

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З ДИСЦИПЛІНИ  
«ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ»**

Харків 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З ДИСЦИПЛІНИ  
«ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів спеціальності 151  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
денної та заочної форм навчання

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою НТУ «ХПІ»,  
протокол № 2 від 17.05.2019 р.

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2020

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування, монтаж і експлуатація систем автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної і заочної форм навчання / уклад.: Подустов М. О., Дзевочко О. М., Mourad Aouati, Ворожбіян Р. М., Кравченко Я. О. – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 44с.

Упорядники: М. О. Подустов

О. М. Дзевочко

Mourad Aouati

Р. М. Ворожбіян

Я. О. Кравченко

Кафедра автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу

## Зміст

Вступ .....	4
1. Загальні вимоги до виконання курсового проекту.....	5
2. Зміст курсового проекту.....	5
2.1. Структура і зміст пояснювальної записки.....	5
2.2. Зміст і оформлення графічної частини.....	8
3. Схема автоматизації технологічних процесів.....	9
4. Розробка креслення загального вигляду пульта керування.....	18
5. Розробка схеми зовнішніх електричних і трубних проводок.....	19
Список джерел інформації .....	26
Додаток 1 .....	28
Додаток 2 .....	29
Додаток 3 .....	30
Додаток 4 .....	32
Додаток 5 .....	33
Додаток 6 .....	34
Додаток 7 .....	37
Додаток 8 .....	39
Додаток 9 .....	40
Додаток 10 .....	41
Додаток 11 .....	42
Додаток 12 .....	43
Додаток 13 .....	45

## **ВСТУП**

В умовах науково-технічного прогресу ставляться високі вимоги до освітньої та професійної підготовки студентів.

Курсовий проект з дисципліни «Проектування, монтаж і експлуатація систем автоматизації», що викладається студентам, які навчаються за освітньо-професійною програмою другого (магістерського) рівня вищої освіти з галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», сприяє прояву творчих здібностей, розвиненню самостійного прийняття рішень у вирішенні та впровадженні технічних задач галузі.

Подані методичні вказівки можуть бути використані студентами та викладачами під час виконання дипломних робіт магістрів, викладачами під час навчального процесу на практичних заняттях, а також консультантами та рецензентами.

Методичні вказівки укладені на підставі діючих ДСТУ, ГОСТів та СТВУЗ-ХПІ і керівних матеріалів з урахуванням досвіду курсового проектування на кафедрі «Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу» допоможуть студентам технічно грамотно виконати даний курсовий проект, що складається із звіту та графічного матеріалу.

## **1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

Відповідно до навчального плану спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» при підготовці фахівців виконується курсовий проект з дисципліни «Проектування, монтаж і експлуатація систем автоматизації». Виконання курсового проекту – це самостійна робота студента, що завершує вивчення однієї із спеціальних дисциплін. Робота над курсовим проектом сприяє систематизації, закріпленню та узагальненню знань, отриманих під час вивчення дисципліни.

Виконання курсового проекту необхідно проводити з використанням навчальних посібників [1–5], довідників [6], стандартів [7–11], нормативної документації, методичних вказівок. Це дає можливість студентам розвивати навички самостійної роботи з літературою.

Тематика курсових проектів повинна відповідати сучасним вимогам з проектування систем автоматизації. Найчастіше для курсового проекту з дисципліни «Проектування, монтаж і експлуатація систем автоматизації» як об'єкт автоматизації обираються типові технологічні процеси [12]: випарювання, сушіння, ректифікація, абсорбція та інші.

## **2. ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

Курсовий проект складається з пояснювальної записки та графічної частини.

### **2.1. Структура і зміст пояснювальної записки**

У пояснювальній записці необхідно в повному обсязі розкрити зміст курсового проекту. Текст повинен бути доповнений ілюстраціями. Пояснювальна записка складається з 50–60 с. і містить такі структурні елементи:

1. Титульний аркуш.
2. Відомість документів.

3. Завдання.

4. Звіт про виконання курсового проекту.

4.1. Реферат.

4.2. Зміст.

4.3. Перелік умовних позначок.

4.4. Вступ.

4.5. Основна частина.

4.6. Висновки.

4.7. Список джерел інформації.

4.8. Додатки.

Основна частина курсового проекту містить такі структурні елементи:

1. Літературний огляд.

2. Коротка характеристика об'єкта автоматизації.

2.1. Фізико-хімічні основи процесу.

2.2. Технологічні основи процесу.

2.3. Мета і задачі проекту.

3. Основні технічні рішення з автоматизації.

3.1. Вибір параметрів контролю та регулювання.

3.2. Вибір приладів та засобів автоматизації, комплексу технічних засобів, промислових контролерів.

3.3. Опис схеми автоматизації (по контурам).

3.4. Опис пульта керування, компонування на ньому приладів і засобів автоматизації.

3.5. Опис схеми зовнішніх електричних і трубних проводок.

Зміст структурних елементів курсового проекту.

Титульний аркуш.

Титульний аркуш є першою сторінкою пояснювальної записки і заповнюється згідно з формою, наведеною у додатку 1.

Відомість документів.

У цьому документі записують усі складові, що підлягають розробці: загальну документацію – завдання, пояснювальна записка і конструкторську документацію – креслення, схеми. Приклад відомості документів наведено у додатку 2.

Завдання на курсовий проект.

Завдання містить основні питання щодо теми проекту і перелік необхідних розділів пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Завдання заповнюється згідно з формою, наведеною у додатку 3.

Звіт.

Звіт про виконання курсового проекту – це науково-технічний текстовий документ, у якому наведено результати роботи, виконаної відповідно до завдання. Форма титульного аркуша звіту наведена у додатку 4.

Реферат.

У рефераті наведено короткий зміст курсового проекту, перелік основних прийнятих технічних рішень. У ньому наводяться дані з обсягу пояснювальної записки, переліку ключових слів (не більше 10). Реферат виконується на 3-х мовах – українська, російська, англійська.

Приклади наведено у додатку 5.

Зміст.

Зміст включає найменування всіх розділів і підрозділів з указівкою біля правого поля номерів сторінок, на яких розміщений початок матеріалу. Текст змісту відокремлюється від номерів сторінок крапками.

У змісті наводяться всі додатки з указівкою їх заголовків.

Титульний аркуш, відомість документів, завдання, реферат у перелік сторінок не включають.

Перелік умовних позначок.

Усі прийняті мало поширені умовні позначки, символи і терміни наводяться у переліку, який розміщають після змісту з нового аркуша.

Вступ.

У вступі необхідно дати коротку оцінку об'єкту автоматизації, розкрити мету проекту, обґрунтувати необхідність її рішення. Текст вступу не повинен перевищувати двох сторінок.

Основна частина.

Опис даного розділу відповідає переліку питань наведених вище.

Висновки.

У висновках наводяться основні технічні рішення, які виконані у курсовому проекті.

Список джерел інформації.

Список джерел інформації повинен бути виконаний згідно з Переліком бібліографічних даних ДСТУ 3008: 2015 [13].

Він включає всі джерела, що були використані при виконанні проекту. Кожне джерело варто вказувати у порядку появи у тексті пояснювальної записки і тільки один раз.

## **2.2. Зміст і оформлення графічної частини**

Усі креслення виконуються на комп'ютерній техніці на листах формату А3 або А4.

Зміст графічної частини.

1. Схема автоматизації технологічного процесу.
2. Креслення загального вигляду пульта керування.
3. Схема зовнішніх електричних і трубних проводок.

Правила виконання графічної частини наведено у розділах 3–5, а також у наведеній літературі.

Штampi для креслень та схем наведено у додатку 6.

У додатку 7 наведена форма специфікації на прилади та засоби автоматизації, які вибираються згідно з літературою [14–19].

### **3. СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Схема автоматизації є основним технічним документом, що визначає функціонально-блокову структуру окремих вузлів автоматичного контролю, управління і регулювання. Об'єктом управління в системах автоматизації технологічних процесів є сукупність основного і допоміжного устаткування.

Завдання автоматизації вирішуються найефективніше тоді, коли вони опрацьовуються в процесі розробки технологічного процесу.

При розробці схеми автоматизації необхідно вирішити такі завдання:

1. Отримання первинної інформації про стан технологічного процесу і устаткування.
2. Контроль і реєстрація технологічних параметрів процесу і стану устаткування.
3. Стабілізація технологічних параметрів процесу.
4. Безпосередня дія на процес для управління ВМ.

Вказані завдання вирішуються на підставі аналізу умов роботи технологічного устаткування, виявлених законів і критеріїв управління, а також вимог, що висуваються до точності контролю і регулювання технологічних параметрів, надійності і якості регулювання.

Результатом складання схеми автоматизації є:

1. Вибір методів виміру технологічних параметрів.
2. Вибір основних технічних засобів автоматизації.
3. Розміщення засобів автоматизації на щитах, пультах, технологічному устаткуванні і трубопроводах.

Основні принципи, якими слід керуватися при розробці схем автоматизації, такі:

1. Рівень автоматизації технологічного процесу в кожен період часу повинен визначатися не лише доцільністю впровадження певного комплексу технічних засобів і досягнутим рівнем науково-технічних розробок, але і перспективою модернізації і нарощування автоматизованої системи.

2. При вибиранні технічних засобів повинні враховуватися вид і характер технологічного процесу, умови пожежо- і вибухонебезпеки, агресивність і токсичність довкілля, фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища, відстані від місць установки первинних вимірювальних перетворювачів, виконавчих механізмів і регулюючих органів до пункту контролю і управління, необхідна точність і швидкодія засобів автоматизації.

3. Автоматизована система, як правило, повинна будуватися на базі засобів автоматизації і обчислювальної техніки, що серійно випускаються. Необхідно застосовувати однотипні прилади і засоби автоматизації, що дає значні переваги при монтажі, налазці і експлуатації.

4. Вибір засобів автоматизації, що використовують допоміжну енергію (електрична, пневматична), визначається умовами пожежо- і вибухонебезпеки, агресивності довкілля, вимогами швидкодії.

5. Кількість приладів, апаратури управління і сигналізації, що встановлюється на щитах і пультах повинна бути обмежена. Надлишок приладів ускладнює експлуатацію, відволікає персонал від спостереження за основними параметрами. Частина приладів і засобів автоматизації допоміжного призначення доцільно розміщувати на окремих щитах, які розташовуються у виробничих приміщеннях.

Технологічне устаткування і комунікації на схемі автоматизації зображуються, як правило, спрощено, без технологічних апаратів і трубопроводів допоміжного призначення. Проте технологічна схема повинна давати ясне уявлення про принцип її роботи і взаємодію із засобами автоматизації.

Прилади і засоби автоматизації на схемах автоматизації показують згідно з умовними зображеннями за ДСТУ БА.2.4 – 16: 2008, які наведені у табл. 1.

Система позначень ґрунтується на функціональних ознаках, що виконуються приладами. Складні пристрої рекомендується зображувати у вигляді прямокутників.

Таблиця 1 – Основні умовні позначення приладів і засобів автоматизації згідно з ДСТУ БА.2.4 – 16: 2008

Найменування	Позначення
Первинний вимірювальний перетворювач, прилад, що встановлюється за місцем	
Прилад, що встановлюється на щиті або пульті	
Виконавчий механізм. Загальне призначення	
Регулювальний орган	
Лінія зв'язку	
Перетин ліній зв'язку без з'єднання один з одним	
Перетин ліній зв'язку із з'єднанням один з одним	

Складні прилади, виконуючі декілька функцій, допускається зображувати декількома колами, які примикають один до одного (див. рис. 1)

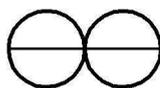


Рисунок 1

Зображення комплектів приладів і засобів автоматизації виконується у розгорнутому або спрощеному вигляді. На схемах при розгорнутому зображенні показуються всі елементи, що входять до складу комплекту. При

спрощеному зображенні на схемі не показуються первинні вимірювальні перетворювачі і вся допоміжна апаратура.

Для позначення основних контрольованих і регульованих величин, функціональних ознак приладів, застосовуються буквені позначення, які наносяться у верхній частині кола та наведені у табл. 2–4.

Таблиця 2–Буквені умовні позначення за ДСТУ БА.2.4 – 16:2008

Позна- чення	Вимірювана величина		Функції, які виконує прилад
	Основне значення	Додаткове значення	
1	2	3	4
A	–	–	сигналізація
C	–	–	регулювання, управління
D	щільність	різниця, перепад	–
E	будь-яка електрична величина	–	–
F	витрата	співвідношення	–
G	розмір, положення	–	–
H	ручна дія	–	верхня межа вимірюваної величини
I	–	–	показання фактичне
J	–	–	автоматичне перемикання
K	час	–	–
L	рівень	–	нижня межа вимірюваної величини
M	вологість	–	–
P	тиск, вакуум	–	–
Q	величина, що характеризує склад, концентрацію	інтегрування, підсумовування	–

Закінчення табл. 2

R	радіоактивність	–	реєстрація
S	швидкість, частота	–	включення, відключення, переключення
T	температура	–	–
U	декілька різнорідних величин	–	–
V	в'язкість	–	–
W	маса	–	–

Таблиця 3 – Додаткові буквені позначення, що відбивають функціональні ознаки приладів згідно з ДСТУ БА.2.4 – 16:2008

Найменування	Позначення
1. Первинний вимірювальний перетворювач	E
2. Дистанційна передача (проміжне перетворення)	P
3. Станція управління	A
4. Перетворення (окремий пристрій)	D

Таблиця 4 – Додаткові буквені позначення, які використовуються для побудови перетворювачів сигналів згідно з ДСТУ БА.2.4 – 16:2008

Найменування	Позначення
1. Рід сигналу:	
– електричний	E
– пневматичний	P
2. Вид сигналу:	
– аналоговий	A
– дискретний	D

Порядок розташування буквених позначень у верхній частині кола (зліва направо) має бути такий:

1. Позначення основної вимірюваної величини.
2. Позначення, що уточнюють (якщо необхідно) основну вимірювану величину.
3. Позначення функціональної ознаки приладу.

Функціональні ознаки, якщо їх декілька в одному приладі, також розташовуються у певному порядку: JRCSA.

Наприклад, вторинний прилад для виміру температури, що показує і реєструє (див. рис. 2):



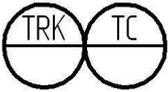
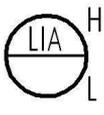
Рисунок 2

Приклади побудови умовних позначень наведено у табл. 5.

Таблиця 5 – Приклади побудови умовних позначень з ДСТУ БА.2.4–16:2008

№ з/п	Найменування	Позначення
1	Первинний вимірювальний перетворювач (датчик) для виміру температури, встановлений за місцем	
2	Прилад для виміру температури, що показує, встановлений за місцем	
3	Прилад для виміру температури, що показує, встановлений на щиті	
4	Прилад для виміру температури, безшкальний, з дистанційною передачею показань, встановлений за місцем	
5	Прилад для виміру температури, що показує, реєструє, встановлений на щиті	
6	Прилад для виміру температури з автоматичним перемикаючим пристроєм, що показує, реєструє, встановлений на щиті (багатоканальний прилад)	
7	Прилад для виміру температури, що реєструє, регулює, встановлений на щиті	
8	Регулятор температури, встановлений на щиті	

Продовження табл. 5

9	Комплект для виміру температури, що реєструє, регулює, оснащений станцією керування, встановлений на щиті	
10	Прилад для виміру температури, що показує, реєструє, із сигнальним пристроєм, встановлений на щиті (сигналізація максимального значення)	
11	Прилад для виміру перепаду тиску, що показує, встановлений за місцем	
12	Регулятор співвідношення витрат, встановлений на щиті	
13	Прилад для виміру рівня, що показує, із сигнальним пристроєм, встановлений на щиті (сигналізація верхнього й нижнього рівня)	
14	Первинний вимірювальний перетворювач для виміру якості продукту, встановлений за місцем (датчик рН – метра)	
15	Прилад для виміру витрати, що показує, інтегрує, встановлений за місцем	
16	Перетворювач витрати, встановлений на щиті (вхідний сигнал – електричний; вихідний – пневматичний)	
17	Перетворювач температури, встановлений на щиті (вхідний сигнал – електричний; вихідний – електричний)	
18	Пускова апаратура для керування електродвигуном, встановлена за місцем	
19	Задатчик (ручний), встановлений на щиті	

Закінчення табл. 5

20	Блок або панель керування, встановлені на щиті	
21	Перемикач ланцюгів керування, встановлений на щиті	

При позначенні комплектів, призначених для виміру декількох різнорідних величин, первинні вимірювальні перетворювачі слід позначити відповідно до вимірюваної величини, на першому місці при позначенні вторинного приладу повинна стояти буква U, наприклад (див. рис. 3):



Рисунок 3

Первинні вимірювальні перетворювачі тиску на схемах не позначаються. Іноді при побудові позначень комплектів, призначених для виміру якості непрямим методом, перша буква у позначенні датчика може відрізнитися від першої букви у позначенні вторинного приладу. Наприклад, вимір концентрації за величиною щільності (див. рис. 4):

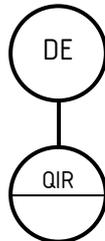


Рисунок 4

Щити і пульти управління на схемі автоматизації зображуються умовно у вигляді прямокутників довільних розмірів, але достатніх для нанесення графічних умовних позначень.

Зв'язок між засобами автоматизації зображується однією лінією, незалежно від фактичної кількості дротів або труб. До умовних позначень приладів для вхідних і вихідних сигналів, лінії зв'язку допускається підводити з будь-якого боку. Лінії зв'язку наносяться по найкоротшій відстані. Допускається перетин лініями зв'язку зображень технологічного устаткування.

Перетин лініями зв'язку умовних зображень приладів не допускається. Для складних схем лінії зв'язків допускається розривати. Для зручності читання схеми, обидва кінця в місцях розриву позначаються однією і тією ж арабською цифрою. Рекомендується нумерацію ліній зв'язку виконувати у горизонтальний ряд (див. рис. 5).

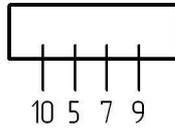


Рисунок 5

З боку щита управління номери повинні зростати (див. рис. 6).

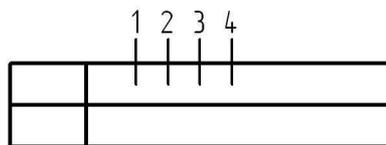


Рисунок 6

Усім приладам і засобам автоматизації привласнюється позиційне позначення. Воно виконується арабськими цифрами і рядковими буквами російського алфавіту. Нумерація проставляється у нижній частині кола.

Наприклад: 1а; 1б (див. рис. 7).

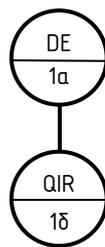


Рисунок 7

Перша цифра означає номер комплекту, друга цифра - порядковий номер елемента в цьому комплекті.

У додатку 8 наведено приклад схеми автоматизації технологічного процесу.

#### **4. РОЗРОБКА КРЕСЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ ПУЛЬТА КЕРУВАННЯ**

Пульти систем автоматизації призначені для розміщення на них засобів контролю і управління технологічних процесів, сигнальних пристроїв, апаратури управління, захисту, блокування. Пульти встановлюються, як правило, в операторських приміщеннях.

Пульти бувають таких типів: пульт (позначення П); пульт з похилою приладовою приставкою (позначення—ППП). Основні вимоги до проектування пультів, до складу і правил виконання проектної документації на них наведені у РМ4-107-82 «Системи автоматизації технологічних процесів. Вимоги до виконання документації на щити і пульти». Креслення загального вигляду пульта повинно містити: вигляд попереду, вигляд на внутрішні площини, перелік складових частин, таблиця «Написи на табло і у рамках», таблиця з'єднання проводок. На кресленнях загального вигляду пультів прилади і засоби автоматизації зображують спрощено у вигляді зовнішніх контурів суцільними лініями. Корпусу пульта, приладам і засобам автоматизації, апаратурі, монтажним виробам привласнюються номери позицій у порядку їх запису в перелік складових частин пульта. Номери позицій наносять на полицях ліній – виносок. Зображення вигляду попереду і вигляду на внутрішні площини виконують на аркушах формату А3. На вигляду попереду пульта проставляють габаритні розміри і розміри, що координують установку на ньому всіх приладів і засобів автоматизації. Розміри по вертикалі проставляють від нижнього краю панелі похилої приладової приставки і стільниці. Розміри по горизонталі – від вертикальної осі симетрії панелі і стільниці. Джгути електричних проводок зображують суцільною лінією, джгути вимірювальних ланцюгів – штрихпунктирною лінією, трубні проводки – штриховою лінією. Приклад виконання креслення вигляду попереду і креслення вигляду на внутрішні площини подані у додатках 9 та 10.

Таблицю «Написи на табло і у рамках» і перелік складових частин пульта виконують на аркушах формату А4. Приклад їх виконання показаний у додатках 11 та 12 відповідно.

## **5. РОЗРОБКА СХЕМИ ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРИЧНИХ І ТРУБНИХ ПРОВОДОК**

Схеми зовнішніх електричних і трубних проводок підрозділяються на схеми з'єднань і схеми підключення зовнішніх проводок. Схема з'єднань зовнішніх проводок – це комбінована схема, на якій показані електричні і трубні зв'язки між приладами і засобами автоматизації, встановленими на технологічному устаткуванні, поза щитами і на щитах, а також підключення проводок до приладів і щитів. Схемі привласнюють найменування: «Схема з'єднань зовнішніх проводок».

Схема підключення зовнішніх проводок виконується окремим документом тільки за наявності одиничних багатосекційних або складних щитів, великої кількості сполучних коробок, групових стояків приладів, коли підключення до них затрудняє читання схеми з'єднань. Схеми підключення допускається не виконувати, якщо всі підключення можуть бути показані на схемі з'єднань зовнішніх проводок. Як схеми з'єднань, так і схеми підключення допускається виконувати на різних аркушах креслень, окремо для електричних і окремо для трубних проводок.

Схеми з'єднань і підключення виконуються на основі таких матеріалів:

- схем автоматизації технологічних процесів;
- принципів електричних і пневматичних схем;
- таблиць з'єднань і підключення проводок у щитах і пультах;
- креслень розташування технологічного устаткування і трубопроводів.

Попереднім етапом робіт з виконання схем з'єднань є перевірка наявності на технологічних кресленнях усіх закладних і відбірних пристроїв, необхідних для установки первинних вимірювальних перетворювачів, регулюючих

клапанів, позащитових приладів, місцевих щитів і щитів, розташованих в операторських приміщеннях.

Схеми з'єднань і підключення зовнішніх проводок виконуються на аркушах формату А1 без масштабу. На схемі з'єднань зовнішніх проводок мають бути показані первинні вимірювальні перетворювачі, позащитові прилади, групові установки приладів, щити, пульти, станиви, зовнішні електричні і трубні проводки. На схемах має бути найменша кількість зламів і перетинів проводок. Відстань між сусідніми проводками, а також між сусідніми зображеннями приладів і засобів автоматизації повинна бути не менше 3 мм. За наявності у проекті декількох аналогічних агрегатів з постійними даними, схеми виконуються для одного агрегату, а у технічних вимогах дають пояснення. На схемах з'єднань у верхній частині креслення виконується таблиця з написами, що пояснюють (див. рис. 8).

①	<i>Найменування параметра та місце відбору імпульсу</i>	
②	<i>Позначення креслення</i>	
③	<i>Позиційне позначення</i>	

Рисунок 8

Розбиття *рядка 1* на заголовки і підзаголовки виконують довільно, групуючи прилади або за параметрами, або за приналежністю до одного і того ж технологічного устаткування.

У *рядок 2* записуються позначення типових монтажних креслень на установку первинних вимірювальних перетворювачів і регулюючих органів.

У *рядок 3* вносять позиційні позначення приладів і засобів автоматизації за схемою автоматизації. Для елементів систем автоматизації, що не мають самостійних позиційних позначень, вказують позиційне позначення приладів і засобів автоматизації, до яких вони належать з прийменником «к».

Під таблицею з пояснюючими написами розташовують засоби автоматизації, встановлені безпосередньо на технологічному устаткуванні і трубопроводах.

Для первинних вимірювальних перетворювачів, що не мають номерів зовнішніх виведень (термопари, термометри опору), а також для пневматичних виконавчих механізмів застосовуються графічні умовні позначення, прийняті для них на схемах автоматизації. Засоби автоматизації з електричними входами і виходами зображують монтажними символами, при цьому у середині символу вказують номери затисків і підключених до них жил кабелів або дротів. Маркування жил наносять поза монтажним символом. Щити, пульти, станиви зображуються у вигляді прямокутників у нижній частині креслення. У середині прямокутника вказують найменування щита, пульта, станива. Для щитів, що складаються з декількох секцій, необхідно додатково вказувати номери окремих секцій (див. рис. 9):

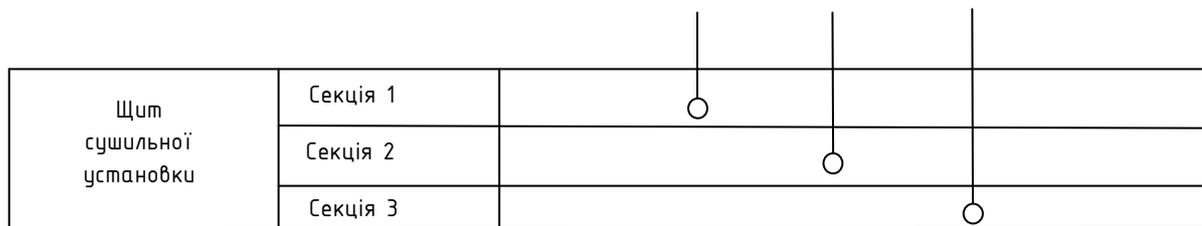


Рисунок 9

Для одиничних односекційних щитів підключення зовнішніх проводок на схемі з'єднань зображується таким чином. У прямокутниках щита показують блоки затисків, з'єднувачі і підключені до них жили кабелів, дротів, а також труб з відповідним маркуванням. За наявності на щитах приладів, проводки до яких не допускають розриву на затисках щита (термоелектродні дроти термопар), у прямокутниках, що означають щити, умовно показують прилад, його позиційне позначення із схеми автоматизації і контакти приладу, до яких безпосередньо підключають зовнішню проводку.

Позащитові прилади і групові установки приладів розташовують на полі креслення між таблицею з пояснюючими написами і прямокутником, що означає щит. Для позащитових приладів, що не мають номерів електричних зовнішніх виведень, а також для датчиків з пневматичною дистанційною передачею застосовують графічні умовні позначення, прийняті на схемах автоматизації. Позащитові прилади, що мають номери електричних виведень,

зображують символами відповідно до заводських інструкцій. Розміри монтажних символів слід приймати виходячи з розміщеної в них інформації. Позиційні позначення всіх позащитових приладів указують над полицями виноска, а під полицями – позначення монтажного креслення (див. рис. 10).

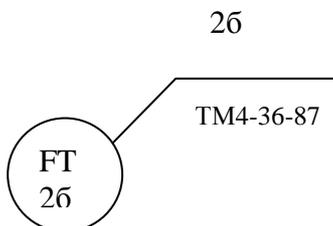


Рисунок 10

Первинні вимірювальні перетворювачі, позащитові прилади, групові установки приладів, щити, пульти, стативи сполучають між собою електричними і пневматичними кабелями, дротами, трубопроводами, які показують на схемі окремими суцільними лініями.

Вибір дротів і кабелів, а також вибір способу виконання електричних проводок проводять відповідно до керівних матеріалів РМ-6-84 «Проектування електричних і трубних проводок систем автоматизації». Частина 1 «Електричні проводки». Вибір труб проводять відповідно до цих же керівних матеріалів, але частина 2 «Трубні проводки».

Для з'єднання і розгалуження електричних кабелів і пневмокабелей на схемі з'єднань показують відповідні електричні сполучні коробки або пневматичні сполучні коробки. Вони зображуються у вигляді прямокутника, у середині якого пунктиром наносять розгалуження джгутів, дротів.

Наприклад

(див. рис. 11):

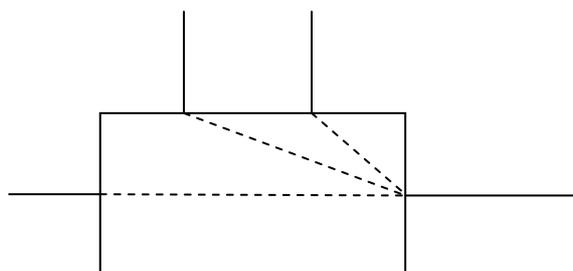


Рисунок 11

При застосуванні у проекті великої кількості сполучних коробок рекомендують розробити для них схеми підключення зовнішніх проводок. Біля графічного позначення сполучних коробок над полицею лінії винесення вказують їх позначення і порядковий номер, а під полицею винесення – позначення креслення їх установки.

Наприклад (див. рис. 12):

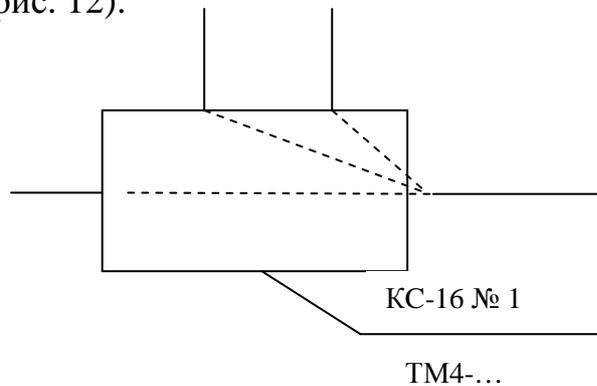


Рисунок 12

За наявності на схемі декількох кабелів і труб однієї марки, а також заірної арматури одного типу, якщо вони розташовані поруч, то їх марку і тип допускається вказувати на загальній лінії винесення.

Для кожної зовнішньої проводки проводять її технічну характеристику:

1) для дротів – марка, переріз, довжина. Довжину вказують від ППП до затисків щита, або до приладу, наприклад (див. рис. 13):

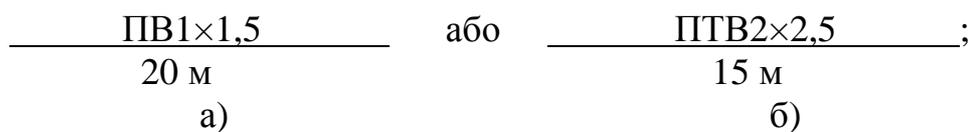


Рисунок 13

2) для кабелів – марка, кількість і перерізи жил, кількість зайнятих жил, які вказані у прямокутнику, що розміщується праворуч від позначення даних кабелю, а також довжину кабелю, наприклад (див. рис. 14):

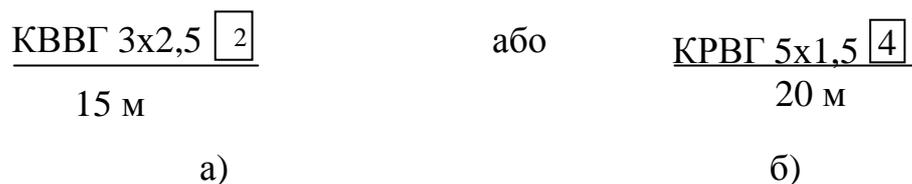


Рисунок 14

3) для труб – діаметр, товщина стінки та довжина (див. рис. 15):

$\frac{14 \times 2}{10 \text{ м}}$

$\frac{14 \times 2 \text{ 1X18H10T}}{12 \text{ м}}$

$\frac{\text{ПНП6х1}}{15 \text{ м}}$

а)

б)

в)

а) звичайна сталь; б) нержавіюча сталь; в) пластмаса (ПНП, ПВХ)

Рисунок 15

За наявності на схемі декількох кабелів і труб однієї марки, а також запірної арматури одного типу, якщо вони розташовані поруч, то їх марку і тип допускається вказувати на загальній лінії винесення.

а) довжина провідок однакова, наприклад (див. рис. 16)

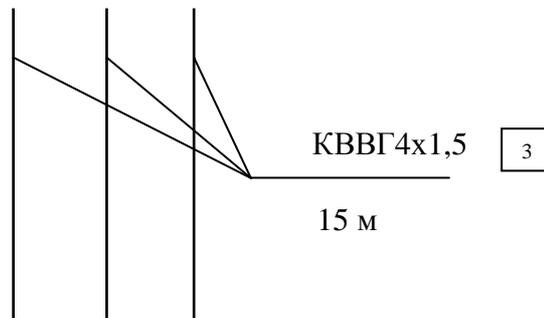


Рисунок 16

б) різна довжина провідок, наприклад (див. рис. 17)

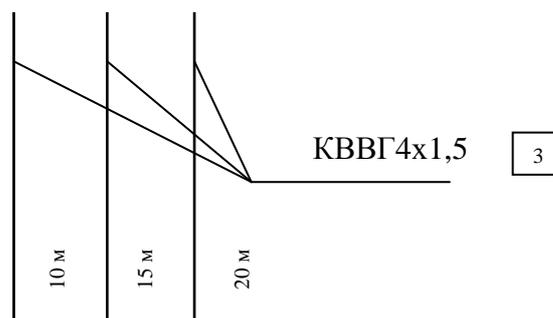


Рисунок 17

Кабелям і захисним трубам, в яких прокладені джгути дротів, привласнюється порядковий номер від 1 і вище. Номери проставляють у колах, розміщених у розривах зображення провідок, наприклад (див. рис. 18):

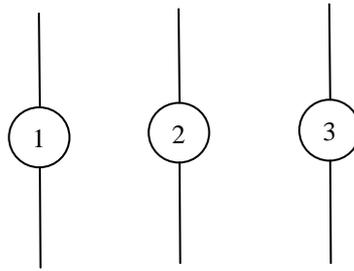


Рисунок 18

Трубним проводкам привласнюють порядковий номер з додаванням перед ним «0» (див. рис. 19)

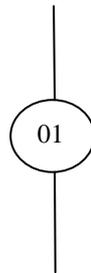


Рисунок 19

Діаметр кола не стандартизований, проте, на одному аркуші він має бути однаковим і дорівнювати 6–8 мм. Порядкові номери проводкам привласнюються зверху вниз, зліва направо.

У додатку 13 наведено приклад оформлення схем з'єднань зовнішніх електричних і трубних проводок.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: навч. посіб. / В. І. Тошинський, М. О. Подустов, І. І. Литвиненко та ін. – Харків : НТУ «ХП», 2006. – 412 с.
2. Кваско М. З. Проектування і дослідження дискретних систем автоматичного керування технологічними процесами / М. З. Кваско, М. С. Піргач, Т. В. Аверіна. – Київ : Політехніка, 2003. – 360 с.
3. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. / М. В. Лукінюк. – Київ : НТУУ «КП», 2008. – 236 с.
4. Трегуб В. Г. Проектування систем автоматизації: навч. посіб. / В. Г. Трегуб. – Київ : Видавництво Ліра, 2014. – 344 с.
5. Ельперін І. В. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. – Київ : Видавництво Ліра, 2016. – 378 с.
6. Ключев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский, А. А. Ключев. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
7. ГОСТ 34.601-90. Автоматизированные системы. Стадии создания (Дата введения с 01.01.1992 г.). – М. : Госстандарт, 1990. – 6 с.
8. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем (Дата введения 01.01.1990 г.). – М. : Госстандарт, 1989. – 20 с.
9. ГОСТ 21.408-93. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (Дата введения 01.12.1994 г.). – М. : Международный стандарт, 1993. – 31 с.

10. ДСТУ Б А. 2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах. – Вид. офіц. Київ, 2009. – 14 с.
11. ДСТУ Б А. 2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. – Вид. офіц. Київ, 2009. – 53 с.
12. Процеси та апарати хімічної технології: підручник / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ та ін. – Харків : НТУ «ХП», 2007. Ч. 2. – 540 с.
13. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила. – Вид. офіц. Київ, 2016. – 16 с. (Інформація та документація).
14. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами: підручник / А. К. Бабіченко та ін. – Харків : Вид-во ТОВ «Водний спектр Джі-Ем-Пі», 2016. – 440 с.
15. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / М. В. Лукінюк. – Київ : НТУУ «КП», 2007. – 436 с.
16. Промислові засоби автоматизації: навч. посіб. у 2 т. Т.1. Вимірювальні пристрої / Заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків : НТУ «ХП», 2001, 470 с.
17. Промислові засоби автоматизації: навч. посіб. у 2 т. Т.2. Регулювальні і виконавчі пристрої / Заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків : НТУ «ХП», 2003, 658 с.
18. Основи вимірювань і автоматизації технологічних процесів: підручник / А. К. Бабіченко та ін. Харків : Вид-во ТОВ «С.А.М», 2009. – 616 с.
19. ГОСТ 21.110-82. Система проектной документации для строительства. Спецификация оборудования (Дата введения 01.01.1983 г.). – М. : Международный стандарт, 1982. – 7 с.

## ДОДАТКИ

Додаток 1. Приклад титульного аркуша курсового проекту

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

Факультет КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА  
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

### **КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**

На тему:

**ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДНО-АМІАЧНОЇ  
АБСОРБЦІЙНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ  
НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ОВЕН ПЛК-150**

З дисципліни:

**ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ  
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Варіант № 15

Виконав: студент Іванов І. І.  
групи КІТ-М419д

Керівник: проф. Подустов М. О.

Захищено з оцінкою: \_\_\_\_\_

Харків 2019



## Додаток 3. Приклад аркуша завдання на курсовий проект

Лицьовий бік

### НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра Автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу

Дисципліна Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Курс 5 Група КІТ – М419д Семестр 9

## ЗАВДАННЯ

на курсовий проект студента

Іванов Іван Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування системи управління водно-аміачної абсорбційної холодинної установки на базі контролера ОВЕН ПЛК-150

2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи) заліковий тиждень

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) \_\_\_\_\_  
Титульний аркуш ДП, відомість документів, аркуш завдання, титульний аркуш пояснювальної записки до ДП, реферати, зміст, вступ, коротка характеристика об'єкта автоматизації, основні рішення з автоматизації, вибір приладів та засобів автоматизації, опис схеми автоматизації по контурам, опис пульта керування, опис схем зовнішніх електричних та трубних провідок, опис САІР, висновки, список джерел інформації, додатки (специфікація на П та ЗА, таблиці до пульта)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

1. Схема автоматизації (А1)

2. Креслення пульта керування (2 шт. А3)

3. Схема зовнішніх електричних та трубних провідок (А1)

6. Дата видачі завдання вересень 2019

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів курсового проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Коротка характеристика об'єкта управління	01.10.2019	
2	Основні технічні рішення щодо проектування системи автоматизації	15.10.2019	
	– вибір контурів регулювання, точок контролю та об'єктів дистанційного керування,		
	– вибір приладів та засобів для реалізації системи автоматизації		
	– опис схеми автоматизації по контурам		
	– складання специфікації на прилади та засоби автоматизації		
3	Опис пульта керування	05.11.2019	
4	Опис схеми зовнішніх електричних та трубних проводок	25.11.2019	
5	Опис САПР	29.11.2019	
6	Оформлення пояснювальної записки	05.12.2019	
7	Захист курсового проекту	10.12.2019	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

проф. Подустов М. О.  
(прізвище, ім'я, по батькові)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

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

Факультет КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Кафедра АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА  
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**до курсового проекту**

З дисципліни:

ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ  
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

На тему:

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДНО-АМІАЧНОЇ  
АБСОРБЦІЙНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ  
НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ОВЕН ПЛК-150

Виконав студент V курсу, групи КІТ-М419д  
блока дисциплін

151.03 – «Автоматизоване управління  
(шифр і назва)

технологічними процесами»

Іванов І. І.

(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник Подустов М. О.  
(підпис, прізвище та ініціали)

Харків 2019 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до КП: 63 стор.; 3 табл.; 12 рис.; 15 джерел інформації; 4 додатки.

Ключові слова: АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОНТУР РЕГУЛЮВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ, УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ, КОНТРОЛЬ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ХОЛОДИЛЬНА УСТАНОВКА, АБСОРБЦІЯ.

Подана робота присвячена вивченню водно-аміачної абсорбційної холодильної установки і розробці системи автоматичного управління цього процесу.

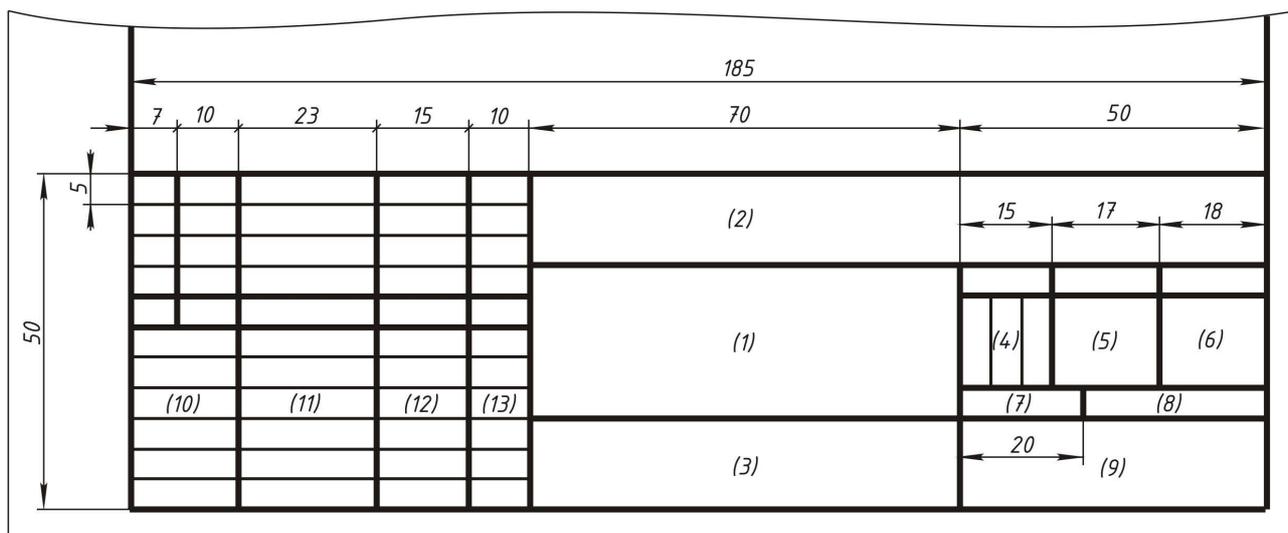
Автоматизація технологічного процесу водно-аміачної абсорбційної холодильної установки припускає автоматичне регулювання, а також захист процесів від аварійних режимів, сигналізацію відхилень від номінальних режимів.

У роботі вирішуються такі завдання: визначаються точки автоматичного контролю, канали автоматичного регулювання, параметри сигналізації, обираються прилади і засоби автоматизації, розробляється схема автоматичного контролю і управління процесом водно-аміачної абсорбційної холодильної установки, надається опис контурів регулювання, обраного пульта управління та розміщення приладів і засобів автоматизації на ньому, виконуються креслення: схема автоматизації, загальний вигляд одиничного пульта і схема зовнішніх електричних та трубних провідок.

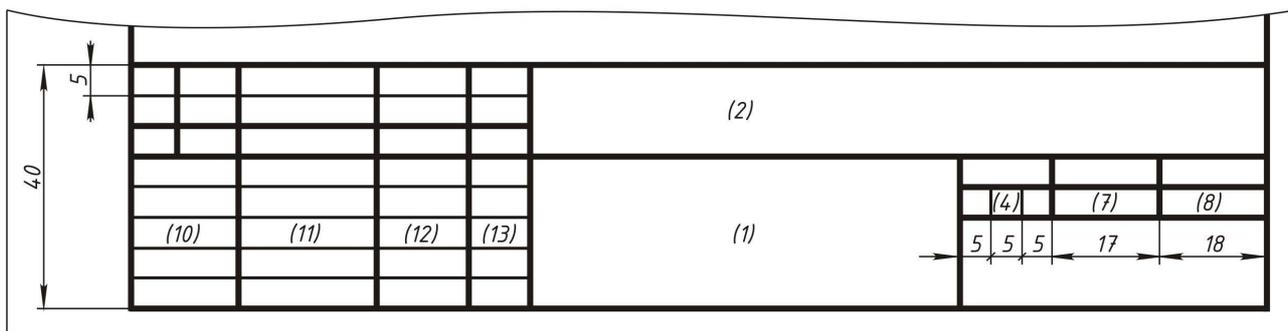


Продовження додатка 6

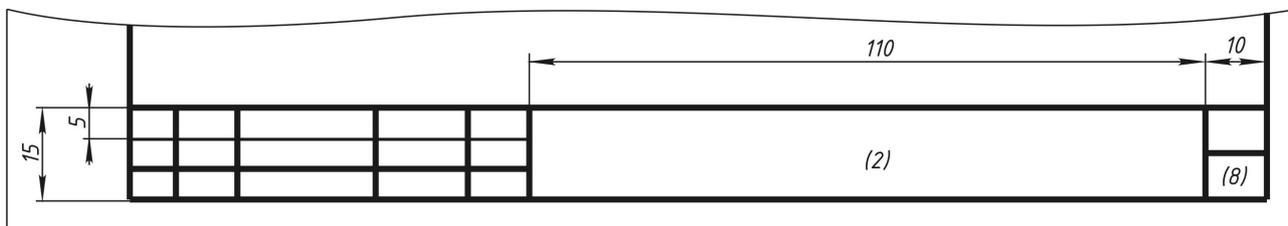
Основний напис перших аркушів креслень та схем. Форма 1



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



Основний напис для наступних аркушів. Форма 2а





Додаток 7. Приклад специфікації на прилади та засоби автоматизації

Позиційне позначення	Найменування параметра, середовище і місце відбору імпульсу	Граничне значення параметра	Місце установки	Найменування і характеристика приладу	Тип, модель	Кількість	Завод-виготовник	Вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КМ1-КМ6	Підсилення сигналу в контурах АСР		За місцем	Підсилювач потужності для сигналу керування	ПБР-2М	6		
КМ7	Дистанційне керування двигунами насоса		За місцем	Підсилювач потужності	ПБР-3А	1		
SB1, SB2	Дистанційне керування двигунами насоса		На пульті	Кнопка керування	КУ-220	2		
HL1-HL7	Сигналізація		На пульті	Світлове табло	ТСМ2	7		
1δ	Реєстрація технологічного параметру		На пульті	Багатоканальний реєстратор (12 параметрів)	Метран-960	1		
1з, 2δ, 3δ, 4δ, 5δ, 6δ	Керування технологічними потоками		За місцем	Регульовальний орган у комплекті з виконавчим механізмом типу МЕО	25нж937нж	6		

37

					<b>КІТ-М419δ.15 ВК</b>					
	Арк	№Докум			Водно-аміачна абсорбційна холодильна установка			Літ	Аркуш	Аркушів
	Розроб	Іванов І.І.						К	П	1
	Перев	Подустов М.О.			Автоматизація			НТУ «ХПІ» Каф. АТС та ЕМ		
	Н Контр									
	Затв									

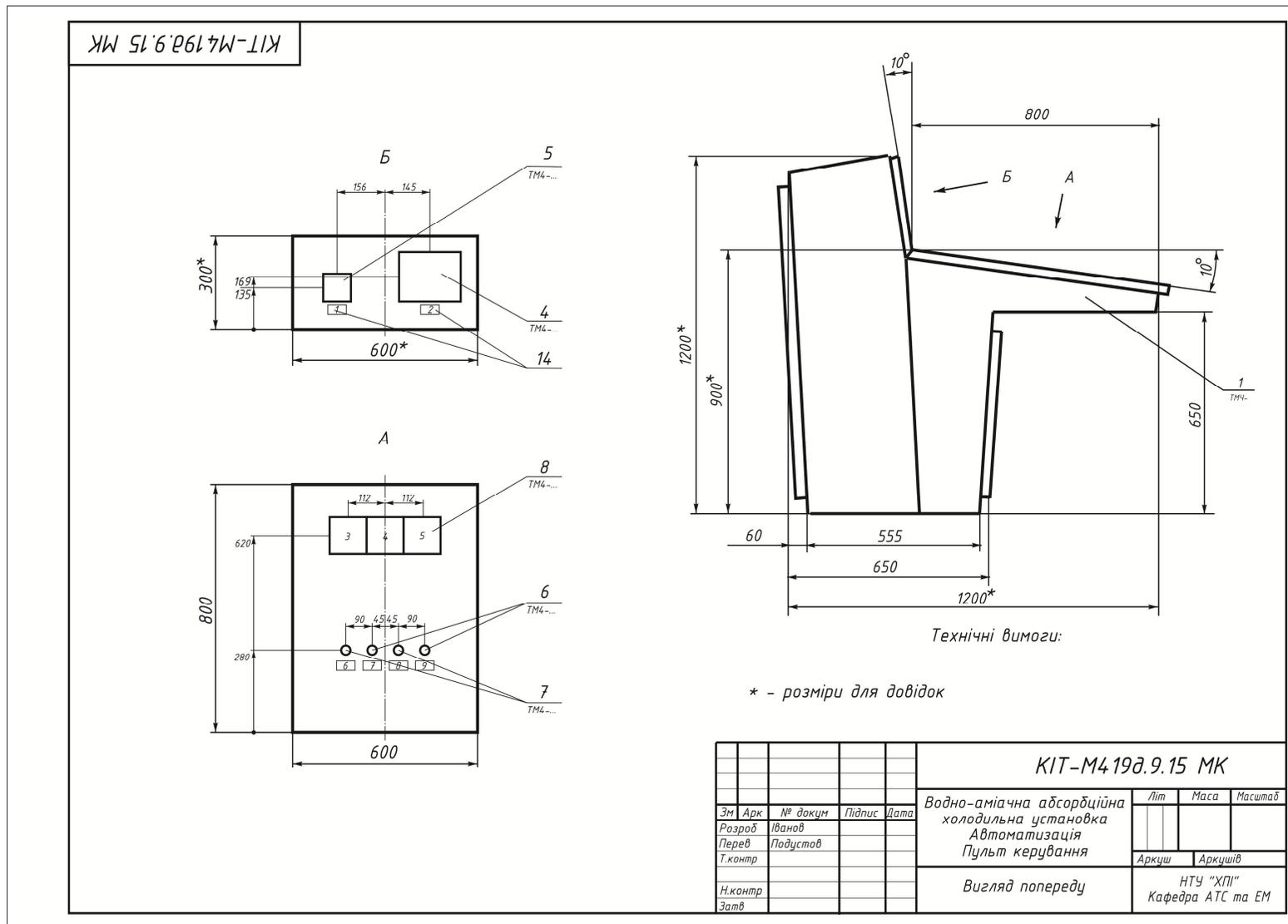
Продовження додатка 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1а, 2а, 3а, 6а, 9а, 11а	Температура		За місцем	Перетворювач температури з уніфікованим вихідним сигналом	ТСМУ-0288	6		
10а, 5а	Концентрація речовини		За місцем	Аналізатор рідини кондуктометричний	КК-8	2	НВО «Автоматика» м. Володимир	
1б	Регулювання та контроль технологічних параметрів		На пульті	Програмований логічний контролер	ОВЕН ПЛК-150	1	НВП ОВЕН УКРАЇНА	
1г, 2б, 3б, 4б, 5б, 6б	Керування технологічними потоками		За місцем	Регулювальний орган у комплекті з виконавчим механізмом типу МЕО	25нж937нж	6		
4а	Рівень у кубі		За місцем	Гідростатичний рівнемір	Сапфір-22ДД	1		
7а, 8а	Тиск у колоні		За місцем	Перетворювач тиску	Сапфір-22ДИВ	2		
4а	Рівень у кубі		За місцем	Гідростатичний рівнемір	Сапфір-22ДД	1		
7а, 8а	Тиск у колоні		За місцем	Перетворювач тиску	Сапфір-22ДИВ	2		

	Арк	№Докум							2



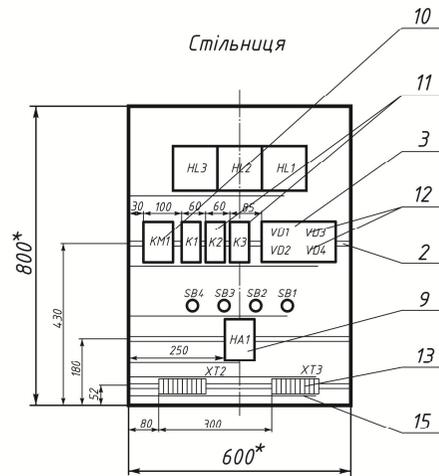
## Додаток 9. Приклад креслення вигляду попереду пульта керування



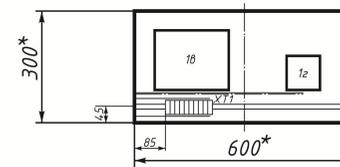
Додаток 10. Приклад креслення вигляду на внутрішні площини пульта керування

KIT-M419d.9.15 MK

Вигляд на внутрішні площини



Похила приладова приставка



Технічні вимоги:

\* - розміри для довідок

					KIT-M419d.9.15 MK			
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Водно-аміачна абсорбційна холодильна установка Автоматизація Пульт керування	Лит	Маса	Масштаб
Розроб	Іванов							
Перев	Подустов					Аркуш	Аркушів	
Н.контр					Вигляд на внутрішні площини	НТУ "ХПІ" Кафедра АТС та ЕМ		
Затв								

Додаток 11. Приклад складання таблиці «Написи на табло та в рамках»

№	Напис	Кіл	№	Напис	Кіл
	<i>Табло ТСБ2</i>			<i>Рамка 66*26</i>	
3	<i>Температура в кубі кип'ятильника мінімальна</i>	1	1	<i>Регулювання рівня, концентрації та температури</i>	1
4	<i>Температура в кубі кип'ятильника максимальна</i>	1	2	<i>Реєстрація всіх технологічних параметрів</i>	1
5	<i>Циркуляційний насос ввімкнено</i>	1	6	<i>Перевірка ламп та дзвоника</i>	1
			7	<i>Відключення звукового сигналу</i>	1
			8	<i>Ввімкнення насоса НПС</i>	1
			9	<i>Зупинка насоса НПС</i>	1
<b>КІТ-М419д.9.15 МК</b>					
Зм	Арк	№докум	Підпис	Дата	
Розроб	Іванов				
Перев	Подустов				
Н.Контр					
Затв					
			<i>Водно-аміачна абсорбційна холодильна установка Автоматизація</i>		
			<i>Написи на табло та рамках</i>		
			<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					1
			<i>НТУ «ХП» Каф. АТС та ЕМ</i>		







Навчальне видання

ПОДУСТОВ Михайло Олексійович  
ДЗЕВОЧКО Олександр Михайлович  
MOURAD Aouati  
ВОРОЖБІЯН Роман Михайлович  
КРАВЧЕНКО Яна Олегівна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З ДИСЦИПЛІНИ  
«ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів спеціальності 151  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
денної та заочної форм навчання

Відповідальний за випуск проф. Подустов М.О.  
Роботу до видання рекомендував С.І. Кондрашов

Редактор Н.В. Верстюк

План 2019 р., поз. 221

Підп. до друку 11.11.19. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.  
Ум. друк. арк. 2,7. Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна

---