається завершальне слово для відповіді на висловленні зауваження або одержані відгуки.

За час, відведений на доповідь (10÷15 хвилин), дипломник повинен розповісти про мету роботи, головні результати виконаного проєкту, чітко сформулювати, що можна віднести до досягнень проєкту. У доповіді повинно бути відбито найважливіші, характеризуючі особливості і властивості спроектованої системи.

Державна екзаменаційна комісія на основі доповіді і відповідей на питання, якості оформлення проєкту, відгука керівника ухвалює рішення про оцінку дипломного проєкту і про присвоєння відповідної кваліфікації.

## 5 ПІДГОТОВКА ТА ЗДАЧА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ ДО РЕПОЗИТАРІЮ

У зв'язку с Наказом НТУ «ХПІ» № 238 Од від 02 травня 2018 р. <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/vr/archives/880> , всі кваліфікаційні випускні роботи необхідно внести в Електронний репозитарій.

Тому, кожен студент, напередодні захисту, має вислати на електронну пошту адміністратора кафедрального репозитарію [yuliia.tyshchenko@khi.edu.ua](mailto:yuliia.tyshchenko@khi.edu.ua) наступні файли:

1) в форматі MS Word, в якому подається бібліографічний запис за наступною схемою:

**Заголовок бібліографічного запису.** Основна назва [Загальне позначення матеріалу] : відомості щодо назви / Відомості про відповідальність. – Шифр роботи. – Місце захисту роботи, Дата захисту роботи. – Кількість сторінок : Ілюстрації + Додатки. – Примітки.

**Заголовок бібліографічного запису.** – прізвище та ініціали автора.

**Основна назва** – повна назва кваліфікаційної роботи

[Загальне позначення матеріалу] – [Електронний ресурс]

: **відомості щодо назви** – кваліфікаційна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

/ **Відомості про відповідальність** – ім'я, по батькові, прізвище автора (повністю) ; наук. керівник прізвище та ініціали ; Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

– **Шифр роботи** – індекс групи, номер теми за наказом.

– **Місце захисту роботи** – Харків, **Дата захисту роботи** – рік.

– **Кількість сторінок** – \_\_\_\_с.

### Наприклад:

Петренко П.П. Автоматизація процесу нейтралізації та очищення газових викидів у виробництві ПАР [Електронний ресурс] : кваліфікаційна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / Петро Петрович Петренко ; наук. керівник Дзевочко О.М. ; Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – ІКМ-719В.09. – Харків, 2023. – 80 с. : Іл. + Конструкторські документи (4 с.).

Надати файлу назву: *група, Прізвище та ініціали.*

**Наприклад:** ІКМ\_719в\_Петренко\_П\_П

2) PDF-файл з розпізнаванням (з текстовим шаром) – дипломний проєкт в **повному обсязі** (від титульного аркуша дипломного проєкту включно зі списком джеел інформації).

3) PDF-файли з розпізнаванням (з текстовим шаром) – для кожного з додатків до дипломного проєкту.

Розмір одного PDF-файлу не має перевищувати **500 Мб**, за потреби розмістити файл більшим обсягом звертатися до адміністратора репозитарію. Назви файлів зформувати латиницею з нижнім підкреслюванням між словами (за правилами транслітерації з української мови, див.: <http://ukrlit.org/transliteratsiia>) за наступною схемою: *назва документа\_рік захису\_прізвище\_перший ініціал\_другий ініціал*.

**Наприклад: Poiasniualna zapyska\_2023\_Petrenko\_P\_P.pdf;  
Dodatok\_1\_2023\_Petrenko\_P\_P.pdf;  
Dodatok\_2\_2023\_Petrenko\_P\_P.pdf**

**Звертаємо Вашу увагу, на те, що дипломник не буде допущений до захисту, поки дипломний проєкт не буде внесено до Електронного репозитарію університету.**

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1 СТЗВО – ХПІ – 2.01 – 2021 ССОНП. Дипломні проекти та дипломні роботи. Загальні вимоги до виконання (зі змінами). Чинний від 09.12.2021 р.

2 СТЗВО – ХПІ – 3.01 – 2021 ССОНП. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання (зі змінами). Чинний від 09.12.2021 р.

3 Проектування систем автоматизації технологічних процесів: навч. посіб. / В.І. Тошинський, М. О. Подустов, І. І. Литвиненко та ін. – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – 412 с.

4 Основи проектування систем автоматизації в прикладах і задачах: навч.-метод. посіб. з дисципліни «Основи проектування систем автоматизації» для студентів спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. / уклад.: О.М. Дзевочко, М.О. Подустов, А.К. Бабіченко, А.І. Дзевочко, А.М. Переверзева. – Харків: Друкарня Мадрид, 2023. – 143 с.

5 Основи вимірювань і автоматизації технологічних процесів: підручник / А. К. Бабіченко та ін. Харків : Вид-во ТОВ «С.А.М», 2009. – 616 с.

6 Промислові засоби автоматизації: навч. посіб. у 2 т. Т.1. Вимірювальні пристрої / Заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.

7 Промислові засоби автоматизації: навч. посіб. у 2 т. Т.2. Регулювальні і виконавчі пристрої / Заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2003. – 658 с.

8 ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 14с. Чинний від 01.01.2010 р.

9 ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 54с. Чинний від 01.01.2010 р.

10 ДСТУ Б А.2.4-4:2009. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 74 с. Чинний від 01.01.2010 р.

- 11 ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – Київ : Дежстандарт України, 1994. – 91 с. Чинний від 01.7.1997 р.
- 12 ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 44 с. Чинний від 01.10.2014 р.
- 13 ДСТУ Б А.2.4.-10:2009. СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 5с. Чинний від 01.01.2010 р.
- 14 Технічні засоби автоматизації : навч.-метод. посібник / уклад.: А.К. Бабіченко, М. О. Подустов, І. Л. Красніков, О. Г. Шутинський, І. Г. Лисаченко, Ю. А. Бабіченко, О. М. Дзевочко, В. І. Вельма, О.В. Пугановський ; за ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХП», 2021. – 217 с.
- 15 ДСТУ Б А.2.4-22:2008. СПДБ. Технологія виробництва. Основні вимоги до робочих креслень. – Київ , 2008. – 20 с. Чинний від 01.01.2010 р.
- 16 СТВУЗ – ХП – 3.04 – 2006 ССОНП. Конструкторські документи у сфері навчального процесу. Формати. Основні написи. Вимоги до виконання. Чинний від 11.07.2006 р.
- 17 СТВУЗ – ХП – 3.05 – 2002 ССОНП. Конструкторські документи. Креслення. Вимоги до виконання. Чинний від 03.12.2002 р.
- 18 СТВУЗ – ХП – 3.06 – 2002 ССОНП. Конструкторські документи. Специфікації. Вимоги до виконання. Чинний від 03.12. 2002 р.
- 19 СТВУЗ – ХП – 3.07 – 2007 ССОНП. Конструкторські документи у сфері навчального процесу. Схеми. Загальні вимоги до виконання. Чинний від 26.06.2007 р.
- 20 СТВУЗ – ХП – 3.08 – 2007 ССОНП. Технологічні документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання. Чинний від 26.06.2007 р.
- 21 Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату у випускних кваліфікаційних роботах здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – Режим доступу : [http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/17/2019/11/05\\_polozhennya-proekt-plagiat-1.pdf](http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/17/2019/11/05_polozhennya-proekt-plagiat-1.pdf) – Назва з тит. екрана. – Дата звернення: 15.12.2022.

## ДОДАТОК А

### Приклад виконання титульного аркуша дипломного проєкту

Міністерство освіти і науки України  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Інститут Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики  
Кафедра Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу  
Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

До захисту допускаю  
завідувач кафедри АТС та ЕМ

Олександр ДЗЕВОЧКО

(ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

### **ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Тема проєкту **Автоматизація ректифікаційної установки**  
**з використанням регуляторів приладового типу ОВЕН ТРМ138В**

Шифр проєкту ІКМ-720В.09  
(група, номер теми за наказом)

Виконавець Петренко Петро Петрович  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник завідувач кафедри Дзевочко Олександр Михайлович  
(посада, прізвище, ім'я, по-батькові)

Харків 2024



**ДОДАТОК В**  
**Приклад виконання завдання на дипломне проектування**  
**(лицьова сторінка)**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Інститут \_\_\_\_\_ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики  
Кафедра \_\_\_\_\_ Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський)  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Освітня програма \_\_\_\_\_ «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
Олександр ДЗЕВОЧКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Петренку Петру Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Автоматизація ректифікаційної установки з використанням регуляторів  
приладового типу ОВЕН ТРМ138В

керівник проекту \_\_\_\_\_ Дзевочко Олександр Михайлович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом закладу вищої освіти від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2 Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3 Вихідні дані до проекту Розробити систему автоматизації ректифікаційної установки для  
поділу бінарної суміші «метиловий спирт-вода». Продуктивність установки по початковому  
розчину 3100 кг/годину, концентрація метилового спирту в ньому 22%, концентрація метилового  
спирту в дистилаті 97% в кубовому залишку 3,5%.

Провести ідентифікую об'єкта керування, та розрахунок оптимальних налаштувань  
регулятора температури, для регулювання температури в кубі колони.

Провести розрахунок регульовального органу та обрати виконавчий механізм до нього.

## Продовження додатка В

(зворотна сторінка)

4 Перелік питань, які потрібно розробити у пояснювальній записці

Вступ. 1 Літературно-аналітичний огляд. 2 Коротка характеристика об'єкту автоматизації.

3 Основні технічні рішення з автоматизації технологічного процесу. 3.1 Вибір контурів контролю, регулювання та дистанційного керування. 3.2 Вибір приладів та засобів автоматизації. 3.3 Опис схеми автоматизації по контурам. 4 Розрахункова частина 4.1 Визначення оптимальних налаштувань регулятора 4.2 Розрахунок регулювального органу та вибір виконавчого механізму до нього 4.3 Розрахунок контуру на надійність. 5 Розрахунок техніко-економічних показників проекту

6 Охорона праці, техніка безпеки та охорона природного навколишнього середовища.

Висновки. Список джерел інформації. Додатки.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1 Схема автоматизації (формат А1).

2 Схема підключень контуру регулювання (формат А1).

3 Схеми монтажу приладів або засобів автоматизації (формат А1).

4 Результати розрахунку оптимальних налаштувань регулятора (формат А1).

5 Специфікація на прилади та засоби автоматизації.

6 Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТЕО	Погорелов С.М., професор		
ОП та НС	Букатенко Н.О., доцент		

7 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер етапу	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1	Літературно-аналітичний огляд		
2	Коротка характеристика об'єкту автоматизації.		83
3	Основні технічні рішення з автоматизації процесу		
4	Вибір контурів контролю, регулювання та керування		
5	Вибір приладів та засобів автоматизації		
6	Опис схеми автоматизації по контурам		
7	Розрахункова частина		
8	Розрахунок техніко-економічних показників проекту		
9	Охорона праці, техніка безпеки та охорона навколишнього середовища.		

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Петренко П.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_

(підпис)

Дзевочко О.М.

(прізвище та ініціали)

## ДОДАТОК Г

### Приклад виконання титульного аркуша пояснювальної записки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Інститут Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики  
Кафедра Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу  
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

#### **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до дипломного проєкту**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему Автоматизація ректифікаційної установки  
з використанням регуляторів приладового типу ОВЕН ТРМ138В

Виконав студент IV курсу, групи ІКМ-720В

Петренко П.П.

(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник Дзевочко О.М.

(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент Дьомін Д.О.

(підпис, прізвище та ініціали)

Нормоконтролер Лобойко В.О.

(підпис, прізвище та ініціали)

Харків 2024

## ДОДАТОК Д

### Приклад виконання реферату

#### РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до ДП: 93 с., 27 рис., 15 табл., 25 джерел, 5 додатків.

Ключові слова: ОЧИЩЕННЯ, СТОКИ, КОАГУЛЯЦІЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОНТРОЛЬ, РЕГУЛЮВАННЯ.

Темою даного дипломного проекту є автоматизоване керування процесом очищення промислових стічних вод гальванічних виробництв методом коагуляції на ДНВП “Комунар”.

У дипломному проекті наведений опис технологічного процесу очищення води, описана схема автоматизації. Проведено обґрунтування необхідності введення того або іншого контуру керування. Проведено вибір засобів автоматизації. Наведені принципові схеми контролю і регулювання. Розрахований контур регулювання. Також проведений розрахунок регулюючого органу.

Розглянуті питання охорони праці і навколишнього середовища та проведено техніко-економічне обґрунтування впровадження розробленої системи автоматизації.

**ДОДАТОК Е**  
**Приклад виконання змісту дипломного проекту**

**ЗМІСТ**

Вступ.....	3
1 Літературно-аналітичний огляд.....	5
1.1 Фізико-хімічні основи процесу.....	12
1.2 Аналіз існуючих САР процесу.....	17
1.4 Висновок за розділом .....	21
2 Коротка характеристика об'єкта автоматизації .....	22
2.1 Опис технологічної схеми процесу.....	22
2.2 Матеріальний та тепловий баланс.....	25
2.3 Висновок за розділом .....	27
3 Основні рішення з автоматизації .....	28
3.1 Вибір основних контурів контролю і регулювання .....	28
3.2 Вибір приладів і засобів автоматизації .....	30
3.3 Опис схеми автоматизації по контурам.....	33
3.4 Опис монтажу приладів та засобів автоматизації .....	36
3.5 Висновок за розділом .....	45
4 Розрахункова частина.....	49
4.1 Ідентифікація об'єкта керування.....	55
4.2 Розрахунок і вибір регулюючого органу і виконавчого механізму до нього .....	49
4.3 Вибір і розрахунок метрологічних показників.....	66
4.4 Висновок за розділом .....	75
5 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень ....	76
6 Охорона праці та навколишнього середовища .....	86
Висновки.....	90
Список джерел інформації.....	92
Додаток А Алгоритм розрахунку звужувального пристрою.....	95
Додаток Б Специфікація на закупівлю приладів та ЗА .....	100

## ДОДАТОК Ж

### Приклад виконання списку джерел інформації

#### СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1 Пушкар М.С. Проектування системи автоматизації [Текст]: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.

2 Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. / М. В. Лукінюк. – Київ : НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с.

.....

6 Проектування систем автоматизації технологічних процесів: навч. посіб. / В.І. Тошинський, М. О. Подустов, І. І. Литвиненко та ін. – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – 412 с.

7 Основи вимірювань і автоматизації технологічних процесів: підручник / А. К. Бабіченко та ін. Харків : Вид-во ТОВ «С.А.М», 2009. – 616 с.

.....

10 Промислові засоби автоматизації: навч. посіб. у 2 т. Т.1. Вимірювальні пристрої / Заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.

11 Промислові засоби автоматизації: навч. посіб. у 2 т. Т.2. Регулювальні і виконавчі пристрої / Заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2003. – 658 с.

.....

15 ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 14с. Чинний від 01.01.2010 р.

16 ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 54с. Чинний від 01.01.2010 р.

17 ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – Київ : Дежстандарт України, 1994. – 91 с. Чинний від 01.7.1997 р.

## ДОДАТОК К

### Приклад виконання тексту

## 1 ЛІТЕРАТУРНО-АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Фізико-хімічні основи процесу очищення стічних вод

Стічні води повинні очищатися від іонів важких металів (міді, цинку, нікелю та ін.). Традиційно воду від з'єднань важких металів очищають шляхом перетворення їх у нерозчинні у воді з'єднання, які потім видаляють відстоюванням, флотацією, фільтрацією і іншими способами розділення твердої і рідкої фаз. Перетворення у тверду фазу в основному здійснюють введенням луку з утворенням гідроксидів, гідроксокарбонатів, карбонатів, а також сульфідних іонів, що приводить до утворення водонерозчинних сульфідів важких металів.

Згідно з діючим нормативним документом скидання стічних вод у системи каналізації населених пунктів і у водні об'єкти допустимі у випадках, якщо вони характеризуються величиною рН=6.5 – 8.5.

•  
•  
•

Реакція нейтралізації йде за схемою:



Високі концентрації  $\text{OH}^-$ -іонів у воді обумовлені надлишком вільних лугів (гідроксидів натрію, калію і лужноземельних металів). Їх нейтралізація досягається додаванням до стічних вод мінеральних кислот (сірчаної, соляної та ін.).

Для нейтралізації стічних вод найчастіше застосовують вапно, яке додають у воду у вигляді грубої суспензії – вапняного молока. При нейтралізації вапном стічних вод, що містять вільну сірчану кислоту і її солі, утворюється сульфат кальцію, який, досягши певної концентрації, випадає в осад. Присутній у вапняному молоці шлам сприяє коагуляції частинок гідроксидів металу та інших нерозчинних домішок. Розчинність осаду залежить від його структури, яка в свою чергу визначається умовами проведення процесу нейтралізації.

Теоретичні витрати деяких реагентів на реакцію наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Теоретична витрата реагентів на осадження металів з розчинів

Іон	Витрата реагенту на 1гр іона металу, г			
	CaO	NaO	CaO	NaO
$\text{Cu}^{2+}$	0.88	1.16	1.26	1.67
$\text{Fe}^{3+}$	1.51	1.99	2.15	2.85
$\text{Fe}^{2+}$	1.00	1.32	1.43	1.90
$\text{Zn}^{2+}$	0.86	1.13	1.22	1.62
$\text{Al}^{3+}$	3.11	4.11	4.45	5.89
$\text{Ni}^{2+}$	0.95	1.26	1.36	1.81
$\text{Cr}^{3+}$	1.61	2.13	2.31	3.06

Таким чином, можна зробити висновок, що рН середовища відіграє істотну роль при очищенні стічних вод. Підтримка кислого середовища нікельовмісних стічних вод при гальванокоагуляції приводить до очищення стічних вод від нікелю згідно з регламентом, ГДК якої при скиданні повинна становити 0,1 мг/л. Подальша нейтралізація кислих стічних вод до рН = 7,8 дозволяє максимально виділити метали з води.

Залежність рН осадження від активності іонів металу в розчині наведена на рисунку 1.1

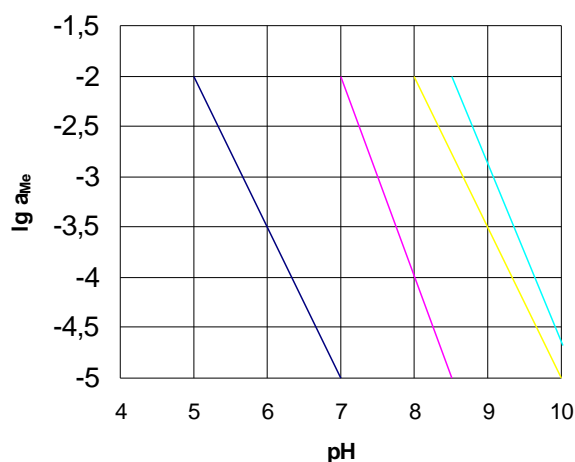


Рисунок 1.1 – Залежність рН початку утворення гідроксидів важких металів від активності металів у розчині

## 1.2 Комплекси технічних засобів автоматизації

Серед комплексів технічних засобів на цей час достатньо розповсюджені комплекси технічних засобів (КТЗ) електричної АКЕЗР, КАСКАД, КОНТУР і пневматичної дії – СТАРТ; серед мікропроцесорних: РЕМІКОНТ, ПРОТАР.

•  
•  
•

**Мікропроцесорний контролер Реміконт Р-130** призначений для автоматичного регулювання й логіко-програмного керування технологічними процесами. Дозволяє вести локальне, супервізорне, багатозв'язкове регулювання, а також логіко-програмне (мозкове) дискретне керування.

Контролер Реміконт-Р130 – програмувальний пристрій, але для роботи з ним програмісти не потрібні. Процес програмування зводиться до того, що натисканням декількох клавіш із бібліотеки, "зашиитої" у пам'яті контролера, витягаються потрібні алгоритми, які поєднуються в систему заданої конфігурації й у них встановлюються необхідні параметри настроювання.

## 1.3 Методи ідентифікації об'єкта керування

Ідентифікація – це визначення структури і параметрів математичної моделі, що забезпечують найкращий збіг вихідних координат моделі і процесу при однакових вхідних впливах. Динамічні властивості більшості об'єктів керування в хімічній технології можна подати передавальною функцією вигляду:

$$W(p) = \frac{ke^{-p\tau}}{(Tp+1)^m(T_{m+1}p+1)\dots(T_n p+1)}, \quad (1.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт передачі;

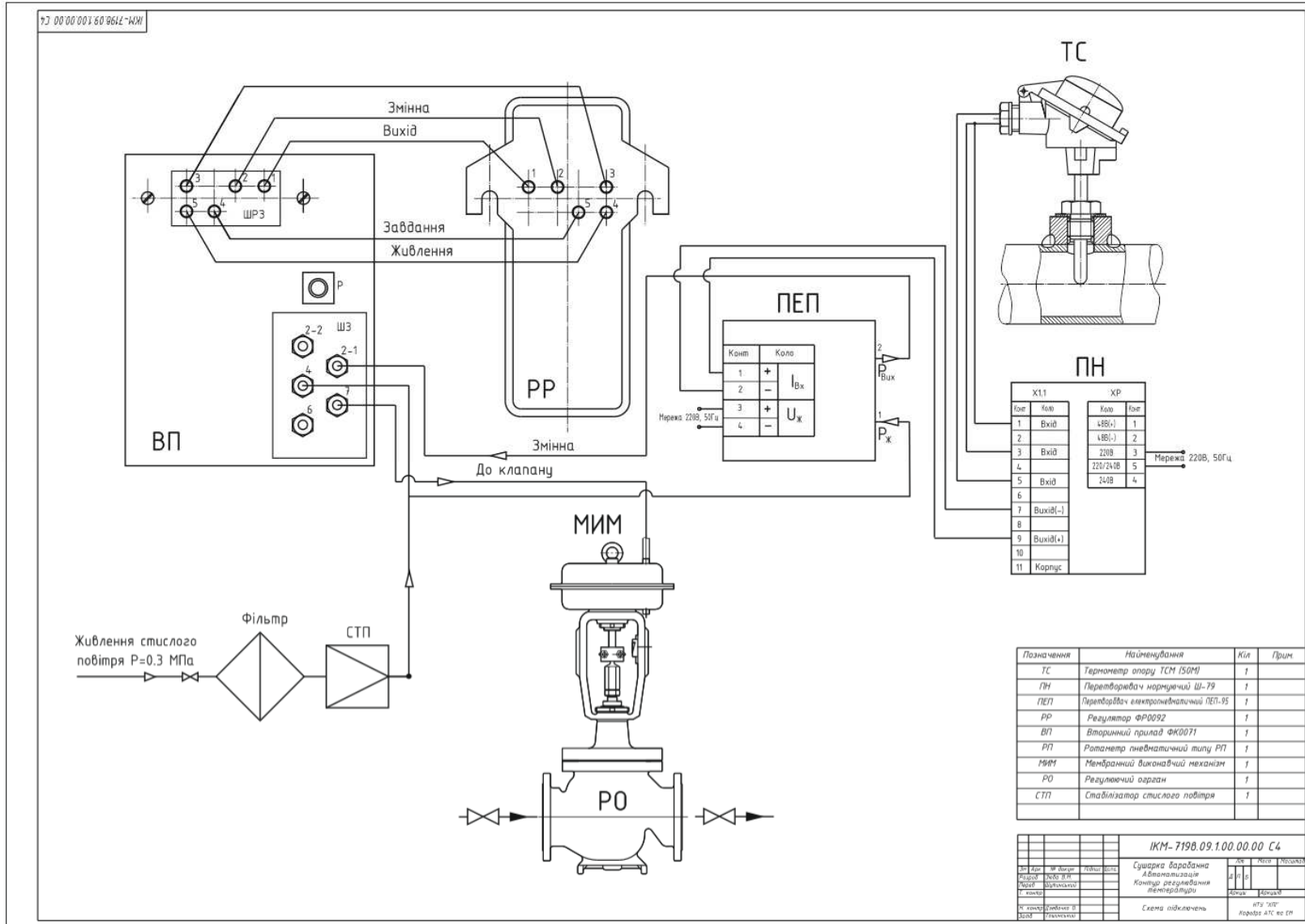
– час транспортного запізнення;

$T$  – стала часу.



# ДОДАТОК М

## Приклад виконання схеми з'єднань контуру регулювання



# ДОДАТОК Н

## Приклад виконання монтажного креслення

ЖИ-7198.09.1.00.00.00 МК

Поз	Найменування	Кіл	Прим
1	Ємність	1	
2	Блок керування первинним перетворювачем	2	БНП-1
3	Сигнальні світодіоди	2	
4	Бодішка	4	
5	Лінія зв'язку	2	
6	Блок первинних перетворювачів	4	БП-1

ЖИ-7198.09.1.00.00.00 МК			
№	Дир.	№	Місце
М. розроб.	Л. С. М.	М. розроб.	Л. С. М.
М. розр.	Л. С. М.	М. розр.	Л. С. М.
Г. викон.	Л. С. М.	Г. викон.	Л. С. М.
М. конст.	Л. С. М.	М. конст.	Л. С. М.
М. вв.	Л. С. М.	М. вв.	Л. С. М.
ІКМ-7198.09.1.00.00.00 МК Сварка варабання Автоматизація Блок БП на блоках БНП сигналізатора АСУ			
Монтаж			
Л. С. М. Листок АТ-10 з 10			

ЖИ-7198.09.1.00.00.00 МК

Поз	Найменування	Кіл	Прим
1	Трубопровід	1	
2	Бодішка	1	
3	Гільза	1	
4	З'єднувальна головка	1	

ЖИ-7198.09.1.00.00.00 МК			
№	Дир.	№	Місце
М. розроб.	Л. С. М.	М. розроб.	Л. С. М.
М. розр.	Л. С. М.	М. розр.	Л. С. М.
Г. викон.	Л. С. М.	Г. викон.	Л. С. М.
М. конст.	Л. С. М.	М. конст.	Л. С. М.
М. вв.	Л. С. М.	М. вв.	Л. С. М.
ІКМ-7198.09.1.00.00.00 МК Сварка варабання Автоматизація Термометр опору			
Монтаж			
Л. С. М. Листок АТ-10 з 10			

ЖИ-7198.09.1.00.00.00 МК

Поз	Найменування	Кіл	Прим
1	Мембранна камера	1	
2	З'єднувальні гайки	2	
3	Товпач	1	
4	Регулюючий орган	1	
5	Трубопровід	1	
6	Фланці	4	
7	Вентилі запірні	3	
8	Обвідна лінія	1	

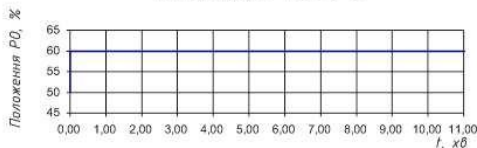
ЖИ-7198.09.1.00.00.00 МК			
№	Дир.	№	Місце
М. розроб.	Л. С. М.	М. розроб.	Л. С. М.
М. розр.	Л. С. М.	М. розр.	Л. С. М.
Г. викон.	Л. С. М.	Г. викон.	Л. С. М.
М. конст.	Л. С. М.	М. конст.	Л. С. М.
М. вв.	Л. С. М.	М. вв.	Л. С. М.
ІКМ-7198.09.1.00.00.00 МК Сварка варабання Автоматизація Регулюючий орган з пневмоприводом			
Монтаж			
Л. С. М. Листок АТ-10 з 10			

# ДОДАТОК О

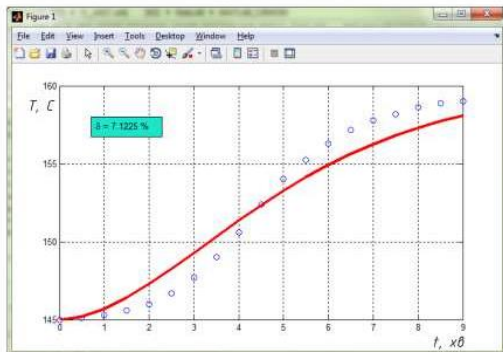
## Приклад виконання плакату динамічні характеристики об'єкта регулювання

Перехідна характеристика калорифера за каналом: Витрата гріючої пари до калорифера – температура повітря на вході в сушильний ьарабан

Збурення: збільшення витрати пари до калорифера на 20 %"



Апроксимація перехідної характеристики ланкою другого порядку з запізнюванням на ПЕОМ



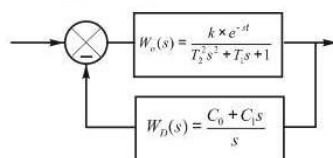
Апроксимуюча передатна функція:

$$W(s) = \frac{0,483 \times e^{-2s}}{8,558s^2 + 4,479s + 1}$$

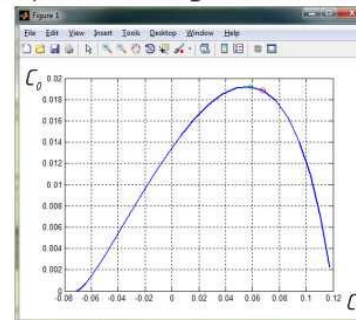
Дисперсія, що характеризує неспівпадіння експериментальної та розрахункової перехідних функцій:

$$\text{Sigma} = 7,1225 \%$$

Структурна схема АСР

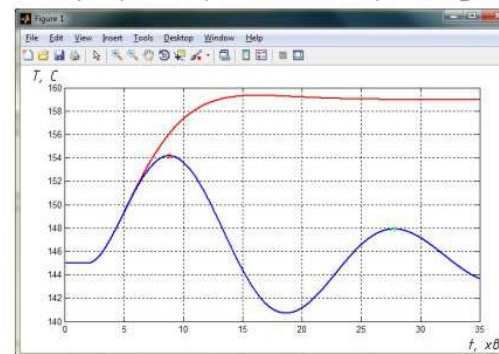


Лінія рівного ступеня загасання



Оптимальні параметри налаштувань ПІ-регулятора:  
C<sub>1</sub>=0,0677, C<sub>0</sub>=0,01887

Графік перехідного процесу



Динамічне відхилення  $X_{дин} = 9,17 \text{ C}$   
Статичне відхилення  $X_{ст} = 2,9 \text{ C}$   
Час регулювання  $t_{рег} = 27,8 \text{ хв}$

KIT-4.17B.15.1.00.00.00.PP			
№ док.	№ док.	№ док.	№ док.
Розроб.	Виконав.	Перевірив.	Затвердив.
Р. Ковал	В. Ковал	М. Ковал	М. Ковал
Будівництво			М. Ковал
Контроль якості			М. Ковал
Директор підприємства			М. Ковал

# ДОДАТОК П

## Приклад виконання плакату з прикладним програмним забезпеченням

KIT-417B.15.1.00.00.00

The screenshot displays the CODESYS environment for a project titled "ControllerEmbedded.project".

- Project Tree (Left):** Shows a hierarchy including "PLC Logic", "BuildingApplication", "ClassDiagram", "RoomPbs", "TempControlRoom", "VisualizerManager", and "TraceApplication".
- ClassDiagram (Center):** Illustrates the relationships between "ExtendedRoom", "SimpleRoom", "TempControlRoom", and "Room" objects, showing attributes like "Light", "Temperature", and methods like "GetTemperature" and "SetTemperature".
- ControllerMain (Bottom Center):** Contains a ladder logic program with the following code:
 

```

1  run_string:='Start';
2  IF NOT run THEN
3    RETURN;
4  END_IF;
5  run_string:='Stop';
6  sos := sos + offset;
7
8  IF (yVal < 0) THEN
9    yVal := yVal + offset;
10   bottom := yVal + offset;
11 ELSE
12   IF (xVal < 470) THEN
13     xVal := xVal + offset;
14   END_IF;
15   IF (bottom > -250) THEN

```
- BuildingManager (Bottom Right):** A block diagram showing logic for "FrontDeskAll", "CheckDesk...", "LightOn", "AllLightOn", "LightOff", and "All".
- Trace (Right):** A window showing three data series: "TraceExa" (blue sine wave), "TraceExamp" (green sine wave), and "TraceExamp" (red square wave) over time.
- Status Bar (Bottom):** Shows "Last build: 0 0 0", "Precompile: 1", and "Current user: (nobody)".

KIT-417B.15.1.00.00.00 ПМ											
№	ДП	№	ДП	№	ДП	№	ДП	№	ДП	№	ДП
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

## ДОДАТОК Р

### Форма заяви на проведення перевірки на академічний плагіат

Завідувачу кафедри

\_\_\_\_\_

(Назва кафедри)

\_\_\_\_\_

(ПІБ завідувача кафедри)

Студента \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(ПІБ заявника)

Групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Шифр академічної групи)

## З А Я В А

Я, автор \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Вид роботи)

на тему \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Назва та об'єм роботи)

обсягом \_\_\_\_\_

Засвідчую, що подана до захисту робота виконана самостійно.

Всі виявлені у роботі запозичення є правомірними.

Автор надає дозвіл на перевірку роботи на оригінальність з метою запобігання плагіату.

Автор гарантує, що ним одержано всі необхідні дозволи на використання у роботі матеріалів, що охороняються авторським правом.

Дата

Підпис автора

## ДОДАТОК С

### Форма довідки з результатами перевірки роботи

#### ДОВІДКА ПРО РІВЕНЬ ОРИГІНАЛЬНОСТІ РОБОТИ

Назва роботи: \_\_\_\_\_

(Вид роботи (дипломна робота, кваліфікаційна робота, тощо):

Автор: \_\_\_\_\_

(Прізвище, ім'я та по батькові )

Обсяг роботи: \_\_\_\_\_ арк.

Програмно-технічні засоби перевірки на оригінальність твору:

#### Результати перевірки на оригінальність твору:

Назва структурного елемента (розділів)	Обсяг рукопису	Обсяг, який перевірено на оригінальність	Показник оригінальності/ подібності (у відсотках)	Обґрунтування використання запозичень (заповнюється у разі необхідності)
Всього:				

Загальний висновок: \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри: \_\_\_\_\_  
(Підпис) (ПІБ завідувача кафедри)

Той, хто перевіряв: \_\_\_\_\_  
(Підпис) (ПІБ перевіряючого)

Дата видачі довідки \_\_\_\_\_

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Структура та оформлення пояснювальної записки до дипломного проекту.....	4
1.1. Структура пояснювальної записки до дипломного проекту .....	4
1.1.1 Титульний аркуш дипломного проекту .....	5
1.1.2 Відомість документів .....	5
1.1.3 Завдання на виконання дипломного проекту .....	5
1.1.4 Титульний аркуш пояснювальної записки до дипломного проекту .....	5
1.1.5 Реферат .....	5
1.1.6 Зміст .....	6
1.1.7 Перелік умовних позначень, символів, одиниць скорочень і термінів .....	6
1.1.8 Вступ.....	6
1.1.9 Літературно-аналітичний огляд.....	6
1.1.10 Коротка характеристика об'єкта автоматизації.....	6
1.1.11 Основні рішення з автоматизації.....	6
1.1.12 Розрахункова частина.....	7
1.1.13 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень .....	7
1.1.14 Охорона праці та навколишнього середовища.....	8
1.1.15 Висновки.....	8
1.1.16 Список джерел інформації.....	8
1.1.17 Додатки.....	8
1.2 Оформлення пояснювальної записки.....	9
1.2.1 Написання формул і рівнянь.....	10
1.2.2 Оформлення таблиць .....	11
1.2.3 Оформлення ілюстрацій .....	12
1.2.4. Посилання.....	13
1.2.5 Список джерел інформації.....	13
2 Рекомендації щодо основних технічних рішень з автоматизації .....	14
2.1 Визначення основних контурів контролю, регулювання та дистанційного керування .....	14
2.2 Рекомендації з вибору первинних вимірювальних перетворювачів.....	15

2.3	Рекомендації щодо вибору вторинних приладів в автоматичних системах контролю.....	18
2.4	Рекомендації щодо вибору регуляторів, пристроїв завдання та оперативного керування в автоматичних системах регулювання .....	18
2.5	Рекомендації щодо вибору виконавчих механізмів і регулювальних органів.....	20
2.6	Рекомендації щодо опису контурів контролю й регулювання схеми автоматизації .....	20
2.7	Рекомендації щодо складання специфікації на замовлення приладів та засобів автоматизації.....	23
3	Зміст та оформлення графічної частини.....	26
3.1	Зміст графічної частини .....	26
3.1.1	Оформлення схеми автоматизації.....	26
3.1.2	Оформлення схеми з'єднань вимірювального комплекту або контуру регулювання .....	27
3.1.3	Оформлення плакату з динамічними характеристиками об'єкта регулювання та визначенням налаштувань регулятора .....	27
3.1.4	Монтажне креслення датчиків, засобів автоматизації, виконавчих механізмів та регулювальних пристроїв .....	27
3.1.5	Оформлення плакату з розробка прикладного програмного забезпечення .....	27
3.2	Загальні вимоги до оформлення креслень і схем та заповнення основних написів в них .....	28
4	Перевірка на плагіат, підготовка до захисту та захист дипломного проекту .....	33
5	Підготовка та здача дипломного проекту до репозитарію .....	35
	Список джерел інформації.....	37
	Додаток А Приклад виконання титульного аркуша дипломного проекту .....	39
	Додаток Б Приклад виконання відомості документів .....	40
	Додаток В Приклад виконання завдання на дипломне проектування .....	41
	Додаток Г Приклад виконання титульного аркуша пояснювальної записки .....	43
	Додаток Д Приклад виконання реферату.....	44
	Додаток Е Приклад виконання змісту дипломного проекту.....	45
	Додаток Ж Приклад виконання списку джерел інформації .....	46
	Додаток К Приклад виконання тексту .....	47

Додаток Л Приклад виконання схеми автоматизації технологічного процесу .....	50
Додаток М Приклад виконання схеми з'єднань контуру регулювання .....	51
Додаток Н Приклад виконання монтажного креслення .....	52
Додаток О Приклад виконання плакату динамічні характеристики об'єкта регулювання .....	53
Додаток П Приклад виконання плакату з прикладним програмним забезпеченням .....	54
Додаток Р Форма заяви на проведення перевірки на академічний плагіат.....	55
Додаток С Форма довідки з результатами перевірки роботи.....	56

Навчальне видання

ДЗЕВОЧКО Олександр Михайлович  
БАБІЧЕНКО Анатолій Костянтинович  
КРАСНІКОВ Ігор Леонідович  
ЛИСАЧЕНКО Ігор Григорович  
ПУГАНОВСЬКИЙ Олег Валентинович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ  
ПЕРШОГО РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ “БАКАЛАВР”  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ  
151 “АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ”**

Відповідальний за випуск Дзевочко О.М.

Роботу до видання рекомендувала доцент Крилова В.

В авторській редакції

План 2024 р. поз. 203