

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Проектування систем автоматизації

Практикум. Частина 1

Навчальний посібник

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Технічні та програмні засоби
автоматизації» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології*

Укладачі: Ю.А. Запорожець, С.В. Плашихін, Д.М. Складанний

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

Рецензент: *Степанець Олександр Васильович*, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації енергетичних процесів

Відповідальний редактор *Жураковський Ярослав Юрійович*, старший викладач

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 4 від 19.01.2023 р.)

за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету
(протокол № 11 від 28.11.2022 р.)

Навчальний посібник розроблено з метою забезпечення підготовки до виконання студентами практичних робіт з навчальної дисципліни *Проектування систем автоматизації*. У посібнику викладено відомості, необхідні для набуття умінь та досвіду підготовки та розроблення проектно-конструкторської документації систем автоматизованого керування технологічних процесів. Видання містить вказівки і рекомендації до складання наступної документації: технічного завдання на розроблення системи автоматизації, структурних схем автоматизації, схем сигналізації, локальних та операторських пунктів керування систем автоматизації.

У посібнику наведено мета, завдання та особливості виконання практичних робіт, необхідний теоретичний матеріал, зазначено нормативні документи, які регламентують виконання кожної роботи та перелічено вимоги до оформлення їх результатів, сформульовано контрольні питання для самопідготовки студентів. Посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою *«Технічні та програмні засоби автоматизації»* спеціальності *151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології* та буде також корисним для самостійної роботи.

This textbook is written for providing students' preparation to perform practical works in the discipline *Automation Systems Design*. The textbook contains the information necessary for acquiring the skills and experience of preparing and developing design and construction documentation for automated control systems of technological processes. The publication contains instructions and recommendations for the preparation of the following documentation: a technical task for the automation system creation, automation structural diagrams, signalling diagrams, local and operator automation systems control points.

The manual provides the purpose, tasks, and practical work features, the necessary theoretical material, the regulatory documents that regulate the each work performance and the requirements for their results registration are given, control questions for students self-training are formulated. The textbook is intended for bachelor's degree students in the educational and professional program "*Automation Hardware and Software*" specialty *151 Automation and computer-integrated technologies* and could be useful for self-study.

Реєстр. № НП 22/23-328. Обсяг 3,6 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

Зміст

Передмова.....	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА 1	
Ознайомлення з нормативною базою проєктування систем автоматизації.....	9
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи.....	9
Нормативні документи.....	9
Теоретичні відомості.....	10
Приклад виконання роботи.....	14
Оформлення результатів виконання роботи.....	14
Контрольні запитання та завдання.....	15
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2	
Розроблення учбового технічного завдання на проєктування системи автоматизації.....	16
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи.....	16
Нормативні документи.....	16
Теоретичні відомості.....	16
Оформлення результатів виконання роботи.....	18
Контрольні запитання та завдання.....	19
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3	
Розроблення структурної схеми системи автоматизації.....	20
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи.....	20
Нормативні документи.....	20
Теоретичні відомості.....	21
Приклад виконання роботи.....	23
Оформлення результатів виконання роботи.....	26
Контрольні запитання та завдання.....	27
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4	
Аналіз схеми автоматизації та її використання для вирішення задач проєктування.....	28
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи.....	28
Нормативні документи.....	28
Теоретичні відомості.....	29
Приклад виконання роботи.....	36
Оформлення результатів виконання роботи.....	39
Контрольні запитання та завдання.....	39

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

Визначення параметрів роботи системи сигналізації шляхом

аналізу принципової електричної схеми	40
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи	40
Нормативні документи	40
Теоретичні відомості	41
Приклад виконання роботи	43
Оформлення результатів виконання роботи	45
Контрольні запитання та завдання.....	46

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

Підготовчі матеріали до розроблення креслень щитової

конструкції.....	47
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи	47
Нормативні документи	47
Теоретичні відомості	47
Приклад виконання роботи	49
Оформлення результатів виконання роботи	50
Контрольні запитання та завдання.....	50

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7

Розроблення фрагменту монтажної схеми щитової конструкції

адресним методом	51
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи	51
Нормативні документи	51
Теоретичні відомості	51
Приклад виконання роботи	54
Оформлення результатів виконання роботи	56
Контрольні запитання та завдання.....	57

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8

Розроблення фрагменту монтажної схеми щитової конструкції

табличним методом	58
Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи	58
Нормативні документи	58
Теоретичні відомості	58
Приклад виконання роботи	60
Оформлення результатів виконання роботи	62
Контрольні запитання та завдання.....	63

Список рекомендованої літератури	64
---	-----------

Додатки	65
Додаток А Заходи безпеки під час виконання практичних робіт	65
Додаток Б Запитання і завдання до роботи 1	68
Додаток В Структурна схема автоматизації для навчального прикладу роботи 3.	71
Додаток Г Варіанти завдань до роботи 6	72
Додаток Д Варіанти завдань до роботи 7	73
Додаток Е Варіанти завдань до роботи 8.....	74

Передмова

Проектування систем автоматизації – це процес розроблення технічної документації, на підставі якої може бути виготовлена або вдосконалена система автоматизованого керування. Необхідною вимогою, яка має бути дотримана на всіх стадіях проектування, полягає у тому, що запланована системи повинна виконувати покладені на неї функції в повному обсязі із забезпеченням заданої якості функціонування. Проектування у галузі автоматизації виробничих та технологічних процесів пов'язано з розробленням систем збирання, передачі та оброблення інформації, а також технічних засобів реалізації вказаних функцій.

Передбачається, що студенти, приступаючи до вивчення даної дисципліни уже володіють основними поняттями про автоматизації технологічних процесів, знають види та призначення основних технічних засобів автоматизації, володіють теорією та практикою проведення технологічних вимірювань, правилами та прийомами складання схем автоматизації.

Даний посібник є складовою частиною методичних матеріалів, що призначені для опанування студентами матеріалу дисципліни *Проектування систем автоматизації*. Відповідно до робочого навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю, навчальна дисципліна передбачає 36 годин лекцій та 36 годин практичних занять. З цього часу дві години практичних занять відводиться на проведення заліку та дві години на виконання модульної контрольної роботи. Таким чином, загальна тривалість практичних робіт протягом семестру складає 32 академічні години.

Представлений практикум має на меті закріплення на практиці знань та досвіду, отриманих в процесі вивчення дисципліни та сприятиме засвоєнню матеріалу курсу. У посібнику наведено відомості, необхідні для набуття умінь та досвіду підготовки та розроблення проектно-конструкторської документації систем автоматизованого керування технологічних процесів. Практикум з дисципліни *Проектування систем автоматизації* складається з двох частин. Цей посібник є першою частиною практикуму та забезпечує виконання перших восьми практичних робіт, загальним обсягом 18 академічних годин. Роботи цієї частині практикуму присвячені загальному ознайомленню з нормативною документацією з проектування систем автоматизації, розробленню технічного завдання на проектування системи автоматизації, а також розробленню та аналізу структурних схем автоматизації, схем сигналізації, документації до локальних та операторських пунктів керування систем автоматизації.

У посібнику наведені мета, завдання та особливості виконання практичних робіт, викладений необхідний теоретичний матеріал та зазначено нормативні документи, які регламентують виконання кожної роботи, надано необхідні вказівки та рекомендації до робіт, порядок виконання робіт та перелічено вимоги

до оформлення їх результатів, сформульовано контрольні питання для самопідготовки студентів. Роботи мають різну складність і для їх виконання планується застосувати два підходи:

- індивідуальний, коли робота виконується студентом самостійно;
- груповий, коли робота виконується групою з двох студентів, роль кожного з яких описана у завданні до роботи.

Крім того, виконання деяких робіт планується протягом більше ніж одного аудиторного заняття. У такому випадку, інформація про обсяг частини роботи, яку слід виконати на кожному з занять, наведена у завданні до роботи. Тривалість виконання кожної з практичних робіт та кількість студентів, які залучаються до виконання одного варіанту завдання роботи зведена в таблицю 0.1.

Таблиця 0.1 – Тривалість виконання практичних робіт та кількість студентів у бригаді для виконання одного варіанту завдання.

<i>№ роботи</i>	<i>Студентів у бригаді</i>	<i>Тема роботи</i>	<i>Аудит. годин</i>
1	1	Ознайомлення з нормативною базою проєктування систем автоматизації	2
2	2	Розроблення учбового технічного завдання на проєктування системи автоматизації	2
3	2	Розроблення структурної схеми системи автоматизації	4
4	1	Аналіз схеми автоматизації та її використання для вирішення задач проєктування	2
5	1	Визначення параметрів роботи системи технологічної сигналізації шляхом аналізу принципової електричної схеми	2
6	1	Підготовчі матеріали до розроблення креслень щитової конструкції	2
7	1	Розроблення фрагменту монтажної схеми щитової конструкції адресним методом	2
8	1	Розроблення фрагменту монтажної схеми щитової конструкції табличним методом	2
<i>Роботи, винесені у другу частину практикуму</i>			14
Разом			32

У випадку групового виконання, обидва студенти виконують варіант завдання того з них, хто стоїть вище у списку групи.

Студентам рекомендовано звернути увагу на оформлення результатів практичних робіт. У випадку, якщо результатом роботи є проєктний документ, то він має бути оформлений у відповідності до вимог виконання таких документів з додержанням діючих правил щодо наявності рамок, наявності та заповнення основних написів, використання креслярських шрифтів тощо. У випадку, якщо в результаті роботи створюється документ, який є робочим матеріалом і не

регламентується проектно-конструкторською документацією, дотримання вказаних правил оформлення не є обов'язковим. Вимоги до оформлення для кожної з робіт зазначаються у самій роботі.

Цикл практичних робіт виконуються в комп'ютерному класі кафедри технічних та програмних засобів автоматизації інженерно-хімічного факультету, де розміщені персональні комп'ютери. Обладнання живиться електричним струмом напругою 220 В. Тому під час виконання практичних робіт слід дотримуватися заходів безпеки. Інструкції з техніки безпеки та з питань пожежної безпеки наведені у додатку А.

Укладачі цього навчального посібника *висловлюють подяку*:

- один одному за плідну співпрацю;
- викладачам кафедри технічних та програмних засобів автоматизації за усю допомогу та підтримку, надану у процесі підготовки посібника;
- рецензенту посібника, доценту Олександру Степанцю, за висловлені в процесі рецензування рекомендації та виявлені помилки;
- відповідальному редактору посібника, старшому викладачу Ярославу Жураковському за виявлені та усунуті в процесі редагування помилки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Ознайомлення з нормативною базою проектування систем автоматизації

Мета роботи: ознайомитися з діючою нормативною базою та набути практичних умінь та досвіду пошуку та застосування нормативних документів у процесі проектування систем автоматизації.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі надати відповіді за запитання та завдання з різних аспектів проектування систем автоматизації, які регламентуються міждержавними та державним стандартами. Вказування посилання на нормативні документи, включно з розділом, главою, додатком тощо кожного з документів для формування кожної відповіді обов'язкове. Перелік питань та завдань наведено у додатку Б за варіантами.

Робота виконується кожним студентом особисто.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття, 90 хвилин.

Нормативні документи

У даній роботі підлягають розгляду наступні нормативні документи, що регламентують проектування систем автоматизації:

- ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів;
- ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації;
- ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах
- ГОСТ 2.701-2008. Єдина система конструкторської документації. Схеми. Види та типи. Загальні вимоги до виконання;
- ГОСТ 2.702-2011. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем;
- ГОСТ 2.710-81. Єдина система конструкторської документації. Позначення буквено-цифрові в електричних схемах;
- ГОСТ 34.201-2020. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Види, комплектність та позначення документів під час створення автоматизованих систем;

- ГОСТ 34.602-2020. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання створення автоматизованої системи
- ГОСТ 24.205-80. Система технічної документації на АСК. Вимоги до зміст документів з інформаційного забезпечення;
- ГОСТ 24.206-80. Система технічної документації на АСК. Вимоги до зміст документів з технічного забезпечення;

Повні тексти перерахованих нормативних документів подано у матеріалах курсу. Студентам рекомендовано завантажити ці документи та попередньо ознайомитися з ними у процесі підготовки до практичної роботи.

Теоретичні відомості

Система автоматизації, як і будь-яка технічна, виникає не відразу, а проходить етапи розвитку. Ці етапи схематично на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Етапи життєвого циклу системи автоматизації.

Створення будь-якої системи автоматизації починається з задуму. Задум або первісна концепція нової складної системи ніколи не виникає в закінченому і відпрацьованому вигляді. Задум нової системи завжди відрізняється від її кінцевого втілення. Проте саме за результатами задуму формується завдання на проектування системи.

У процесі проектування система повинна бути відображена, тобто спроектована, на папері. Іншими словами повинна бути розроблена і випущена технічна документація, по якій майбутня система може бути виготовлена в промислових умовах. Окрім того, може знадобитися виготовлення дослідних зразків, які необхідно перевірити, або, як прийнято говорити, випробувати. З цією метою етап проектування включає не тільки випуск технічної документації, а й ретельну теоретичне і експериментальне відпрацювання. Таким чином, етап проектування включає в себе, проведення необхідних дослідних та експериментальних робіт, що служить для відпрацювання технічної документації і технології виготовлення системи.

По завершенню проектування переходять до наступного етапу – комплектації. Зрозуміло, що переважна більшість систем автоматизації містить значну кількість типових, подекуди стандартних виробів – датчиків, ліній комунікації, перетворювачів, виконавчих механізмів, тощо. У деяких випадках підбирають адекватні замітники. Підбір таких елементів здійснюється саме на

етапі комплектації. Разом з тим, на цьому етапі формуються замовлення на розроблення та виготовлення унікальних елементи системи.

У випадку системи автоматизації, під виготовленням системи розуміють її монтаж та виконання пускових і налагоджувальних робіт. В ідеальному випадку виготовлення системи автоматизації здійснюється за ретельно відпрацьованою на етапі проектування технічною документацією. Однак у силу того, що технологія монтажу на пуску і налагодження подекуди відрізняється від оформленої на етапі проектування, а також внаслідок того, що на етапі проектування, як правило, в неповній мірі враховуються статистичні характеристики комплектуючих елементів системи, у процесі виготовлення неминуча доробка технічної документації, яка здійснюється із залученням проектувальників.

З точки зору споживачів системи, експлуатація є основним етапом її життєвого циклу. Зусилля проектувальників спрямовуються саме на те, щоб в процесі експлуатації забезпечити безумовне виконання системою заданих технічних характеристик. З цією метою на етапі проектування розробляються методи і засоби обслуговування системи. Вони, як правило, включають методи і засоби контролю і відновлення технічного стану.

В силу викладеного, логічним завершенням життєвого циклу системи є зняття системи з експлуатації або утилізація. Це, частіше за все, пов'язане з її моральним старінням і неефективністю подальшої експлуатації системи автоматизації.

Переважає більшість етапів життєвого циклу системи автоматизації регламентується нормативними документами. До нормативних документів, що регламентують проектування систем автоматизації відносяться:

- державні стандарти України – ДСТУ;
- стандарти Міждержавної ради зі стандартизації, метрології та сертифікації, до яких приєдналася Україна – ГОСТ;
- стандарти Міжнародної організації стандартизації, до яких приєдналася Україна – ДСТУ ISO;
- державні стандарти колишнього СРСР, які залишаються діючими в Україні – ГОСТ;
- галузеві стандарти колишнього СРСР, які залишаються діючими в Україні – ОСТ;
- керівні відомчі матеріали, які діють та залишаються діючими в Україні – БНіП, РМ, РТМ тощо;
- закордонні та міжнародні стандарти, які не мають офіційного статусу в Україні, проте широко використовуються у закордонних та міждержавних проєктах ANSI, ISO, DIN тощо.

Основними державними та міжнародними стандартами що регламентують проектування систем автоматизації в Україні є:

- *ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.*

Даний стандарт встановлює склад та правила оформлення робочої документації систем автоматизації технологічних процесів та інженерних систем об'єктів різного призначення, що проектуються, переобладнуються чи модернізуються. Вимоги даного стандарту розповсюджуються на робочу документацію технічного забезпечення автоматизованих систем керування технологічними процесами.

- *ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації.*

Цей стандарт установлює основні вимоги до проектної та робочої документації на будівництво, реконструкцію, модернізацію та ліквідацію будівель і споруд різного призначення.

- *ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах.*

Цей стандарт встановлює умовні зображення приладів, засобів автоматизації і ліній зв'язку, які застосовуються при виконанні схем автоматизації технологічних процесів.

- *ГОСТ 2.701-2008. Єдина система конструкторської документації. Схеми. Види та типи. Загальні вимоги до виконання.*

Цей стандарт поширюється на схеми, виконані у паперовій та електронній формах виробів усіх галузей промисловості, а також на електричні схеми енергетичних споруд (електричних станцій, електроустаткування промислових підприємств тощо). встановлює види, типи схем та загальні вимоги до їх виконання.

- *ГОСТ 2.702-2011. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем.*

Цей стандарт поширюється на електричні схеми виробів усіх галузей промисловості, а також електричні схеми енергетичних споруд та встановлює правила їх виконання.

- *ГОСТ 2.710-81. Єдина система конструкторської документації. Позначення буквено-цифрові в електричних схемах.*

Цей стандарт поширюється на електричні схеми, а також на конструкторські документи, що містять відомості про елементи, пристрої та функціональні групи електричних схем. виконуваних вручну та автоматизованим способом у всіх

галузях промисловості та встановлює типи умовних буквено-цифрових позначень елементів, пристроїв та функціональних груп, і навіть правила їх побудови. Стандарт не поширюється на схеми залізничної сигналізації, централізації та блокування.

– *ГОСТ 34.201-2020. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Види, комплектність та позначення документів під час створення автоматизованих систем.*

Цей стандарт поширюється на автоматизовані системи, що використовуються в різних сферах діяльності (управління, дослідження, проектування тощо), включаючи їх поєднання, та встановлює вимоги до видів, найменування, комплектності та позначення документів, розроблюваних на стадіях створення автоматизованих систем.

– *ГОСТ 34.602-2020. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання створення автоматизованої системи.*

Цей стандарт поширюється на автоматизовані системи, призначені для автоматизації різних видів діяльності (управління, проектування, дослідження тощо), включаючи їх поєднання, та встановлює вимоги до складу, змісту, правил оформлення документа «Технічне завдання створення (розвиток чи модернізацію) автоматизованої системи».

– *ГОСТ 24.205-80. Система технічної документації на автоматизовані системи керування. Вимоги до зміст документів з інформаційного забезпечення.*

Цей стандарт поширюється на технічну документацію на автоматизовані системи керування всіх видів, що розробляються для всіх рівнів управління (крім загальнодержавного), та встановлює вимоги до змісту документів у складі документації інформаційного забезпечення АСК.

– *ГОСТ 24.206-80. Система технічної документації на автоматизовані системи керування. Вимоги до зміст документів з технічного забезпечення.*

Цей стандарт поширюється на технічну документацію на автоматизовані системи керування всіх видів, що розробляються для всіх рівнів управління (крім загальнодержавного), та встановлює вимоги до змісту документів у складі документації інформаційного забезпечення АСК.

Серед стандартів, які не мають офіційного статусу в Україні, проте широко застосовуються під час виконання міжнародних проєктів згадаємо:

– *ANSI/ISA-5.1-2009 Instrumentation Symbols and Identification.*

Цей стандарт розроблений Комітетом зі стандартизації Сполучених Штатів Америки (ISA, Instrument Society of America) на основі міжнародного стандарту ISO 3511 і містить великий набір буквених та графічних символів для зображення

функцій та технічних засобів автоматизації, що дозволяє створювати схеми автоматизації довільного ступеня деталізації на розсуд розробника.

Наведений перелік нормативних документів, звичайно, не вичерпує всі документи, які застосовуються для проєктування систем автоматизації. Проте вказані документи застосовуються найчастіше і під час створення переважної більшості проєктів таких систем.

Приклад виконання роботи

У якості прикладу виконання одного з завдань, розберемо відповідь на завдання Х, записаного у додатку Б:

Х. Вкажіть вимоги, що висуваються нормативною документацією до оформлення титульного аркушу технічного завдання.

Згідно основного документу – міждержавного стандарту *ГОСТ 34.201-2020. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Види, комплектність та позначення документів під час створення автоматизованих систем*, технічне завдання на створення автоматизованої системи розробляють відповідно до вимог ГОСТ 34.602. Питання оформлення технічного завдання регламентується главою 5 *Правила оформлення міждержавного стандарту ГОСТ 34.602-2020. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання створення автоматизованої системи*. Відповідь наведено у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 –Відповіді на запитання та завдання практичної роботи. Приклад.

<i>№ зап. / завд.</i>	<i>Нормативний документ</i>	<i>Розділ, таблиця, додаток тощо документу</i>	<i>Коротка відповідь</i>
X	ГОСТ 34.602-2020	Глава 5, пункти 5.4, 5.5.	Титульний аркуш є першим в документі. На титульному аркуші розміщують підписи замовника та узгоджувальних організацій. За необхідності на допускається розміщувати на титульному аркуші встановлені в галузі позначки, наприклад: гриф секретності, код роботи, реєстраційний номер тощо.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є сформульовані студентом відповіді на запитання із зазначенням посилань на нормативні документи, які регламентують такі відповіді. Роботу доцільно оформлювати у будь-якому текстовому редакторі. Окремі вимоги щодо структури та порядку оформлення таких відповідей відсутні, проте рекомендується оформлювати відповіді у вигляді таблиці, подібної до 1.1. Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) документу з відповідями.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке життєвий цикл системи? З яких етапів складається життєвий цикл системи автоматизації?
2. Які етапи життєвого циклу системи автоматизації вивчає наука про проєктування систем автоматизації? Якому контексті?
3. Які етапи життєвого циклу системи автоматизації регламентуються нормативною документацією?
4. Які етапи проєктування системи автоматизації? Які документи розробляються на кожному з них?
5. Якими видами нормативних документів регламентується проєктування систем автоматизації?
6. Яким питанням присвячено документ *ДСТУ Б А.2.4-3:2009*. Чому він вважається основним для проєктування систем автоматизації?
7. У чому полягає відмінність між державними та галузевими стандартами? Між галузевими стандартами та відомчими нормами?
8. Що Вам відомо про міжнародні стандарти? Які міжнародні стандарти мають офіційний статус в Україні?
9. Наведіть принаймні три державні стандарти, окрім перерахованих у роботі, які застосовуються у процесі проєктування систем автоматизації. Під час вирішення яких саме завдань проєктування вони застосовуються?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Розроблення учбового технічного завдання на проектування системи автоматизації

Мета роботи: набути практичних умінь та досвіду розроблення технічного завдання на створення автоматизованих систем, змісту, порядку розроблення, оформлення та узгодження такого документу.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід розробити проєкт технічного завдання та розроблення системи автоматизації технологічного процесу.

Початковими даними до роботи є технологічна схема виробничого процесу за варіантами.

Роботи виконується бригадою з двох студентів, один з яких виступає у ролі представника замовника, другий – представника генерального підрядника.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття – 90 хвилин.

Нормативні документи

Структура, зміст, порядок оформлення, а також рекомендований порядок розроблення, узгодження та затвердження технічного завдання на створення автоматизованих систем регламентуються державним стандартом *ГОСТ 34.602-2020. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання створення автоматизованої системи*, впровадженим в дію з 01.01.2022 року. Цей стандарт поширюється на автоматизовані системи, призначені для автоматизації різних видів діяльності (управління, проектування, дослідження тощо), включаючи їх поєднання, та встановлює вимоги до складу, змісту, правил оформлення документа «Технічне завдання створення (розвиток чи модернізацію) автоматизованої системи».

Стандарт складається з п'яти глав, перші три з яких присвячена загальним положенням, четверта регламентує склад та зміст технічного завдання, п'ята – порядок його оформлення.

Теоретичні відомості

В розробці проєкту систем автоматизації технологічних процесів можуть приймати участь декілька проєктних організацій, зокрема:

- *генеральний проєктувальник* – ведуча проєктна організація котра, як правило, виконує технологічну частину проєкту, доручає розробку відповідних розділів проєкту спеціалізованим організаціям, і здійснює координацію

всього комплексу робіт по проектуванню об'єкту. Генеральний проєктувальник несе відповідальність за дотриманням техніко-економічних показників, якість проєкту, взаємозв'язок окремих частин проєкту, правильність визначення кошторисної вартості, а також за комплексну і своєчасну розробку проєктів і кошторисів підрядними організаціями.

- *спеціалізована проєктна організація (субпідрядник)* займається проєктуванням окремої, визначеної генеральний проєктувальником області або частини проєкту, наприклад живлення, енергопостачання, частина проєкту, яка стосується роботи з небезпечними речовинами тощо і несе відповідальність за якість, правдивість кошторисної вартості і виготовлення у встановлений термін даної частини проєктної документації; до спеціалізованих проєктних організацій також відносяться дослідницькі організації, які, за необхідності, проводять науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи у проєкті;
- *замовником* проєкту може бути дирекція діючого або майбутнього підприємства, замовником також вважається генеральний проєктувальник по відношенню до частини проєкту, яку виконують субпідрядні спеціалізовані організації.

Стадії та етапи створення автоматизованих систем керування виділяються як частини процесу створення з міркувань раціонального планування та організації робіт, що закінчуються заданим результатом. Такі стадії прийнято поділяти на передпроєктні, проєктні, введення в дію та супровід. Проєкти систем автоматизації технологічних процесів виконуються на підставі й відповідно до завдання на проєктування. Тому передпроєктні стадії завершуються формуванням технічного завдання. Це найбільш відповідальний етап проєктування. Технічне завдання на проєктування систем автоматизації зазвичай складається генеральним проєктувальником перед розробленням технологічної частини проєкту й погоджують із замовником проєкту автоматизації. Можливо також спільне складання завдання замовником і виконавцями проєкту. Завдання на проєктування має містити такі дані:

- назву підприємства замовника;
- назви організацій учасників розроблення проєкту: генерального проєктувальника, науково-дослідної організації, організацій-виконавців суміжних частин проєкту тощо;
- мету завдання проєкту;
- підстави для проєктування: угода, договір тощо;
- перелік виробництв, цехів, агрегатів, установок, які охоплюються проєктом систем автоматизації, із зазначенням для кожного з них умов проєктування;

- особливі умови проектування за наявності, наприклад, вибухо- і пожежонебезпечних приміщень, агресивного, вологого, запиленого навколишнього середовища тощо;
- стадійність проектування, тобто послідовність виконання частин проекту у часі;
- вимоги до розроблення варіантів проекту;
- планований рівень капітальних витрат на систему автоматизації і витрат на науково-дослідні роботи, дослідно-конструкторські роботи, які будуть виконуватися у межах проекту із зазначенням джерел фінансування;
- часові терміни монтажу і черговості введення в дію окремих частин системи автоматизації;
- пропозиції щодо централізації керування технологічними процесами, структурі керування окремими виробництвами, цехами тощо за обсягом і рівнем автоматизації;
- пропозиції щодо розміщення центральних і місцевих пунктів керування, щитів і пультів, зокрема диспетчерських, цехових, місцевих тощо.

Відповідно до зазначеного вище нормативного документу, технічне завдання на систему автоматизації має містити такі обов'язкові розділи:

- загальні відомості;
- мета та призначення створення автоматизованої системи;
- характеристика об'єктів автоматизації;
- вимоги до автоматизованої системи;
- склад та зміст робіт зі створення автоматизованої системи;
- порядок розроблення автоматизованої системи;
- порядок контролю та приймання автоматизованої системи;
- вимоги до складу та змісту робіт з підготовки об'єкта автоматизації до введення автоматизованої системи у дію;
- вимоги до документування;
- джерела розроблення.

У разі відсутності вимог щодо якогось окремого розділу, відповідний розділ зберігається і у ньому наводиться запис про відсутність вимог. До технічного завдання допускається включення додатків.

Виконання даної роботи повністю покладається на студентів і тому приклад не наводиться.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є учбове технічне завдання, оформлене згідно правил оформлення технічного завдання, встановлених *ГОСТ 34.602-2020*. Розділи і

підрозділи технічного завдання повинні розміщуватися в порядку, встановленому вказаним стандартом. Документ оформляють на аркушах формату А4 без рамки, основного напису і додаткових граф до нього. Номери аркушів проставляють, починаючи з першого листа, наступного за титульним, у верхній частині листа, над текстом, посередині. Перший та останній аркуші технічного завдання оформлюються згідно рекомендацій *ГОСТ 34.602-2020*. Можлива подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) документу.

Контрольні запитання та завдання

1. Що являє собою технічне завдання на проєктування системи автоматизації?
2. Який з суб'єктів проведення проєктних робіт складає і який узгоджує технічне завдання?
3. З яких розділів складається стандарт *ГОСТ 34.602-2020 Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання створення автоматизованої системи*?
4. Які саме аспекти технічного завдання регламентує *ГОСТ 34.602-2020*?
5. В якому порядку розміщуються розділи і підрозділи технічного завдання?
6. Яким чином оформлюються документи технічного завдання?
7. Який порядок оформлення першого аркушу технічного завдання?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Розроблення структурної схеми системи автоматизації

Мета роботи: набути практичних умінь аналізу технологічних схем процесів виробництва, виділення їх ділянок для розроблення структурних схем автоматизації та досвіду розроблення таких схем.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід провести аналіз технологічної схеми виробничого процесу, виділення ділянок для розміщення щитів або пультів керування та розробити структурну схему автоматизації.

Початковими даними до роботи є технологічна схема виробничого процесу за варіантами. Розроблена структурна схема має передбачати два рівня ієрархії системи автоматизації – рівень щитів та пультів керування та рівень диспетчеризації та обслуговуючих служб.

Роботи виконується бригадою з двох студентів, які виступають у ролі команди розробників. Час на виконання роботи – два аудиторних заняття – 180 хвилин. Протягом першого аудиторного заняття виконується аналіз технологічної схеми виробничого процесу та виконується проєкт структурної схеми. Протягом другого заняття розроблена структурна схема оформлюється згідно нормативних документів з розроблення проєктно-конструкторської документації, розробляються та оформлюються таблиці умовних позначень основних функцій, що реалізуються на пунктах управління та використовуваних для цього засобів автоматизації. У випадку, якщо технологічна схема містить значну кількість технологічного обладнання можливе виконання її фрагменту.

Нормативні документи

Види і типи схем і правила виконання схемної документації встановлюються сьомою групою стандартів *ЄСКД. Правила виконання схем*. Вони визначають комплектність, вимоги і правила розробки й оформлення схемної документації на виробі всіх галузей промисловості як ручним, так і автоматизованим способом. Міждержавний стандарт *ГОСТ 2.701-2008 ЄСКД. Схеми. Види і типи*. Загальні вимоги до виконання є основним стандартом цього комплексу. Згідно з класифікацією схем, передбачених вказаним стандартом, структурні схеми по суті є комбінованими схемами розміщення, а, отже, мають буквенний код *C*, схеми цифровий код *7*. Ці літера і цифра зазначаються останніми в основному написі креслення.

Теоретичні відомості

На початкових етапах проєктування систем автоматизації необхідно вирішити, з яких місць ті чи інші ділянки об'єкта керування будуть власне керуватися, де розміщуватимуться пункти керування, операторські приміщення, якою має бути взаємозв'язок між ними тощо. Тобто, необхідно вирішити питання вибору структури системи керування. Під структурою системи керування розуміють сукупність елементів автоматизованої системи, які можуть бути розділені за певною ознакою, і шляхи передачі інформаційних потоків між цими елементами. Графічне зображення структури системи керування називається структурною схемою автоматизації.

На структурній схемі автоматизації відображаються в загальному вигляді основні рішення проєкту щодо функціональної, організаційної і технічної структур автоматизованої системи керування технологічним процесом. Під час складання схеми визначається ієрархія системи автоматизації, взаємні зв'язки між пунктами контролю і керування, оперативним персоналом і технологічним об'єктом керування. На такій схемі автоматизації показують:

- технологічні підрозділи об'єкта, що автоматизується: відділення, ділянки, цехи, окремі виробництва тощо;
- диспетчерські пункти, операторські та локальні щити та пульти контролю і керування із встановленими на них засобами автоматизації і відображення інформації; на схемі також відображають ті щити і пульти керування, які не входять до складу проєкту, але мають зв'язок з проєктованими системами автоматизації;
- технологічний персонал і спеціалізовані служби, що забезпечують оперативне керування і нормальне функціонування технологічного об'єкту;
- основні функції і технічні засоби, що забезпечують реалізацію функцій керування і зв'язку в кожному пункті контролю і керування;
- взаємозв'язок підрозділів технологічного об'єкта, пунктів контролю і керування і технологічного персоналу між собою.

У загальному випадку, елементи структурної схеми зображуються у вигляді прямокутників, усередині яких зображуються посади персоналу, щити на пульти керування із встановленими технічними засобами контролю, керування і зв'язку, цехи, ділянки (підрозділи), технологічні лінії, групи агрегатів автоматизованого об'єкта з усіма основними взаємозв'язками. Замість прямокутників допускається зображати на структурній схемі у вигляді кіл посад керівників високої ланки: директор, головний інженер, начальник цеху, начальник зміни, майстер тощо і окремі функціональні служби: відділ головного механіка, відділ автоматизації, відділ технічного контролю тощо. Розшифрування основних функцій, що реалізуються на пунктах управління та використовуваних для цього засобів

автоматизації призводять у вигляді таблиць, розташованих над основним написом креслення або на окремому аркуші.

У нижній частині схеми показують технологічні підрозділи об'єкта автоматизації; у прямокутниках середньої частини – основні функції та технічні засоби локальних та операторських пунктів керування ділянками або окремими агрегатами; у верхній частині – функції та технічні засоби пункту централізованого керування усім цехам або виробництвом в цілому. Кожен пункт управління зображується так, як це показано на рисунку 3.1.

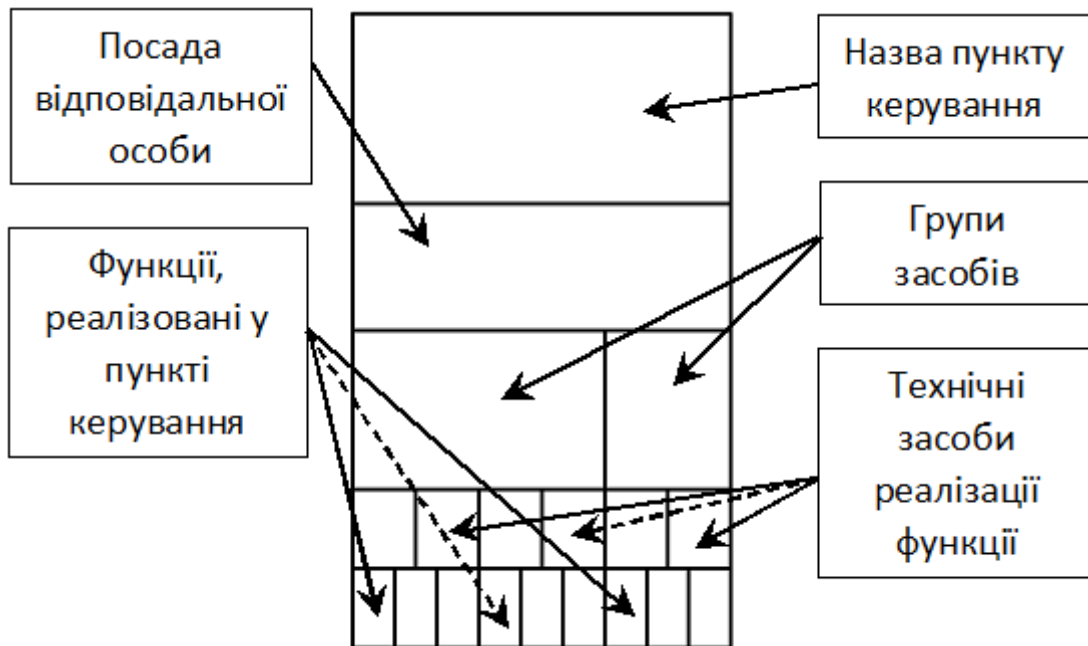


Рисунок 3.1 – Зображення пунктів керування на структурних схемах.

На лініях зв'язку між окремими елементами системи управління може бути зазначено напрямок інформації, що передається, або керуючих впливів. Відповідно до вимог *ГОСТ 2.303-68 ЄСКД. Лінії*, рекомендується використовувати на структурній схемі лінії товщиною:

- для умовних зображень – 0,5 мм, тобто лінії стилю *Основна*;
- для зв'язків – 1 мм, тобто лінії стилю *Потовщена*;
- для інших – 0,2-0,3 мм, тобто лінії стилю *Тонка*.

Розміри та зображення цифр і літер на структурній схемі відповідають стандартним креслярським шрифтам. Геометричні розміри умовних зображень не регламентуються, проте рекомендовано дотримуватися однакових розмірів для однотипних елементів в межах однієї схеми.

Приклад виконання роботи

У якості прикладу розглянемо побудови структурної схеми автоматизації процесу очищення рідких вуглеводнів. Узагальнена технологічна схема процесу зображена на рисунку 3.2

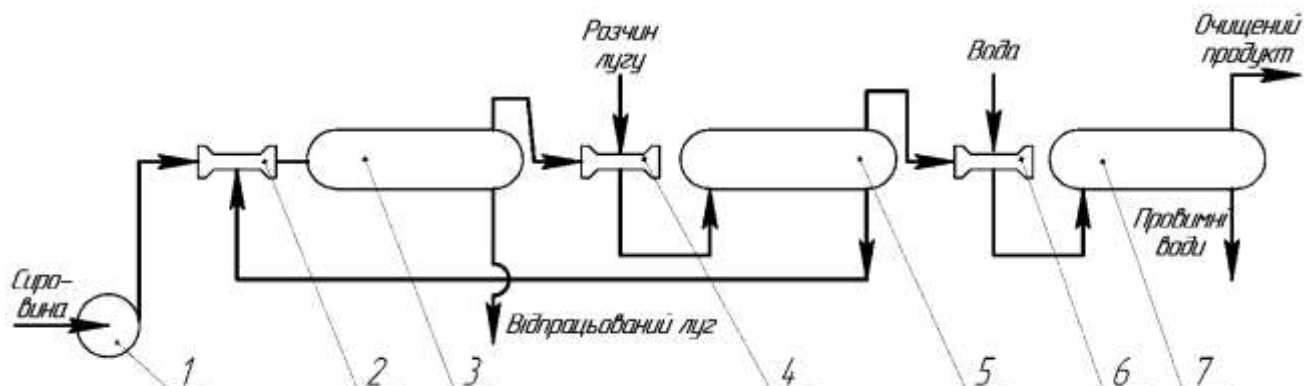


Рисунок 3.2 – Технологічна схема очищення рідких вуглеводнів. 1 – насос, 2, 4, 6 – ежекторні змішувачі, 3, 5, 7 – відстійники.

Дана технологічна схема є суттєво укрупненою і на ній зображено лише основні апарати. Для побудови структурної схеми автоматизації виділимо на ній три ділянки. До першої ділянки – попереднього очищення – увійдуть апарати 1, 2 і 3 разом з не зображеним допоміжним обладнанням, до другої – ділянки очищення розчином луку – апарати 4 і 5, до третьої – ділянки очищення водою – 6 і 7 відповідно. Таким чином, зобразимо нижню частину схеми (рисунку 3.3).

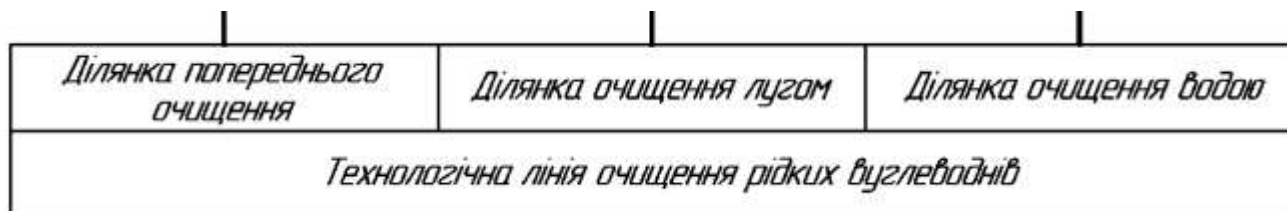


Рисунок 3.3 – Структурна схема автоматизації. Фрагмент. Виробнича лінія з розбиттям на ділянки. Приклад.

За умовами завдання структурна схема має передбачати два рівня ієрархії системи автоматизації, перший з яких – рівень локальних та операторських щитів. На щитах заплануємо реалізацію наступних узагальнених функцій:

- контроль технологічних параметрів;
- регулювання та дистанційне керування процесом;
- можливість корегування налаштувань регуляторів та управління процесом ручному режимі;
- обмін даними за допомогою промислової мережі.

Крім того, на щиті керування останньою ділянкою додаємо функцію аналізу стану процесу на основі параметрів вихідних потоків та обліку за результатами зміни. Для цього щита посадовою особою буде старший оператор зміни. Інші щити будуть знаходитися під контролем операторів. Фрагмент структурної схеми, що зображує перший нижній ієрархічний рівень системи автоматизації показано на рисунку 3.4.

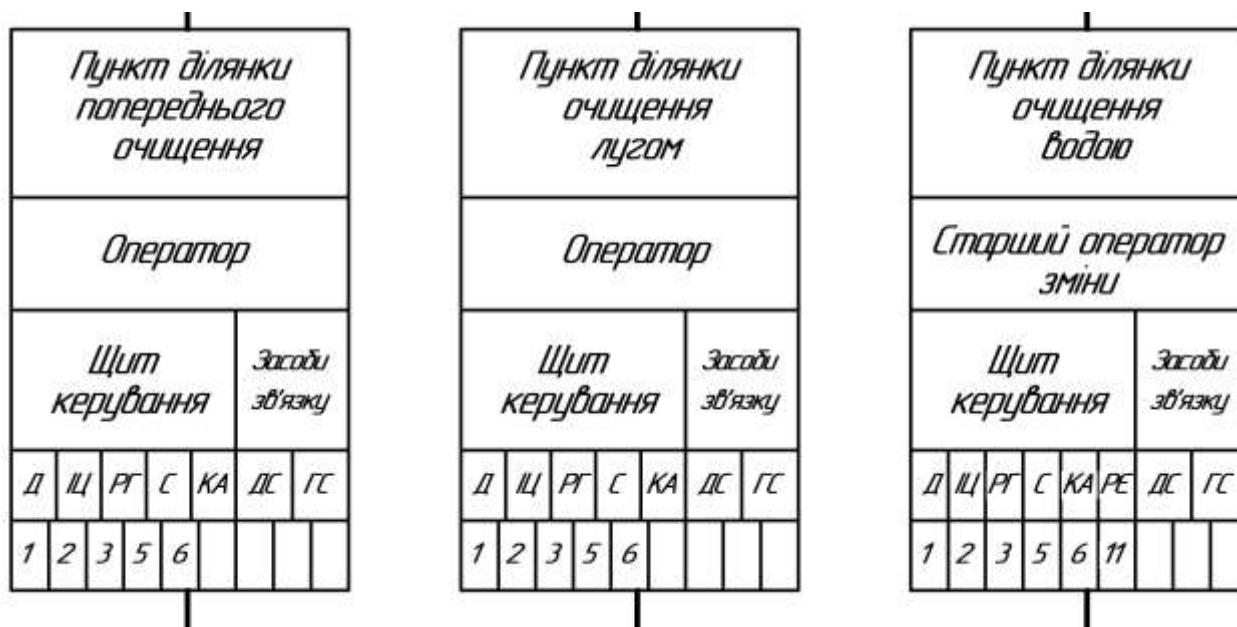


Рисунок 3.4 – Структурна схема автоматизації. Фрагмент. Нижній рівень ієрархії системи автоматизації. Приклад.

Верхній рівень ієрархії представлений диспетчерським пунктом, який забезпечує загальний контроль технологічною лінією та службами, які забезпечують працездатність системи автоматизації та її своєчасний ремонт. Для служб засоби автоматизації не передбачаються.

Диспетчерський пункт, окрім щита керування та засобів зв'язку, зазвичай обладнується мнемосхемою технологічної лінії та керуючим програмно-обчислювальним комплексом. Цей пункт забезпечує функції обліку, планування, звітності, контролю виконання ремонтних робіт, оптимізації керування тощо. Фрагмент структурної схеми, на якому зображений верхній ієрархічний рівень системи автоматизації зображено на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Структурна схема автоматизації. Фрагмент. Верхній рівень ієрархії системи автоматизації. Приклад.

На диспетчерському щиті керування не дублюються функції локальний та операторських щитів, за виключенням функцій індикації та реєстрації важливих технологічних параметрів. Основною задачею мнемосхеми на диспетчерському пункті – сигналізація про вихід параметрів процесу за передаварійні та аварійні межі. Таблиці умовних позначень засобів автоматизації для реалізації функцій пунктів керування та самих функцій, які покладаються на пункти керування наведено у таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Засоби автоматизація для реалізації функцій пунктів керування

Умовне позначення	Найменування
Д	Давач
С	Сигналізатори
Ц	Індикатори цифрові
РГ	Регулятори
РЕ	Реєстратори
КА	Командо-апарати
ПЛ	Програмно-логічні контролери
СМ	Сервери промислових мереж
М	Монітори
ВВ	Пристрої введення-виведення
ПД	Пристрої друку
ДС	Диспетчерський зв'язок
ГС	Гучномовний зв'язок

Таблиця 3.2 – Функції пунктів керування

<i>Умовне позначення</i>	<i>Найменування</i>
1	<i>Контроль параметрів</i>
2	<i>Дистанційне керування</i>
3	<i>Вимірвальне перетворення</i>
4	<i>Контроль і сигналізація стану обладнання</i>
5	<i>Стабілізуюче регулювання</i>
6	<i>Вибір режиму роботи регуляторів і ручне управління</i>
7	<i>Ручне введення даних</i>
8	<i>Реєстрація параметрів</i>
9	<i>Розрахунок техніко-економічних показників</i>
10	<i>Облік виробництва і складання даних за зміну</i>
11	<i>Аналіз стану технологічного процесу</i>
12	<i>Прогнозування основних показників виробництва</i>
13	<i>Оцінка роботи зміни</i>
14	<i>Контроль виконання планових завдань</i>
15	<i>Контроль проведення ремонтів</i>
16	<i>Підготовка та видача оперативної інформації</i>
17	<i>Отримання виробничих обмежень і завдань</i>

Поєднання фрагментів, зображених на рисунку 3.3, 3.4 і 3.5, а також таблиць 3.1 і 3.2 утворюють структурну схему, яку і потрібно побудувати у роботі. В додатку В наведено структурну схему в повному обсязі.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є структурна схема системи автоматизації або її фрагмент та таблиці умовних позначень на ній.

У випадку, якщо схема і таблиці умовних позначень виконуються на одному аркуші, документ оформлюється на аркуші формату А2 із рамкою і штампом *Креслення конструкторське. Перший аркуш* передбаченим ДСТУ ГОСТ 2.104-2006. У випадку, якщо схема і таблиці виконуються окремо, схема оформлюється на аркуші формату А3 *Креслення конструкторське. Перший аркуш* передбачений вказаним ДСТУ. Таблиці виконуються на окремих аркушах формату А4 зі штампом за формою 5 згідно ДСТУ Б А.2.4-4-2009 *Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації*. Такий штамп показано на рисунку 3.6.

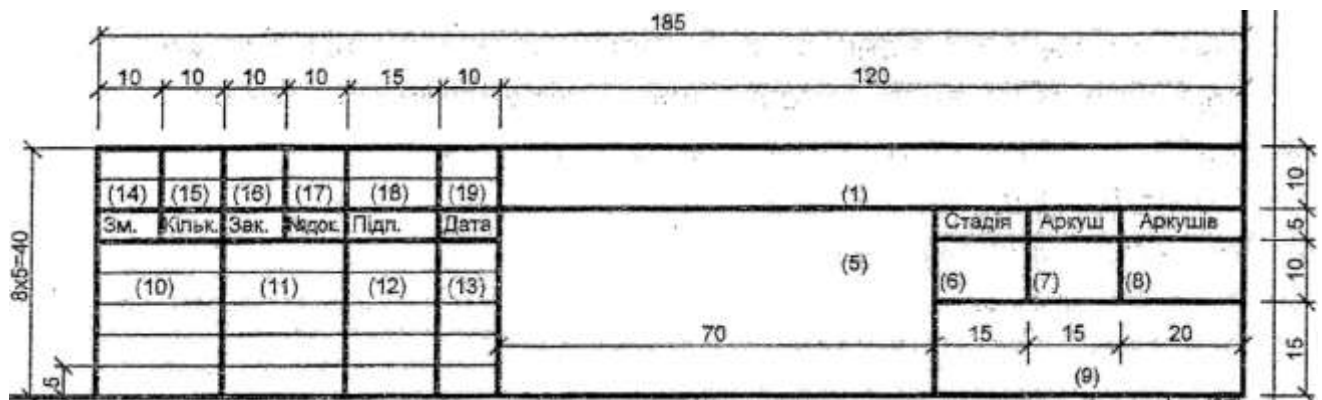


Рисунок 3.6 – Основний напис усіх видів текстових документів (перший аркуш). Форма 5 за ДСТУ Б А.3.4-4-2009.

Розміри рядків і стовпців самих таблиць нормативними документами не регламентуються. Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) документів.

Структурна схема та таблиці виконуються за допомогою обраного виконавцями програмного пакету розроблення проектно-конструкторської документації. В основному написі має бути записано назва креслення *Структурна схема* або *Структурна схема. Фрагмент*. Код креслення має починатися з абрєвіатури *ТПЗА* і закінчуватися *С7* (для окремих таблиць *ТС7*) – схема розміщення комбінована.

Контрольні запитання та завдання

1. Яким чином системи автоматизація класифікуються за структурою? Наведіть основні типи систем за цією класифікацією.
2. Що таке структурна схема автоматизації? Для чого виконують структурні схеми систем автоматизації?
3. На якому етапі проекту системи автоматизації виконується структурна схема? Які документи є основою для її створення?
4. Якими нормативними документами регламентується виконання структурних схем автоматизації?
5. Наведіть основні правила виконання структурних схем автоматизації.
6. Яким чином на структурних схемах відображається ієрархій системи автоматизації? Функції окремих складових системи автоматизації? Засоби для реалізації таких функція?
7. У чому полягає відмінність між локальним та операторським пунктами керування? Операторським та диспетчерським пунктами? Ня яких ієрархічних рівнях структурної схеми автоматизації зображуються перераховані пункти керування?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

Аналіз схеми автоматизації та її використання для вирішення задач проектування

Мета роботи: розвинути уміння та вдосконалити досвід аналізу схем автоматизації та встановити зв'язки між розробленням схема автоматизації та вирішенням інших задач проектування систем автоматизації.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід провести аналіз схеми автоматизації виробничого процесу та вирішити наступні задачі

- описати контури контролю та керування, зображені на схемі автоматизації;
- визначити перелік задач проектування систем автоматизації, як необхідно вирішити для реалізації системи автоматизації, зображеної на схемі.

Початковими даними для роботи є схема автоматизації виробничого процесу або її фрагмент.

Роботи виконується кожним студентом особисто.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття, 90 хвилин.

Нормативні документи

Відповідно до державного стандарту *ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів*, схема автоматизації є обов'язковим документом, та входить до складу основного комплексу робочих креслень систем автоматизації. Цей стандарт також визначає, що схеми автоматизації розробляють в цілому на технологічний процес, технологічну (інженерну) систему або їх частину – технологічну лінію, блок обладнання, установку або агрегат, описує спосіб, порядок та зміси схеми автоматизації. Стандарт передбачає спрощений та розгорнутий способи виконання схеми автоматизації.

Умовні зображення приладів, засобів автоматизації і ліній зв'язку, які застосовуються при виконанні схем автоматизації технологічних процесів описано у державному стандарті *ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах*. Цей стандарт регламентує усі графічні зображення та буквено-цифрові позначення приладів та засобів автоматизації на схемах автоматизації.

Теоретичні відомості

Схеми автоматизації пояснюють певні процеси, які відбуваються у окремих функціональних ланцюгах чи системі цілому. Цими схемами користуються вивчення принципів роботи системи автоматизації, її налагодженні, контролі і ремонті. Схема автоматизації порівняно зі структурною більш детально розкриває функції окремих елементів та пристроїв системи автоматизації.

Об'єктом управління в системах автоматизації технологічних процесів є сукупність основного та допоміжного обладнання разом із вбудованими в нього запірними та регулюючими органами, а також енергії, сировини та інших матеріалів, що визначаються особливостями використовуваної технології. Схеми автоматизації розробляють в цілому на технологічний процес, технологічну (інженерну) систему або їх частину – технологічну лінію, блок обладнання, установку або агрегат. Створення ефективних систем автоматизації зумовлює необхідність глибокого вивчення технологічного процесу як проектувальниками, а й спеціалістами монтажних, налагоджувальних і експлуатаційних організацій.

У процесі розроблення схем автоматизації технологічних процесів необхідно вирішити такі завдання:

- отримання первинної інформації про стан технологічного процесу та обладнання;
- безпосередній вплив на технологічний процес для керування ним;
- стабілізація технологічних параметрів процесу;
- контроль та реєстрація технологічних параметрів процесів та стану технологічного обладнання.

Перераховані завдання вирішуються на підставі аналізу умов роботи технологічного обладнання, виявлених законів та критеріїв керування об'єктом, а також вимог, що висуваються до точності стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, до якості та надійності регулювання.

Завдання побудови системи автоматизації, як правило, реалізуються за допомогою технічних засобів, що включають: добірні пристрої, засоби отримання первинної інформації, засоби перетворення та оброблення інформації, засоби подання та видачі інформації обслуговуючого персоналу, комбіновані, комплектні та допоміжні пристрої. Результатом складання схем автоматизації є:

- вибір методів вимірювання технологічних параметрів;
- вибір основних технічних засобів автоматизації, що найбільш повно відповідають вимогам і умовам роботи автоматизованого об'єкта;
- визначення виконавчих механізмів, регулюючих та запірних органів технологічного обладнання, керованих автоматично чи дистанційно;
- розміщення засобів автоматизації на щитах, пультах, технологічному обладнанні та трубопроводах тощо;

- визначення способів подання інформації про стан технологічного процесу та обладнання.

Схеми автоматизації виконують двома способами:

- розгорнутим, за якого на схемі зображують склад і місце розташування технічних засобів автоматизації кожного контуру контролю та керування;
- спрощеним, за якого на схемі зображують основні функції контурів контролю та керування без виділення окремих технічних засобів автоматизації, що до них входять, та зазначення місця розташування.

Вважається що в процесі проектування системи автоматизації доцільніше виконувати схему автоматизації розгорнутим способом. Проте, спосіб виконання схеми автоматизації не змінює ані призначення самої схеми ані переліку і складності задач проектування, які постають в процесі роботи над проектом. Проте, для успішного аналізу схем автоматизації потрібно вірно розуміти особливості виконання схем автоматизації обома способами.

Розгорнутий спосіб виконання схем автоматизації передбачає наступне:

Технологічне обладнання зображують у верхній частині схеми. Прилади, вбудовані в технологічні комунікації, показують у розриві лінії зображення комунікацій відповідно до рисунка 4.1а, а ті, що встановлюються на технологічному обладнанні за допомогою закладних пристроїв, показують поряд – відповідно до рисунка 4.1б.

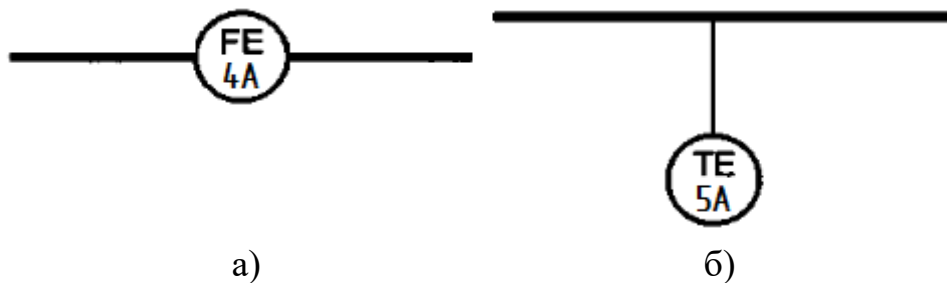


Рисунок 4.1 – Зображення приладів на схемі автоматизації за ДСТУ Б А.2.4-16:2008; а) прилад, вбудований в технологічні комунікації, б) прилад, встановлений на технологічному обладнанні.

Решту технічних засобів автоматизації показують умовними графічними зображеннями у прямокутниках, що розташовані у нижній частині схеми. Кожному прямокутнику присвоюють заголовки, що відповідають показаним у них технічним засобам. Першим розташовують прямокутник, у якому показані позащитові прилади, що конструктивно не пов'язані з технологічним обладнанням, із заголовком «Прилади місцеві»; нижче – прямокутники, у яких показані щити та пульти, зазвичай із заголовком «Прилади на щита або пульти керування», тощо.

Для груп приладів та засобів автоматизації, між якими передбачається передача будь-якої інформації, зображують адресні лінії зв'язку. Такі лінії допускається зображувати з розривом при великій протяжності або за умов їх складного розташування. Місця розривів ліній зв'язку нумерують арабськими цифрами наскрізною нумерацією в порядку їх розташування в прямокутниках, призначених для зображення щитів і пультів, в нижній частині схеми. Допускається перетин адресних ліній зв'язку із зображеннями технологічного обладнання. Перетин адресних ліній зв'язку між собою не допускається.

У спрощеному способі виконання схем автоматизації контури контролю та управління, а також одиночні прилади наносять поряд із зображенням технологічного обладнання і комунікацій або в їх розриві, як показано на рисунку 4.1 У нижній частині схеми розміщується таблиця контурів У таблиці контурів вказують номери контурів та номер аркуша основного комплекту, на якому наведений склад кожного контуру.

Контур, незалежно від кількості елементів, що в нього входять, зображують у вигляді кола або овалу, який розділений горизонтальною рисою. У верхню частину кола записують літерну позначку, яка визначає вимірюваний (регульований) параметр, та функції, що виконуються даним контуром, а у нижню – номер контуру. Для контурів систем автоматичного регулювання, крім того, на схемі зображують виконавчі механізми, регулюючі органи та лінії зв'язку, що поєднує контур із виконавчими механізмами.

Система умовних позначень, прийнята у стандарті *ДСТУ Б А.2.4-16:2008*, є інтернаціональною і застосовуваним у багатьох країнах світу. Основна її відмінність від раніше існуючих стандартів полягає в тому, що прилади і засоби автоматизації позначають не за конструктивними, а за функціональними ознаками.

Для того, щоб вірно складати та аналізувати схеми автоматизації і успішно використовувати їх для вирішення задач проектування, слід розуміти принцип побудови умовного зображення приладу. Цей принцип розкрито у *ДСТУ Б А.2.4-16:2008* за допомогою рисунка 4.2. Спершу розберемося з графічним зображенням. Згідно з вказаним державним стандартом графічним зображенням приладу може бути коло діаметром 10 мм (рисунок 4.3а) або прямокутник із закругленими кутами розміром 10 × 15 мм (рисунок 4.3б), радіус закруглення стандарт не регламентує. Графічне зображення виконавчого механізму наведено на рисунку 4.3в.

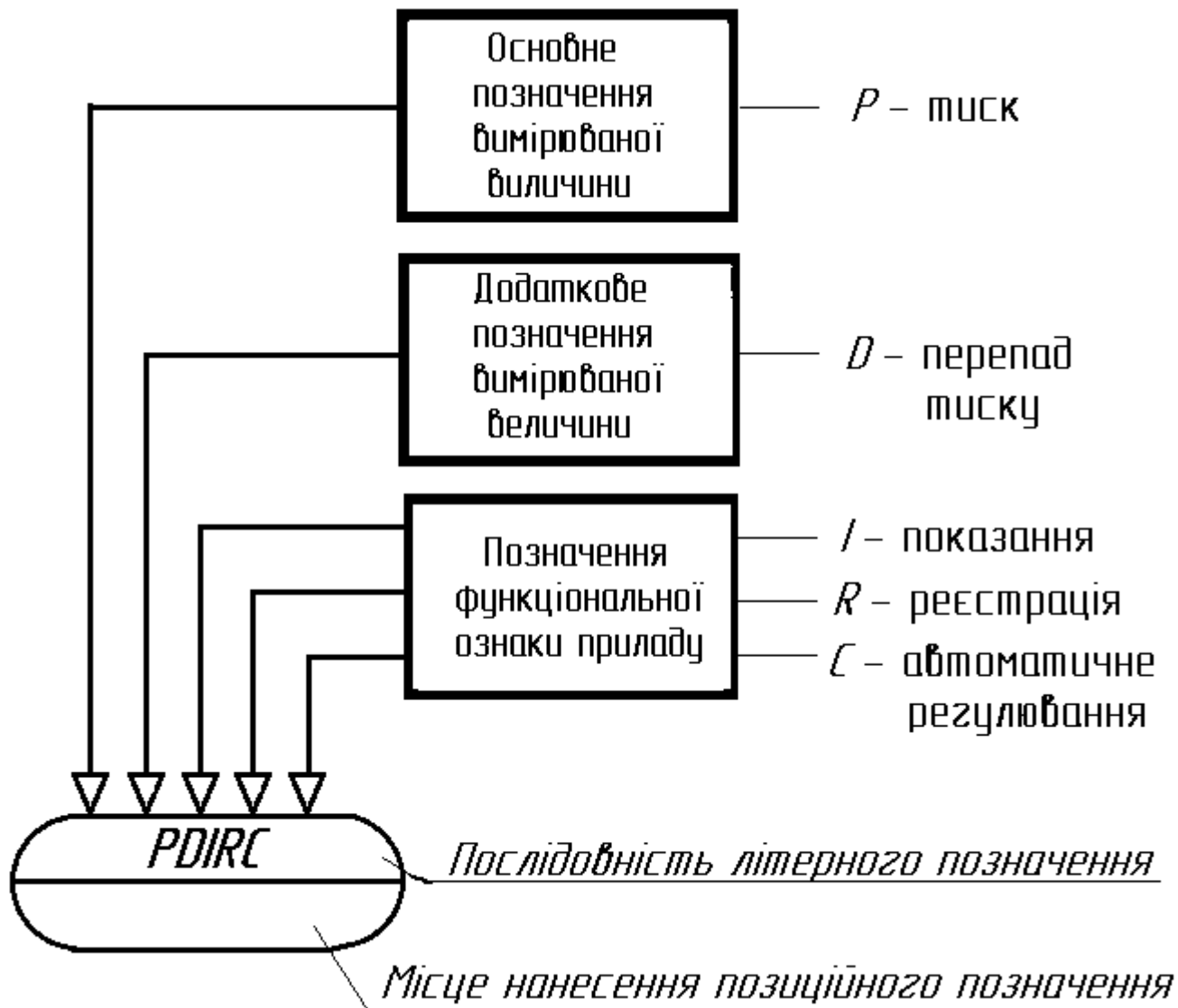


Рисунок 4.2 – Принцип побудови умовного зображення приладу за ДСТУ Б А.2.4-16:2008.

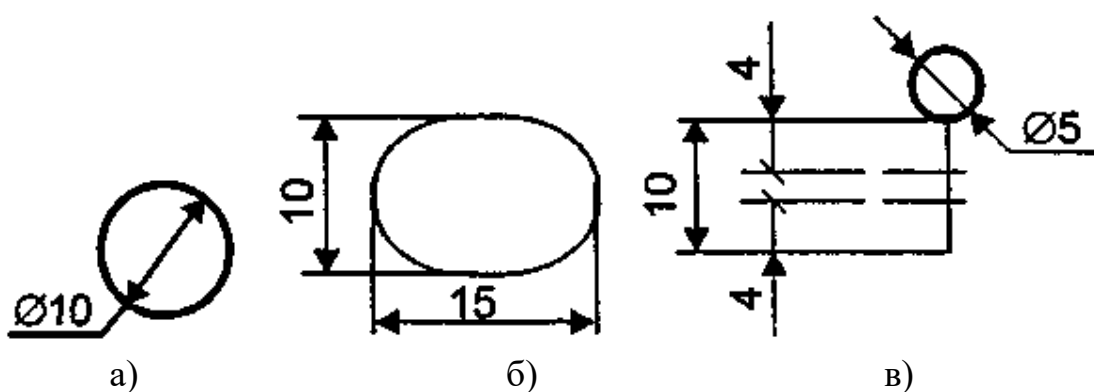


Рисунок 4.3 – Графічні зображення приладів та засобів автоматизації за ДСТУ Б А.2.4-16:2008: а) основне зображення, б) зображення, що допускається, в) зображення виконавчого механізму.

Горизонтальна лінія, яка розділяє на зображенні приладу або засобу автоматизації послідовність літерного позначення від місця нанесення позиційного позначення (дивись рисунок 4.2) має суттєве значення. Наявність на

зображенні такої лінії означає, що даний прилад або засіб автоматизації встановлено на щиті або пульті керування. Її відсутність, в свою чергу, означає що прилад є позащитовим, тобто встановлений «за місцем».

Усі літерні позначення за *ДСТУ Б А.2.4-16:2008* використовують великі літери латинського алфавіту. Значення визначають як самі літери, так і місце їх розташування у ряду позначення. Першою у послідовності позначення завжди йде літера, яка показує основне позначення вимірювальної величини. Це правило зберігається у всіх випадках позначень приладів і засобів автоматизації на схемі автоматизації. Основні позначення вимірювальних величин, записані першою літерою, наведені у таблиці 4.1:

Таблиця 4.1 – Основні позначення вимірювальних величин (перша літера) за *ДСТУ Б А.2.4-16:2008*

<i>Позначення</i>	<i>Параметр</i>	<i>Позначення</i>	<i>Параметр</i>
<i>D</i>	густина	<i>P</i>	тиск, вакуум
<i>E</i>	електрична величина	<i>Q</i>	величина, що характеризує якість (склад, концентрація тощо)
<i>F</i>	витрата	<i>R</i>	радіоактивність
<i>G</i>	розмір, положення, переміщення	<i>S</i>	швидкість, частота
<i>H</i>	ручна дія	<i>T</i>	температура
<i>K</i>	час, часова програма	<i>U</i>	декілька різнорідних вимірюваних величин
<i>L</i>	рівень	<i>V</i>	в'язкість
<i>M</i>	вологість	<i>W</i>	маса

Інші великі літери латинського алфавіту на першій позиції позначення вважаються зарезервованими. Резервування літери *X* стандартом не рекомендується.

Усі подальші літери послідовності літерного позначення описують додаткові функції приладу. Так, за необхідності уточнення основної вимірюваної величини, застосовують літери *D, F, J, Q*, які зазначають на другій позиції у ряду позначення:

- *D* – різниця, перепад;
- *F* – співвідношення, частка, дріб;
- *J* – автоматичне перемикання, оббігання;
- *Q* – інтегрування, підсумовування за часом.

Для позначення функцій, що виконує прилад, служать наступні літери, які у запису розміщуються після основного позначення:





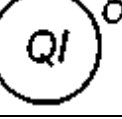

- *A* – сигналізація, її наявність означає що прилад сигналізуючий;
- *C* – автоматичне регулювання, керування, її наявність означає що прилад регулюючий;
- *I* – показання, її наявність означає що прилад показуючий, відсутність – прилад безшкальний;
- *S* – вмикання, вимикання, перемикування;
- *R* – реєстрація, її наявність означає що прилад реєструючий;
- *E* – засіб є чутливим елементом, який здійснює первинне перетворення, наприклад, термометр опору;
- *T* – засіб забезпечує дистанційну передачу сигналу;
- *K* – засіб є станцію керування, тобто має перемикач для вибору виду керування і пристрій для дистанційного керування;
- *Y* – засіб забезпечує перетворення сигналу та/або обчислення функції, тобто є перетворювачем сигналів або обчислювальним пристроєм.

Уточнюючі написи наносяться меншим шрифтом справа від позначення приладу біля верхньої та нижньої частин кола. Деякі приклади зображення приладів та засобів автоматизації на схемах автоматизації наведено у таблиці 4.2 та взяті з таблиці Б. ДСТУ Б А.2.4-16:2008.

Позиції приладів, які входять в комплект складаються з двох частин: цифрового позначення комплекту технічних засобів та літерного позначення приладу ц цьому комплекті; для літерного позначення використовують великі літери українського алфавіту, наприклад: 12А, 14Б, 17Г тощо (дивись рисунок 4.1).

Технологічне обладнання та комунікації на схемах автоматизації, як правило, мають спрощене зображення. Однак, схема повинна давати чітке уявлення про принципи дії технологічного обладнання та його взаємодію із засобами автоматизації. Біля зображення технологічного обладнання, окремих його елементів слід давати відповідні пояснювальні надписи: найменування, номер тощо та вказувати стрілками напрямки технологічних потоків. Електричні пристрої та елементи обчислювальної техніки на схемах автоматизації показуються у відповідності з галузевими нормативними документами. За відсутності необхідних стандартних зображень дозволяється використовувати нестандартні, які виконуються на основі зовнішніх характерних розмірів відповідних пристроїв.

Таблиця 4.2 – Приклади побудови умовних зображень приладів і засобів автоматизації за ДСТУ Б А.2.4-16:2008

Зображення	Найменування
	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання температури, встановлений за місцем, наприклад, термопара, термометр опору
	Прилад для вимірювання температури реєструючий, регулюючий, встановлений на щиті
	Прилад для вимірювання і показу рівня з сигнальним пристроєм, встановлений на щиті. Літери <i>H</i> і <i>L</i> в уточнюючому написі означають сигналізацію верхнього та нижнього рівнів
	Прилад для вимірювання і показу будь-якої електричної величини, встановлений за місцем. Уточнюючий напис показує вимірювану величину – напругу
	Прилад для вимірювання і показу якості продукту, встановлений за місцем. Уточнюючий напис показує що прилад вимірює вміст або концентрацію кисню
	Перетворювач сигналу про значення температури, встановлений на щиті. Вхідний сигнал електричний, вихідний сигнал також електричний, наприклад, перетворювач термо-е.д.с. термопари на сигнал постійного струму

Базуючись на досвіді проектування систем керування та автоматизації, можна сформулювати деякі загальні принципи, якими слід керуватися, розробляючи схему автоматизації:

- рівень автоматизації технологічного процесу у кожен конкретний період часу має визначатися як доцільністю запровадження певного комплексу технічних засобів і досягнутим рівнем науково-технічних розробок, а й перспективою модернізації та розвитку технологічного процесу, тобто повинна зберігатись можливість нарощування функцій контролю і керування;
- у процесі розроблення схем автоматизації та вибору технічних засобів повинні враховуватися: вид та характер технологічного процесу, умови пожежо- та вибухонебезпечності, агресивності, токсичності оточуючого середовища тощо; параметри та фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища; відстань від місць встановлення датчиків, допоміжних пристроїв, виконавчих механізмів, приводів машин та запірних органів до пунктів керування та контролю; необхідна точність та швидкодія засобів автоматизації;
- система автоматизації технологічного процесу повинна будуватися, як правило, на базі засобів автоматизації та обчислювальної техніки, що серійно

випускаються; необхідно прагнути до застосування однотипних засобів автоматизації та переважно уніфікованих технологічних рішень, що характеризуються простотою монтажу, взаємозамінністю та зручністю компонування на щитах і пультах керування, що дає значні переваги на етапах монтажу, налагодження, експлуатації, забезпеченості запасними частинами тощо;

- кількість приладів, апаратури керування та сигналізації, що встановлюється на щитах та пультах, повинна бути обмежена; надлишок апаратури ускладнює експлуатацію, відволікає увагу обслуговуючого персоналу від спостереження за основними приладами, що визначають хід технологічного процесу, збільшує вартість встановлення та терміни монтажних та налагоджувальних робіт.

Вищезазначені принципи підтверджуються практикою проектування систем автоматизації технологічних процесів є загальними, але не вичерпними. У кожному конкретному випадку рекомендується примати їх до уваги у процесі реалізації технічного завдання на систему автоматизації.

Приклад виконання роботи

У якості прикладу розглянемо схему автоматизації процесу грануляції сульфату амонію. Схему наведено на рисунку 4.4. Таблиця 4.3 розкриває суть технологічного обладнання, зображеного на схемі.

Таблиця 4.3 – Технологічне обладнання на схемі автоматизації. Навчальний приклад.

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
1	Бак робочого розчину
2	Підігрівач
3	Гранулятор
4	Циклон
5	Змішувач

Як видно з рисунка 4.4, схема складається з трьох контурів контролю з позиційними позначеннями 2, 4, 5 та трьох контурів регулювання з позиційними позначеннями 1, 3 і 6. Опис контурів схеми автоматизації покажемо на прикладі одного контуру контролю – 2 та одного контуру регулювання – 6. Очевидно, що в процесі виконання практичної роботи слід описати всі наявні на схемі контури у відповідності до варіанту завдання.

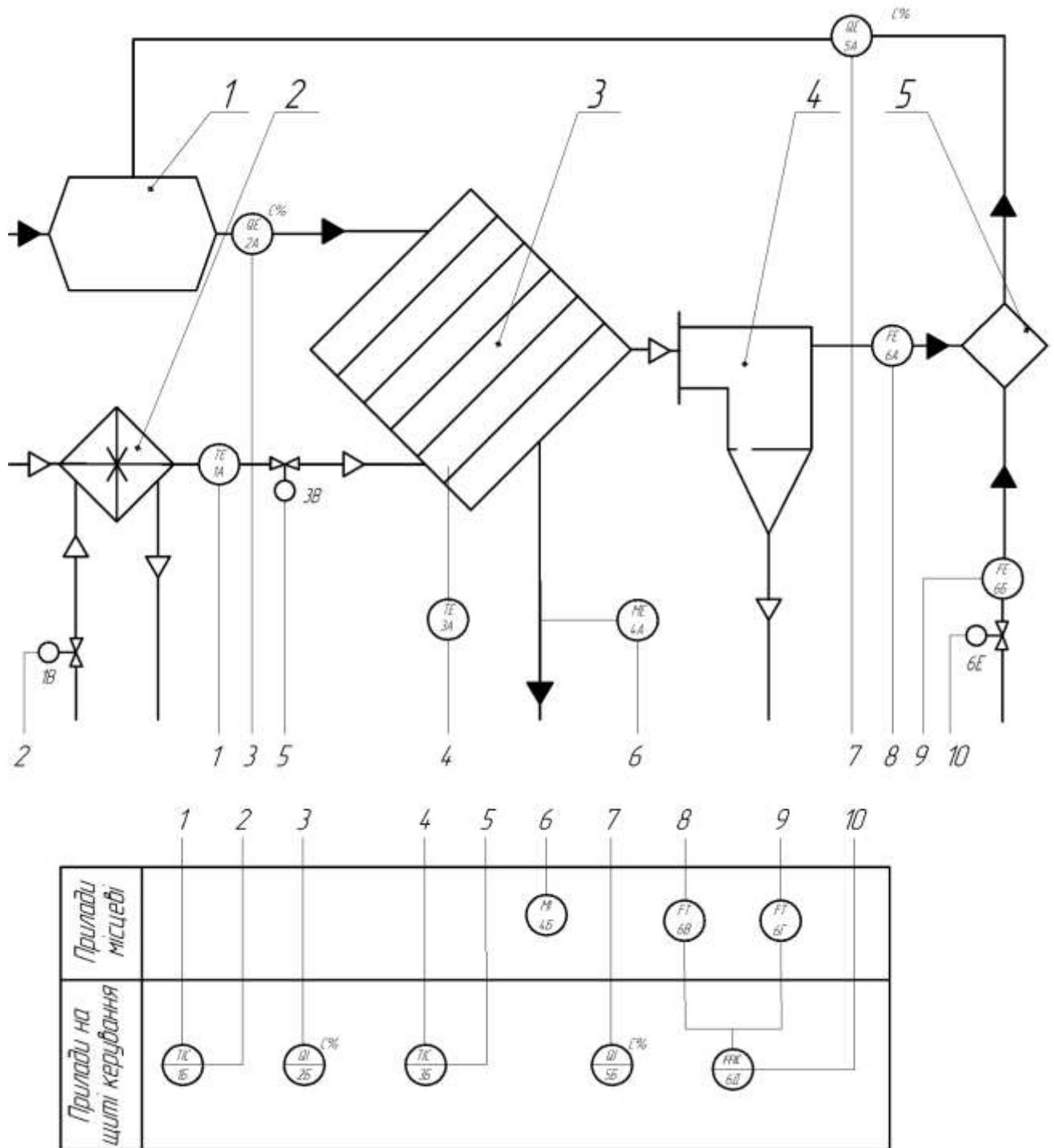


Рисунок 4.4 – Схема автоматизації. Навчальний приклад.

Контур 2. Призначення контуру – інформування оператора про значення концентрації розчину продукту, який надходить на грануляцію. До контуру входить да засоби автоматизації – первинний вимірювальний перетворювач показника якості QE , уточнюючий напис показує, що показником якості є відсоткова концентрація (позиція 2A) та показуючий прилад 2B. Вимірювальний перетворювач виробляє сигнал електричного струму пропорційний значенню відсоткової концентрації розчину, який передається на щит керування. На щиті керування прилад QI (позиція 2B) показує значення концентрації.

Контур 6. Призначення контуру – інформування оператора та регулювання співвідношення витрат розчинника та відфільтрованого у циклоні негранульованого пилю з метою отримання у змішувачі розчину належної концентрації. До контуру входить да засоби автоматизації – первинні вимірювальні перетворювачі витрати (позиція 6А та 6Б), засоби дистанційної передачі показників 6В та 6Г, прилад регулювання 6Д та виконавчий механізм 6Е. Вимірювальний перетворювач 6А виробляє сигнал електричного струму пропорційний значенню витрати пилю, який виходить з циклону 4. Вимірювальний перетворювач 6Б виробляє сигнал електричного струму пропорційний значенню витрати води, яка подається у змішувач 5 для розчинення цього пилю. Технічні засоби *FT* (позиції 6В та 6Г) забезпечують передачу сигналу від місця монтажу витратомірів до приміщення зі щитом керування. Для забезпечення підтримки заданого співвідношення витрат відфільтрованого пилю та води на щиті керування технологічним процесом встановлено показуючий регулятор співвідношення витрат *FFIC* (позиція 6Д). На вхід регулятора співвідношення витрат сигнали від засобів дистанційної передачі 6В та 6Г. Вихідний сигнал приладу *FFIC* (6Д) подається на виконавчий механізм 6Е. Крім того, прилад *FFIC* (6Д) показує співвідношення концентрацій. Положення виконавчого механізму 6Е визначає кількість води, яка потрапляє у змішувач для розчинення пилю.

Опишемо задачі проектування, які виникають у процесі реалізації зображеної на схемі система автоматизації.

- оскільки система автоматизації передбачає зняття первинних вимірювальних сигналів з технологічного обладнання та трубопроводів, а також вплив на регулюючі органи процесу, постає задача **визначення та документування у вигляді креслень місць встановлення первинних вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів;**
- схема передбачає наявність щита керування, тож постає задача **проектування щитової конструкції;**
- схема передбачає передачу електричних сигналів між технологічним обладнанням та щитовою конструкцією, тож постають задачі, по перше, **проектування схем з'єднань, підключень та прокладання електричних проводок,** по друге, **проектування клемних коробок для електричних проводок;**
- система автоматизації, зображена на схемі, має живитися електричним струмом, тож постає задача **розроблення схеми живлення системи автоматизації;**

- для встановлення елементів автоматизованої системи у виробничому приміщенні постає задача **розроблення креслень розміщення засобів системи автоматизації**.

Наведений перелік задач проєктування не є вичерпним. Виконавцям роботи надається можливість самостійно доповнити його двома-трьома невказаними у переліку задачами.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є текстовий документ, який складається з двох частин: описання контурів контролю та керування схеми автоматизації виробничого процесу або фрагменту такої схеми та переліку задач проєктування, які слід вирішити для реалізації системи автоматизації, зображеної на схемі. Зазначені описання та перелік доцільно складати у будь-якому текстовому редакторі. Окремі вимоги щодо структури та порядку оформлення такого документу, очевидно, відсутні. Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) документу.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке схема автоматизації? У чому особливості цього документу?
2. Якими нормативними документами регламентується розроблення схем автоматизації?
3. Які способи виконання схеми автоматизацій передбачені діючою нормативною базою? У чому відмінність між цими способами?
4. Як за допомогою умовних графічних та літерних позначень на схемах автоматизації позначають датчики, первинні перетворювачі та чутливі елементи? Наведіть приклади.
5. Як за допомогою умовних графічних та літерних позначень на схемах автоматизації позначають вторинні перетворювачі та пристрої для дистанційної передачі сигналів? Наведіть приклади.
6. Як за допомогою умовних графічних та літерних позначень на схемах автоматизації позначають щитові та позащитові прилади? Наведіть приклади.
7. Як за допомогою умовних графічних та літерних позначень на схемах автоматизації позначають показуючі, реєструючі, сигналізуючі та регулюючі прилади? Наведіть приклади.
8. Як за допомогою умовних графічних та літерних позначень на схемах автоматизації позначають виконавчі механізми? Наведіть приклади.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

Визначення параметрів роботи системи сигналізації шляхом аналізу принципової електричної схеми

Мета роботи: набути практичних умінь аналізу принципових електричних схем сигналізації та проведення їх обґрунтованого вибору.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід провести аналіз принципової схеми сигналізації, яка може застосовуватися у системах автоматизації технологічних процесів. За результатами аналізу слід сформулювати відповіді на наступні питання:

1. Яке призначення сигналізації, схема якої зображена?
2. Як класифікується дана сигналізація за видом сигналу?
3. Як класифікується дана сигналізація за принципом дії?
4. Як працює така сигналізація? Опишіть алгоритм її роботи.
5. Де у системі автоматизації може використовуватися така сигналізація?
6. Які переваги та недоліки такої схеми сигналізації? Сформулюйте не менше двох переваг та двох недоліків.

Початковими даними до роботи є принципова схема сигналізації.

Робота виконується кожним студентом особисто.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття, 90 хвилин.

Нормативні документи

Види і типи схем і правила виконання схемної документації встановлюються сьомою групою стандартів *ЕСКД. Правила виконання схем*. Вони визначають комплектність, вимоги і правила розробки й оформлення схемної документації на виробі всіх галузей промисловості як ручним, так і автоматизованим способом. Міждержавний стандарт *ГОСТ 3.701-2008 ЕСКД. Схеми. Види і типи*. Загальні вимоги до виконання є основним стандартом цього комплексу.

Єдиний нормативний документ, що регламентує роботу сигналізації для систем автоматизації технологічних процесів, наразі відсутній. У той же час, існує цілий ряд перевірених практикою рекомендацій, яких слід дотримуватися під час проектування, розміщення та використання систем сигналізації у технологічних процесах.

Теоретичні відомості

Для автоматизації різних технологічних процесів, створенні систем централізованого контролю й керування велика увага приділяється пристроям сигналізації, призначеним для оповіщення обслуговуючого персоналу про стан контрольованого об'єкта. Для відбиття стану окремих елементів об'єкта використовують світлові покажчики й звукові сигнали.

Схеми сигналізації класифікують за різними ознаками. Зокрема, за призначенням ця класифікація буде наступною:

- схеми сигналізації положення, що сповіщають про стан контрольованих об'єктів;
- схеми командно-переговорної сигналізації, що передають заздалегідь певні команди або сигнали з одного приміщення в інше;
- схеми сигналізації про дії захисту й автоматики, що інформують про роботу автоматичного захисту й блокувань;
- схеми технологічної сигналізації, що сповіщають про порушення нормального ходу технологічного процесу.

Зазначимо, що технологічна сигналізація буває двох видів:

- попереджуюча – це сигналізація про ненормальні, але поки ще припустимих значеннях контрольованих або регульованих величин. Поява попереджуючих сигналів указує обслуговуючому персоналу на необхідність вживання певних заходів для усунення несправностей. Ця сигналізація звичайно виконується індивідуально по світловому сигналу й у вигляді загального для щита керування звукового сигналу;
- аварійна – це сигналізація про неприпустимі значення контрольованих величин. Поява аварійних сигналів повинне супроводжуватися дією пристроїв аварійного автоматичного захисту й блокування. Аварійна сигналізація вимагає негайного втручання й тому у відмінності від попереджуючої повинна здійснюватися миготливим світлом і звуком різкого тону.

За принципом дії схеми сигналізації класифікуються на:

- схеми з індивідуальним зніманням звукового сигналу – вони відрізняються простотою й наявністю для кожного сигналу індивідуальної кнопки, що дозволяє відключити звуковий сигнал;
- схема із центральним зніманням звукового сигналу й повторністю його дії. Вони відрізняються здатністю повторно подавати звукові сигнали, при спрацьовуванні будь-якого датчика сигналізації, незалежно від стану всіх інших датчиків;
- схеми із центральним зніманням звукового сигналу без повторності дії – вони оснащені єдиним пристроєм, що дозволяє відключати звуковий сигнал,

зберігаючи індивідуальний світловий сигнал. Недоліком таких схем є неможливість одержання нового звукового сигналу до розмикання контактів електричних пристроїв, що викликали появу першого сигналу, тому вони застосовуються лише за неможливості використання інших схем;

За видом сигналу схеми сигналізації класифікуються на:

- схеми світлової сигналізації, яка здійснюється рівним світлом, миготливим світлом, горінням сигнальних ламп неповним розжарюванням, світловими покажчиками різного кольору;
- схеми звукової сигналізації, яка може відрізнитися за тембром звукового сигналу – дзвінок, гудок, сирена;
- схеми змішаної сигналізації – звукова й світлова.

Вибір напруги й роду струму звичайно виконують залежно від значення допустимої напруги, струму й розривної потужності контактів датчиків сигналізації, наявності джерел живлення. Слід мати на увазі, що застосування для схем сигналізації низької напруги, до 60 В, дозволяє використовувати малогабаритні реле, багатожильні телефонні кабелі, у результаті чого можна суттєво знизити вартість устаткування.

Всі сигнали, які надходять від систем сигналізації, подаються на світлові і звукові прилади блочного щита управління. Схема сигналізації повинна забезпечити:

- одночасну подачу світлового і звукового сигналів;
- ручне зняття звукового сигналу;
- повторність спрацювання звукового сигналу після відключення в разі повторного відхилення параметру;
- перевірку виконавчих пристроїв сигналізації, як світлових так і звукових, від одного кнопочового вимикача;
- аварійне незалежне живлення та сигнал про його вмикання.

Під час створення схем сигналізації керуються наступними рекомендаціями:

- для звукової сигналізації використовують: попереджувальна – дзвінок і аварійна – сирена;
- світлову сигналізацію виконують багатоколірною – червоні, зелені та інших кольорів лампи – або за допомогою світлових табло різних кольорів, на котрих вказується причина спрацювання сигналізації;
- сигнали, котрі щойно поступили, на фоні контрольованих оператором можуть лишатись не поміченими, тому схеми сигналізації будують так, щоб новий сигнал виділявся миготінням;

- у схемах сигналізації передбачають відокремлене відключення світлової і звукової сигналізації та автоматичне зняття звукового сигналу через заданий проміжок часу;
- схеми сигналізації для підвищення надійності рекомендується живити від джерел постійного струму.

Світлові індикатори та сигнальні екрани служать для надання таких видів інформації:

- індикація – для привернення уваги оператора чи передачі йому сигналу на виконання певних дій, для чого, зазвичай, використовують червоний, жовтий, зелений та блакитний кольори;
- підтвердження – для підтвердження команди, стану чи режиму, закінчення зміни чи перехідного періоду, для чого, зазвичай, використовують білий та блакитний кольори, у деяких випадках може застосовуватись зелений колір.

Світлова сигналізація може бути реалізована як за допомогою безперервних, так і миготливих світлових сигналів. Кольори обирають з наступних міркувань:

- червоний – для забороняючих та аварійних сигналів, а також для попередження про перевантаження, неправильні дії, небезпеку, стан, що вимагає негайного втручання: пожежа, витік газу тощо;
- жовтий – для привернення уваги, зокрема попередження про досягнення граничних значень, перехід на автоматичну роботу тощо;
- зелений – для сигналізації стану безпеки, нормального режиму роботи системи, а також дозволу на початок дії тощо;
- білий – для позначення включеного стану вимикача, коли нераціональне застосування червоного, жовтого та зеленого кольорів;
- блакитний – для застосування у спеціальних випадках, коли червоний, жовтий, зелений та білий кольори не можуть бути застосовані.

Сигнальні лампи та інші світлосигнальні апарати повинні мати знаки або написи, що вказують на значення сигналів, наприклад, «Увімкнено», «Відключено», «Нагрівання» тощо.

Приклад виконання роботи

У якості прикладу проаналізуємо роботу сигналізації, принципова електрична схема якої зображена на рисунку 3.1. Перш за все розберемося з класифікацією. На схемі зображено дзвоник *HA1*, а також лампи *HL1* та *HL2*, таким чином за видом сигналу це сигналізація **комбінованого** (змішаного) типу – **звуко-світлова**. Для подальшого аналізу розділимо схему на зони, як це показано на рисунку 5.1.

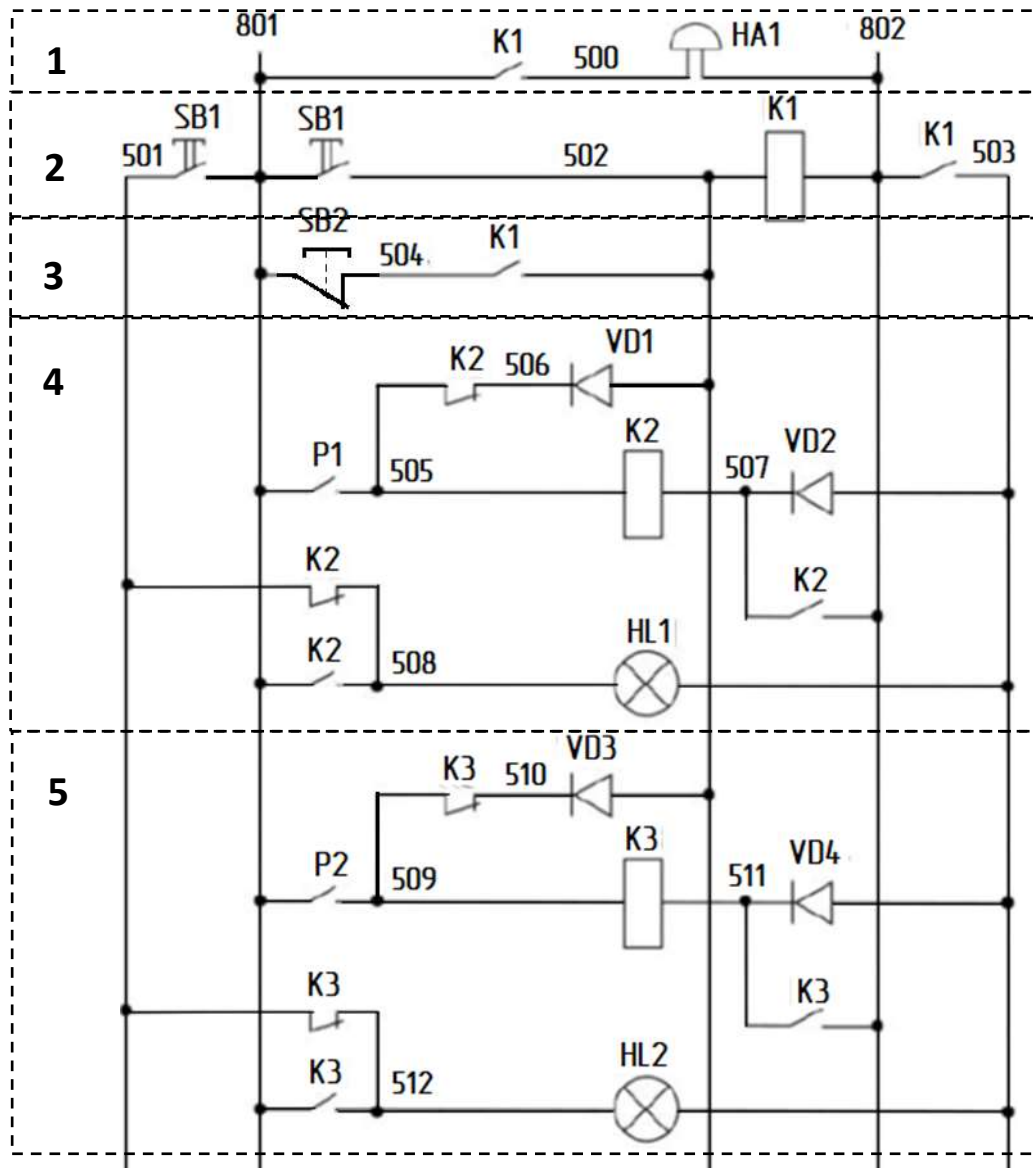


Рисунок 5.1 – Принципова схема сигналізації. Приклад.

Визначимо призначення кожної з зон. Зона 1 забезпечує подачу звукового сигналу. У зони 2 за допомогою вимикача *SB1* будуть примусово вмикатися та вимикатися дзвоник *HA1* та лампи *HL1* та *HL2*, отже ця зона відповідає за перевірку сигналізації. Натискання вимикача *SB2*, розміщеного в зоні 3 призведе до відключення дзвоника, отже ця зона відповідає за зняття звукового сигналу з можливістю його повторного вмикання. Зони 4 та 5 ідентичні за своїми функціональними можливостями та забезпечують вмикання звукового та світлового сигналів у разі замикання вимикачів *P1* та *P2* відповідно. Вказані вимикачі встановлюються безпосередньо на технологічному обладнанні і фактично можуть бути контактами електроконтактних вимірювальних приладів або, наприклад, давачами рівнів. Очевидно, що схема може бути доповнена зонами ідентичними 4 і 5 за необхідності.

Алгоритм роботи сигналізації розберемо на прикладі зони 5. Замикання контакту *P2* призведе до проходження струму через нормально замкнений

контакт реле $K3$ і діод $VD3$. Загальне реле сигналізації $K1$, самоблокується через замкнену у нормальному положенні кнопку $SB2$, що призводить до включання звукового сигналу $HA1$ і подачі живлення на проміжне реле $K3$. У результаті цього спрацює й самоблокується реле $K3$. Його нормально замкнені контакти розмикаються, а нормально розімкнені замикаються. Це призводить до того, що сигнальна лампа $HL2$ відключається від лінії перевірки сигналізації і підключається до лінії живлення. Розмикальний контакт реле $K3$ розриває ланцюг включення реле $K1$. Сигналізація спрацювала, світловий та звуковий сигнали подано.

Після натискання кнопки $SB2$ реле $K1$ знеструмлюється і подача струму на дзвоник $HA1$ припиняється. Сигнальна лампа $HL2$ продовжує горіти до розмикання контакту $P3$. Тобто реалізується зняття звукового сигналу без вимикання всієї сигналізації.

У випадку замиканні будь-якого іншого технологічного контакту, наприклад $P1$, схема готова повторно подати як світловий, так і звуковий сигнал. Наявні в схемі діоди призначені для запобігання неправильних спрацювань проміжних реле. Випробування світлових і звукових сигналів, як зазначалося вище, здійснюється кнопкою $SB1$.

Таким чином, за призначенням дана схема зображає **технологічну сигналізацію**. Зняття звукового сигналу у схемі реалізовано загальне, без прив'язки до конкретного каналу спрацювання. Тобто за принципом дії зображена на схемі сигналізація із **центральною зміною звукового сигналу й повторністю його дії**.

Така сигналізація може бути використана, наприклад, у якості сигналізація небезпечно високого рівня наповнення ємності – як аварійна або попереджувальна. Для використання її у якості аварійної, доцільно змінити звуковий сигнал дзвоник на більш гучний.

Перевагою наведеної схеми є її простота та можливість захисту від несанкціонованого спрацювання завдяки використанню у схемі діодів. До недоліків слід віднести неможливість окремого зняття звукового сигналу під час спрацювання рідних технологічних контактів та потреба у живленні сигналізації постійним струмом.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є описання принципової схеми роботи системи технологічної сигналізації у технологічному процесі. Описання доцільно складати у будь-якому текстовому редакторі. Окремі вимоги щодо структури та порядку оформлення такого описання, очевидно, відсутні. Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) описання.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке сигналізація? Для чого використовуються сигналізацію у системах автоматизації?
2. Як класифікуються сигналізації за призначенням? Наведіть приклади.
3. Як класифікуються сигналізації за принципом дії? Наведіть приклади.
4. Як класифікуються сигналізації за видом сигналу? Наведіть приклади.
5. Наведіть основні вимоги, які висуваються до схем сигналізації.
6. Вкажіть переваги та недоліки використання постійного струму для живлення схем сигналізації.
7. Які кольори світлових сигналів використовуються у схемах сигналізації? Для яких цілей застосовується кожен з них?
8. Які види звукових сигналів використовуються у схемах сигналізації? Для яких цілей застосовується кожен з них?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

Підготовчі матеріали до розроблення креслень щитової конструкції

Мета роботи: набути практичних умінь та досвіду розроблення креслень видів спереду та видів на внутрішні площини щитових конструкцій.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід підібрати засоби автоматизації для встановлення на щиті або пульті керування за вказаним переліком та розробити таблицю розмірів та мас приладів та інших засобів автоматизації. Розроблена таблиця має містити:

- перелік приладів та інших засобів автоматизації із зазначенням виконання;
- розміри приладів та інших засобів автоматизації за фасадною панеллю;
- монтажні розміри приладів та інших засобів автоматизації;
- маси приладів та інших засобів автоматизації,

Розрахувати загальну масу обладнання.

Початкові дані до роботи подані у додатку Г за варіантами. Прилади за вибором не можуть дублювати жоден з приладів, зазначених в попередніх стовпцях таблиці.

Роботи виконується кожним студентом особисто.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття, 90 хвилин.

Нормативні документи

Креслення щитів і пультів розробляються відповідно до галузевого стандарту *ОСТ 36.13-90 Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів. Загальні технічні умови та керівних матеріалів РМ 3-82-90 Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів. Особливості застосування.*

Теоретичні відомості

До щитових конструкцій відносяться щити, пульти, допоміжні елементи й станини та столи. Щити і пульти призначені для розміщення засобів контролю й керування технологічним процесом. Щити і пульти встановлюються як у виробничих, так і в спеціальних щитових приміщеннях. Вони повинні відповідати галузевому стандарту *ОСТ 36.13–90*. Згідно цього стандарту вводяться наступні терміни щитової продукції:

- *щит шафовий* – шафа із установленою апаратурою, арматурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.
- *щит панельний з каркасом* – панель із каркасом зі встановленою апаратурою, арматурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.
- *пульт* – корпус пульта із установленою апаратурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.

Висота щитів може бути 1800 або 2200 мм, найчастіше використовується 2200 мм. Для малогабаритних 600 або 1000 мм. Ширина однієї секції щита 600, 800 або 1000 мм. Глибина шафових щитів 600 або 800 мм, панельних 600 мм. Висота пультів 900 мм, пультів з похилою приладовою приставкою 1200 мм, ширина пультів, як і щитів 600, 800 або 1000 мм.

Вибір типу щитової конструкції у першу чергу визначається місцем його установлення та співвідношенням між моторним і сенсорним полями. Перш за все розберемося з останніми. Під моторним полем розуміють поле на фасадному боці щита або пульта, де встановлено командоапарати. Сенсорне поле – це поле установки інформаційної апаратури. Обираючи щитові конструкції користуються наступними правилами:

- у випадку великого моторного і великого сенсорного полів використовують щити з пультами, причому у виробничому приміщенні використовують, як правило, щити з приставними пультами;
- у випадку великого моторного та малого сенсорного полів, а також у випадку відсутності сенсорного поля використовують звичайні пульти або пульти з похилою приладовою приставкою;
- у випадку великого сенсорного та малого моторного полів, а також у випадку відсутності моторного поля використовують лише щити.

Планування розташування приладів та інших засобів автоматизації на панелях щита або пульта керування доцільно почати зі складання таблиці розмірів і мас приладів. Важливими для розмірів і мас засобів автоматизації є врахування двох обставин. По перше, засоби автоматизації з однаковими функціональними можливостями можуть мати різний тип корпусу, призначений для кріплення їх різним способом, тобто різне виконання. Для встановлення на фасадних панелях щитів та пультів керування використовуватися лише засоби щитового виконання. По друге, засоби автоматизації щитового виконання мають два важливі для проектування розміри – розмір по фасадній панелі, тобто розмір, який буде бачити оператор на щиті керування та монтажний розмір, тобто розмір отвору, який потрібно прорізати на панелі щита для того, щоб здійснити монтаж щитового засобу.

Маса засобу автоматизації потрібна для контролю загальної маси обладнання, встановленої на кожну панель щита або пульта керування. Зокрема, загальна маса приладів і апаратури, встановленої на панелях щита керування не повинна перевищувати: для поля 2 – 80 кг, для поля 3 – 30 кг, для поля 4 – 100 кг. Загальна маса приладів і апаратури, встановлених на пульті керування не повинна перевищувати: на стільниці – 12 кг, на похилій приладовій приставці – 20 кг. Розміри на маси кожного конкретного приладу можна дізнатися з технічної документації на нього.

Приклад виконання роботи

Для прикладу розглянемо наступний перелік засобів автоматизації:

- регулятор ПІД – 2 штуки;
- табло сигнальне – 2 штуки;
- кнопка керування зелена 2 штуки, червона 2 штуки.

В якості регулятора застосуємо прилад ТРЦ 02, виробництва НВП «Промприлад», місто Житомир. Прилад має щитове виконання. Згідно інформації з сайту виробника, його характеристики будуть наступними:

- розмір по фасадній панелі, на сайті зазначено як габаритний розмір – 96 × 96 мм;
- розмір монтажний, на сайті зазначено як розмір вирізу щита – 91 × 91 мм;
- маса приладу – 0,4 кг.

В якості сигнального табло світлове табло типу ТСБ, виробництва ТОВ «ПКФ» Електросервіс», місто Київ. Табло має щитове виконання. Згідно інформації з сайту виробника, його характеристики будуть наступними:

- розмір по фасадній панелі – 45 × 110 мм;
- розмір монтажний – 28 × 93 мм;
- маса приладу – 0,33 кг.

В якості сигнальних ламп використаємо лампи LED E.AD16.24 AC/DC 24V, постачальник E-NEXT, м. Вишневе. Лампи призначення для кріплення на щит. Згідно інформації з сайту постачальника, їх характеристики будуть наступними:

- розмір по фасадній панелі – Ø 19 мм;
- розмір монтажний – Ø 16 мм;
- маса приладу менше 0,1 кг.

Для засобів автоматизації, які кріпляться на фасадну панель у прикладі, що розглядається, це дані наведено у таблиці 6.1.

Загальна маса приладів складає 1,66 кг.

Таблиця 6.1 – Розміри і маси засобів автоматизації (приклад)

<i>Прилад</i>	<i>Кількість</i>	<i>Розмір по фасадній панелі, мм</i>	<i>Розмір монтажний, мм</i>	<i>Маса, кг.</i>
ТРЦ 02	2	96 × 96	91 × 91	0,4
ТСБ	2	45 × 110	28 × 93	0,33
E.AD16.24	4	Ø 19	Ø 16	< 0,1

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є таблиця розмірів і мас засобів автоматизації, встановлення яких пропонується на щиті або пульті керування. Оскільки цей документ є допоміжним і не входить передбачений нормативною документацією пакет документів на щитові конструкції систем автоматизації, його можна оформляти у довільному вигляді за допомогою обраної виконавцем комп'ютерної програми без дотримання передбачених нормативними документами правил та елементів оформлення. Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) варіанту таблиці.

Контрольні запитання та завдання

1. Для чого створюється таблиця розмірів і мас засобів автоматизації? Якими нормативними документами передбачено розроблення такої таблиці?
2. Що таке виконання приладу? Наведіть приклади виконань приладів.
3. Які виконання приладів застосовуються для встановлення на щитових конструкціях? У чому особливість такого виконання приладів?
4. Що таке розмір приладу по фасадній панелі? Монтажний розмір приладу? У чому відмінність між ними?
5. Для розроблення якого документу застосовуються розміри приладів по фасадній панелі? Як саме вони застосовуються?
6. Для розроблення якого документу застосовуються монтажні розміри приладів? Як саме вони застосовуються?
7. Які параметри слід враховувати при плануванні розташування приладів та інших засобів автоматизації на панелях щита керування
8. Для вирішення якої задачі під час проектування щитових конструкцій потрібно знати маси приладів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7

Розроблення фрагменту монтажної схеми щитової конструкції адресним методом

Мета роботи: набути практичних умінь та досвіду розроблення монтажних схем щитових конструкцій систем автоматизації.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід розробити фрагмент схеми з'єднання щитової конструкції адресним методом. Розроблений фрагмент має містити наступні елементи:

- прилад або інший засіб автоматизації, вказаний у варіанті завдання;
- комутаційний затискач, за допомогою якого будуть підключені до щитової конструкції проводи, які передають до щитової конструкції сигнали від давачів та місцевих приладів та від щитової конструкції командні сигнали регуляторів;
- комутаційні затискачі шинного типу для підключення живлення приладів та інших засобів автоматизації (2 штуки);

Початкові дані до роботи подані у додатку Д за варіантами.

Роботи виконується кожним студентом особисто.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття, 90 хвилин.

Нормативні документи

Монтажні схеми щитів і пультів розробляються відповідно до міждержавного стандарту *ГОСТ 3.702-2011 Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем*, монтажні схеми називаються схемами електричних з'єднань щитів та пультів.

Згідно з міждержавним стандартом *ГОСТ 3.701-2008 Єдина система конструкторської документації. Схеми. Види и типи. Загальні вимоги до виконання* встановлені види й типи схем і їхні буквено-цифрові коди у залежності від видів елементів і зв'язків. Електричні схеми мають буквенний код Э, монтажні схеми цифровий код 4. Ці літера і цифра зазначаються останніми в основному написі креслення.

Теоретичні відомості

Монтажні схеми щитів і пультів розробляються для виконання електричної комутації засобів контролю та керування у середині щита чи пульта. Схему електричних з'єднань або монтажну схему розробляють для кожного щита чи пульта керування. Основою для розроблення монтажної схеми є електричні

схеми, креслення загальних видів щитів і пультів, схем автоматизації і схеми живлення.

Монтажні схеми щита або пульта керування виконуються без додержання масштабу. Схема виконується у наступній послідовності:

- на кресленні зображують контури розгорнутих в одній площині стінок щита або пульта; на схему наносять контури лише тих стінок, на яких встановлена електрична апаратура;
- на зображення стінок щита або панель пульта спрощеним способом наносяться встановлені засоби автоматизації та засоби комутації електричних проводок;
- розміщення засобів автоматизації та комутації електричних проводок має у загальному вигляді відповідати кресленню виду щита або пульта керування на внутрішні площини, хоча розміри їх зображень робляться суттєво більшими;
- для комутаційних затискачів, приладів та засобів автоматизації на схемах зображуються всі контакти, у тому числі ті, до яких проводи не підключаються;
- окрім позиційного позначення елементів, необхідне маркування електричних ділянок ланцюгів; усі ділянки електричних кіл, розділені контактами апаратів, обмотками реле, резисторами, діодами та іншими елементами, повинні мати різне маркування.

Для маркування ділянок електричних ланцюгів застосовують арабські цифри. Ланцюги живлення, керування, захисту, сигналізації, вимірювання маркують послідовними числами. Маркування проводять за функціональною ознакою залежно від їхнього призначення. Рекомендується використовувати групу чисел:

- для ланцюгів вимірювання, регулювання, керування: 1 ... 399;
- для ланцюгів сигналізації: 400 ... 799;
- для ланцюгів живлення: 800 ... 999.

Ланцюги постійного струму маркують: непарні числа – ділянки позитивної полярності; парні числа – ділянки негативної полярності.

Для складання монтажних схем щитових конструкції застосовують три основні методи: табличний, графічний та адресний. Метод виконання монтажних схем обирається виходячи з технології виконання схем.

Табличний метод виконання схем полягає у розробленні таблиці з'єднань і описаний у наступній практичній роботі.

Графічний метод полягає в тому, що на монтажній схемі умовними лініями показується вся сполучна проводка: як одиночна, так і об'єднана в пакети або джгути. З'єднанню підлягають входи на контактах апаратів, котушках реле, комутаційних затискачах, лампах тощо. Проводи призначених для з'єднання з

апаратами, розташованими поза щитом, виводять на комутаційні затискачі. В один джгут об'єднуються не більше 20 проводів, що відходять від поблизу розташованих приладів і апаратури керування. Кінці проводів, які підходять до комутаційних затискачів, маркуються. Перемички проводів між приладами та апаратурою, як правило, в одну лінію не з'єднуються. Допускається об'єднувати в одну лінію дроти перемичок, що йдуть до віддалених приладів та апаратури, що знаходяться в межах однієї панелі щита або пульта. Об'єднувати в загальну лінію дроти, що йдуть до комутаційних затискачів, з проводами перемичок не рекомендується.

Адресний метод монтажу полягає в наступному. Усі прилади та засоби автоматизації, які позначені на схемі автоматизації, зображуються на монтажній схемі розділеним колом, у верхній частині якого записується номер засобу на монтажній схемі, у нижній – його позначення за схемою автоматизації або за специфікацією щитової конструкції. Приклад такого позначення наведено на рисунку 7.1а. Для комутаційних затискачів, розеток та інших елементів, які на принципових схемах не позначаються, вказується лише їх позначення за специфікацією щитової конструкції. Вони зображуються на монтажній схемі так, як це показано на рисунку 7.1б.

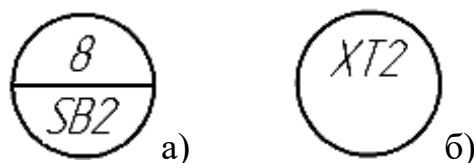


Рисунок 7.1 – Приклади позначення елементів монтажної схеми щита або пульта керування.

Клеми приладу або апарату, що використовуються, позначаються: перший номер – номер приладу або апарата, куди йде монтажний провід; другий номер – номер дроту. На затискачах апаратів та пристроїв автоматики проставляють позначення відповідно до заводської інструкції з монтажу та маркують відповідно до схеми. Комутаційні затискачі, в основному, використовують для з'єднання внутрішньої та зовнішньої електричних проводок.

Зазвичай на сучасних приладах та засобах автоматизації передбачена нумерація контактних клем. У випадку, якщо така нумерація відсутня, вона виконується самостійно зліва направо зверху вниз.

За застосування адресного зображення, креслення не захаращується лініями зв'язку і легко читається. Адресний спосіб виконання монтажних схем основний і найбільш широко поширений. Для адресного методу виконання монтажних схем слід уважно зазначати усі нумерації. Зокрема, для комутаційних затискачів, нумерації проводиться наступним чином (рисунок 7.2):

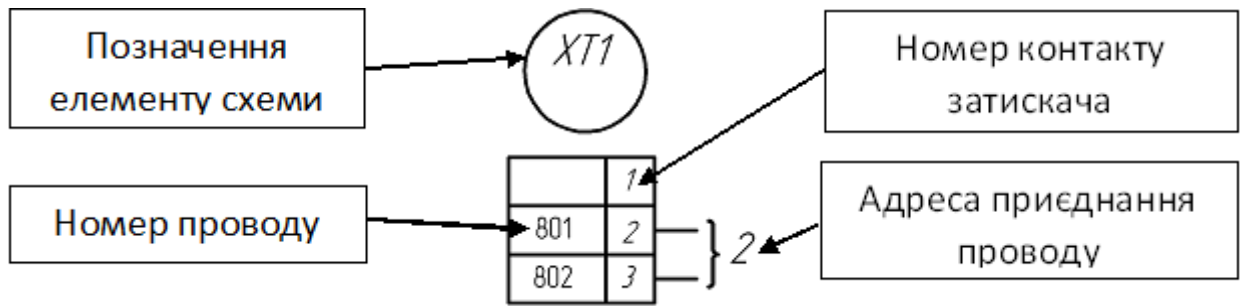


Рисунок 7.2 – Позначення та нумерації на монтажній схемі. Комутаційний затискач.

Для інших елементів схеми, нумерації проводиться так, як це показано на рисунку 7.3.

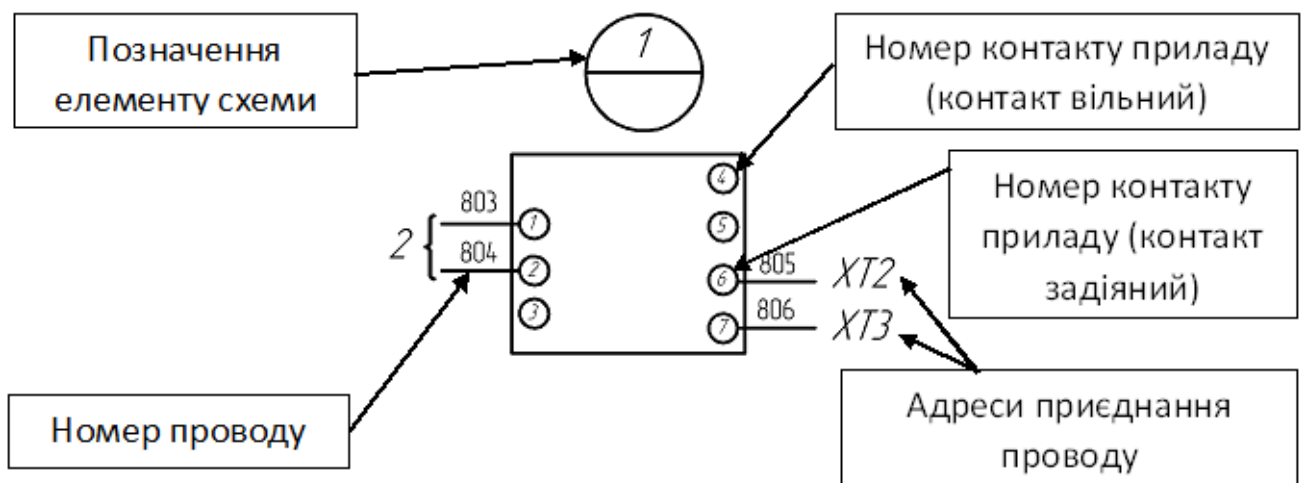


Рисунок 7.2 – Позначення та нумерації на монтажній схемі. прилад.

Слід звернути увагу, що на елементах схеми, зокрема приладах, затискачах, вимикачах тощо, показуються усі контакти, зокрема і ті, які не задіяні для підключення проводів.

Приклад виконання роботи

У якості прикладу розглянемо фрагмент монтажної схеми з підключення приладу ТРЦ 02 Універсал, виробництва НВП «Промприлад», м. Житомир. Схема підключення цього приладу, запозичена з сайту виробника, подана на рисунку 7.3. Як видно зі схеми, прилад має одну комутаційну клему підключення на 16 контактів. За умовами завдання до практичної роботи, застосовуємо лише контакти підключення вхідних і вихідних сигналів та живлення. Припустимо, що цей прилад на схемі буде мати номер 7, позначення ТРЦ03.

Для підключення до щита вхідних та вихідних сингалів приладу необхідний клемний затискач на 10 клем. З практичних міркувань обираємо затискач з деяким запасом, тобто на 12 клем. Цей затискач позначимо XT1. Можливо також

використання двох окремих затискачів – на 6 контактів для сигналів давачів та на 8 контактів для вихідних сигналів, також з врахуванням запасних клем.

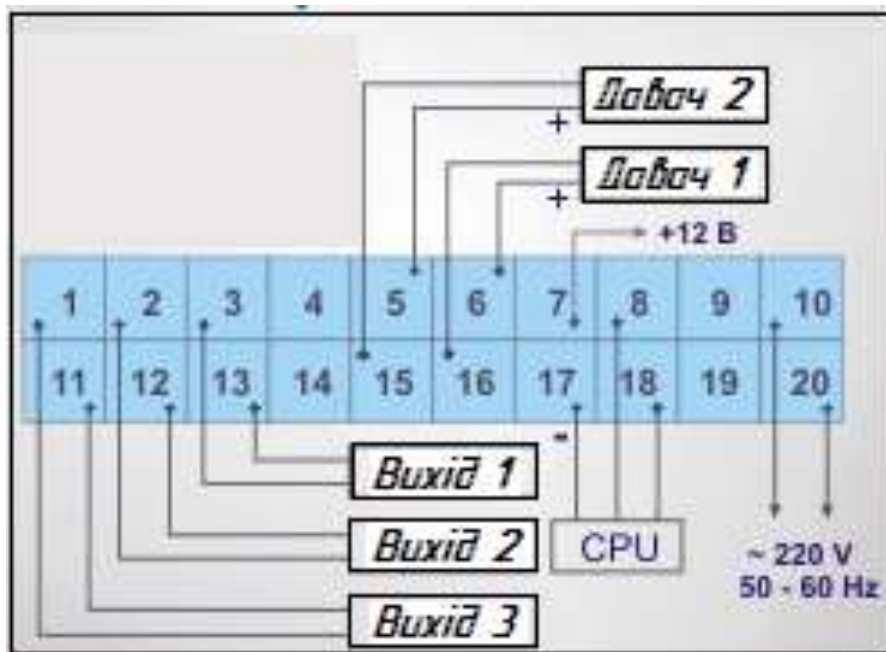


Рисунок 7.3 – Схема підключення приладу ТРЦ 02 Універсал. Запозичена з сайту виробника НВП «Промприлад».

Підключення живлення, за умовами завдання, проводиться через контактні затискачі шинного типу. Зупинимося на таких затискачах на 4 клеми, для розуміння принципу побудови монтажної схеми адресним способом цього буде достатньо. Ці затискачі позначимо *ХТ2* та *ХТ3*. На цих затискачах передбачимо контакт для підключення живлення ззовні. Для проводів, по яких передаються сигнали, відповідно до рекомендацій, будемо застосовувати нумерацію від одиниці, для проводів живлення від 801.

Проводи живлення будуть пронумеровані наступним чином: проводи 801 та 802 будуть використані для підключення зовнішнього джерела живлення, 803 і 804 – для підключення живлення приладу.

Сигнальним провідникам вказуємо двозначний номер. Підключення кожного давача та кожної пари вихідних сигналів будемо проводити парою проводів з послідовними номерами. Нанесемо зображення затискачів на схему. Воно показано на рисунку 7.4.

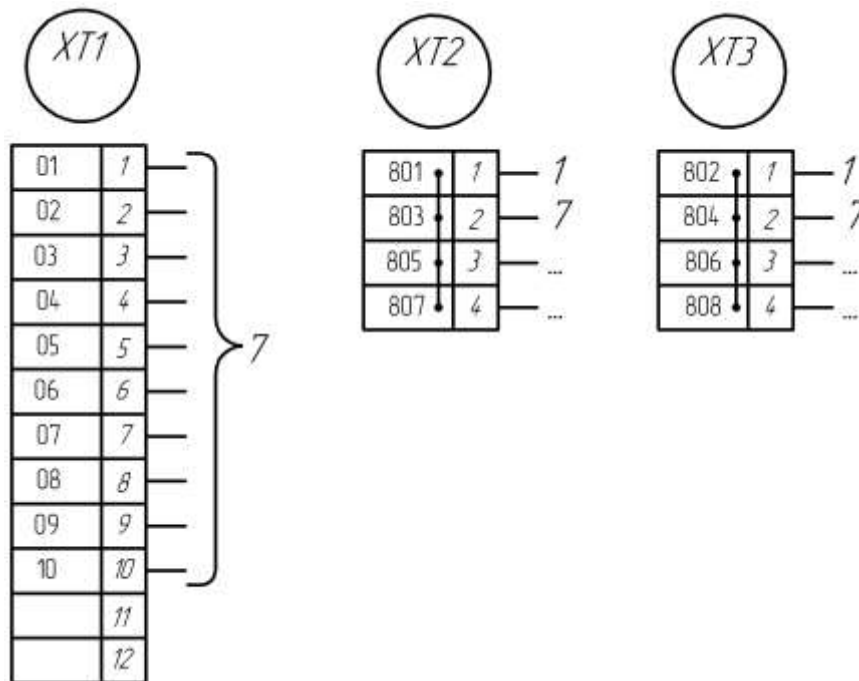


Рисунок 7.4 – Зображення комутаційних затискачів на монтажній схемі. Приклад.

Нанесемо зображення приладу на схему. Воно показано на рисунку 7.5.

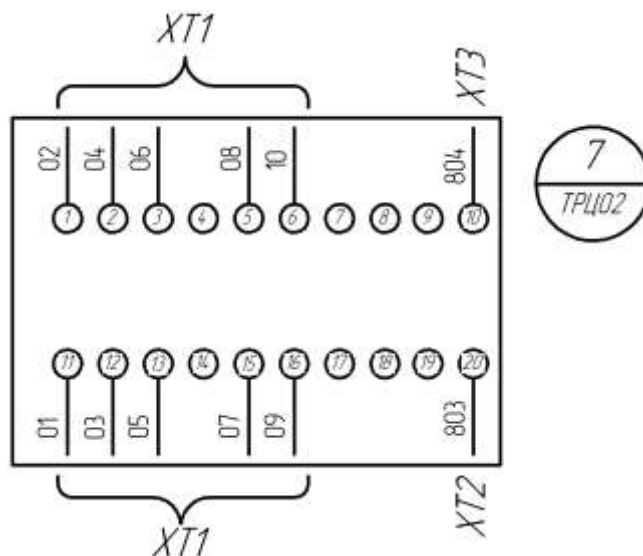


Рисунок 7.5 – Зображення приладу ТРЦ 02 Універсал на монтажній схемі. Приклад.

Поєднання двох наведених вище рисунків утворює фрагмент монтажної схеми, який і треба розробити в роботі.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є фрагмент монтажної схеми щита керування. Фрагмент оформлюється на аркуші формату А3 із рамкою і штампом *Креслення*

конструкторське. Перший аркуш передбаченим ДСТУ ГОСТ 3.104-2006. Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі .pdf) документу.

Монтажна схема виконується за допомогою обраного виконавцем програмного пакету розроблення проєктно-конструкторської документації. В основному написі має бути записано назва креслення *Щит керування. Монтажна схема. Фрагмент*. Код креслення має починатися з абрєвіатури *ТПЗА* і закінчуватися *Е4* – схема електрична монтажна.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке монтажна схема щитової конструкції? Які інші назви передбачені нормативними документами для такої схеми?
2. Для чого виконують монтажні схеми щитових конструкцій?
3. Які існують методи виконання монтажних схем? У чому відмінність між ними?
4. Які початкові дані потрібні для виконання монтажної схеми щитової конструкції?
5. У якій послідовності виконують монтажні схеми?
6. Як проводиться нумерація приладів та інших засобів автоматизації на монтажній схемі?
7. Як проводиться нумерація контактів приладів та інших засобів автоматизації на монтажній схемі?
8. Як проводиться нумерація проводів автоматизації на монтажній схемі?
9. У чому полягає особливість зображення контактних затискачів на монтажних схемах? Які інші компоненти будуть мати таку особливість зображення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8

Розроблення фрагменту монтажної схеми щитової конструкції табличним методом

Мета роботи: набути практичних умінь та досвіду розроблення монтажних схем щитових конструкцій систем автоматизації.

Завдання, початкові дані та особливості виконання роботи

У роботі слід розробити фрагмент схеми з'єднання щитової конструкції у вигляді таблиці з'єднань. Розроблений фрагмент має містити наступні елементи:

- прилад або інший засіб автоматизації, вказаний у варіанті завдання;
- комутаційний затискач, за допомогою якого будуть підключені до щитової конструкції проводи, які передають до щитової конструкції сигнали від давачів та місцевих приладів та від щитової конструкції командні сигнали регуляторів;
- комутаційні затискачі шинного типу для підключення живлення приладів та інших засобів автоматизації (2 штуки);

Початкові дані до роботи подані у додатку Е за варіантами.

Роботи виконується кожним студентом особисто.

Час на виконання роботи – одне аудиторне заняття, 90 хвилин.

Нормативні документи

Монтажні схеми щитів і пультів розробляються відповідно до міждержавного стандарту *ГОСТ 3.702-2011 Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем*, монтажні схеми називаються схемами електричних з'єднань щитів та пультів.

Згідно з *ГОСТ 3.701-2008 Єдина система конструкторської документації. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання* встановлені види й типи схем і їхні буквено-цифрові коди у залежності від видів елементів і зв'язків. Електричні схеми мають буквенний код Э, монтажні схеми цифровий код 4. Ці літера і цифра зазначаються останніми в основному написі креслення. Схеми, виконані табличним методом додатково мають літеру Т у буквеному коді.

Теоретичні відомості

Таблиця з'єднань формою табличного виконання схеми провідок щита керування. Таблицю виконують на аркушах формату А4 за формою, показану на рисунку 21 міждержавного стандарту ГОСТ 3.702-2011. Форма таблиці наведена на рисунку 8.1.

185				
20	50	50	30	
15				
8				
<i>Позначення проводу</i>	<i>Звідки іде</i>	<i>Куди надходить</i>	<i>Дані проводу</i>	<i>Примітка</i>

Рисунок 8.1 – Таблиця з'єднань за ГОСТ 3.702-2011.

Форма основного напису для таблиці відповідає формі 5 для першого аркуша та формі 6 для подальших аркушів за ДСТУ Б А.3.4-4-2009 (рисунки 3.Х та ХХ.Х). Таблицю виконують для односекційних щитів і пультів. У випадку двох- або трисекційних щитів таблиці для кожної секції виконують окремо та починаючи із нового аркуша.

Під час заповнення таблиці, перший рядок пропускається. У другий рядок посередині таблиці без врахування розбиття на рядки записують текст *Технічні вимоги*. У третій так само без врахування розбиття на колонки записують *Таблиця з'єднань розроблена на базі*. У наступному рядку, а за необхідності у двох рядках, за таким самим принципом записують на базі яких документів розроблена таблиця з'єднань із зазначенням кодів цих документів. Монтажна схема у цей перелік не записується. Після цього знову пропускається один рядок і далі йде запис проводок.

Запис проводок до таблиці з'єднань здійснюють у межах усього щита, враховуючи розташування приладів і апаратури на щиті, по виду на внутрішні площини по одному з наступних правил:

- за зростанням номерів маркування ланцюгів на електричних схемах, про нумерації ланцюгів розказано у попередній роботі;
- за методом безперервності ланцюга, у якому початок кожного наступного провідника повинен бути на тому апараті, де закінчився попередній провідник або на апараті розташованому поруч.

Обране правило залишається незмінним для заповнення всієї таблиці. Порядок заповнення граф таблиці з'єднань наступний:

- у графі *Позначення проводу* указують номер провідника;
- у графах *Звідки іде* та *Куди надходить* приводять адресу приєднання провідників;
- у графі *Дані проводу* вказується марка й перетин провідника;
- к графі *Примітка* зазначають літеру *П* для перемичок або роблять спеціальні позначки для проводок, що потребують особливого прокладання.

Адреси приєднання провідників вказуються наступним чином:

- якщо на приладі відсутні окремі клемні затискачі або такий замикач лише один і нумерація контактів загальна для всього приладу: позиційне позначення приладу / двокрапка / номер контакту, наприклад *SB1:1* – прилад *SB1* (вимикач), перший контакт;
- якщо на приладі наявні різні клемні затискачі і нумерація контактів проводиться окремо в межах кожного затискача: позиційне позначення приладу / тире / позначення затискача на приладі / двокрапка / номер контакту на даному затискачі, наприклад *5-2-XP2:3* – прилад з позиційним позначенням *5-2*, клемний затискач *XP2* на цьому приладі, контакт номер *3* на затискачі *XP2*.

Номери контактів приладів і апаратів проставляють відповідно до технічної документації заводу-виробника. За відсутності у апарата заводської нумерації контактів привласнюють умовні номери.

Як уже зазначалося, таблиця з'єднань є табличною формою монтажною схемою щита або пульта керування. Згідно зі згаданим у попередній главі ГОСТ 3.701-2008, буквено-цифровий код таблиці буде *ТЭ4*, де *Т* – таблична форма, *Э* – електричні схеми, *4* – монтажні схеми. Ці літери і цифра зазначаються останніми в коді в основному написі.

Приклад виконання роботи

У якості прикладу розглянемо фрагмент таблиці з'єднань з підключення приладу ІТМ-110 виробника ТОВ «Мікрол». Схема розміщення контактів для підключення цього приладу зображена на рисунку 8.2, запозиченому з сайту виробника. Для цього приладі приймемо позначення ІТМ110. Звернемо увагу, що на приладі присутні окремі клемні затискачі, які мають бути належним чином зазначені в таблиці з'єднань.

Для підключення до щита вхідних та вихідних сигналів приладу необхідний клемний затискач на 14 клем. Перші три клеми задіємо для підключення вхідних сигналів, клеми 4 і 8 пропускаємо, клеми 5, 6, 7 та 9, 10, 11 для підключення дискретних виходів, 12 пропускаємо, 13 і 14 для аналогового виходу. Цей затискач позначимо *ХТ1*. За аналогією з попередньою роботою, можливо використання двох окремих затискачів – на 4 клеми для вхідних сигналів та на 10 клем для вихідних сигналів.

Сигнальним провідникам вказуємо двозначний номер, починаючи з 01. Підключення аналогового входу та виходів будемо проводити проводами з послідовними номерами. У якості сигнальних проводів використаємо провід ПВ 1×1-380 за ГОСТ 6323-79.

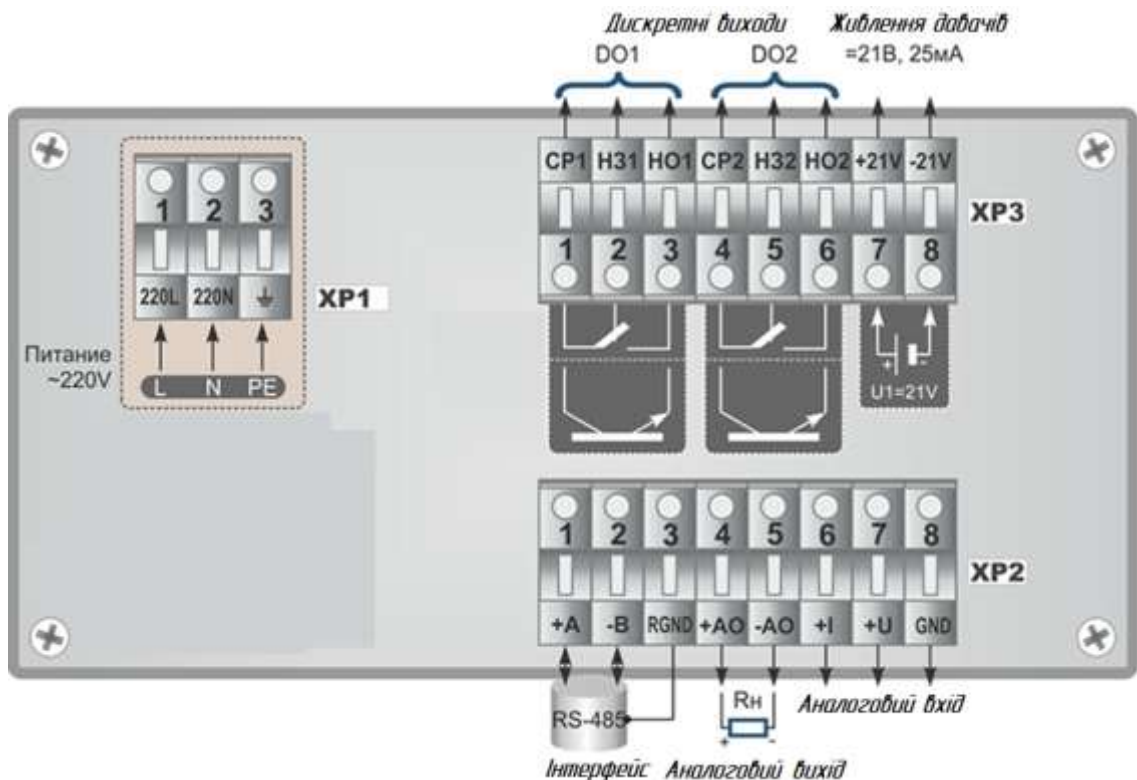


Рисунок 8.2 – Контакти приладу Мікрол ІТМ-110. Рисунок запозичений з сайту виробника.

Підключення живлення, за умовами завдання, проводиться через контактні затискачі шинного типу. Зупинимося на таких затискачах на 4 клеми, для розуміння принципу побудови монтажною схеми адресним способом цього буде достатньо. Ці затискачі позначимо *XT2* та *XT3*. На цих затискачах передбачимо контакт для підключення живлення ззовні. Для проводів, по яких передаються сигнали, відповідно до рекомендацій, будемо застосовувати нумерацію від одиниці, для проводів живлення від 801. Проводи живлення будуть пронумеровані наступним чином: проводи 801 та 802 будуть використані для підключення зовнішнього джерела живлення і підключені на клеми затискачів з номерами 1, 803 і 804 – для підключення живлення приладу і до клем затискачів з номерами 3. Живлення будемо підключати двожильними проводами ШВВП 2x1 за ГОСТ 22483-77.

Для розроблення таблиці з'єднань скористаємося правилом зростання номерів маркування ланцюгів на електричних схемах. Розроблена таблиця з'єднань показана на рисунку 8.3.

<i>Позначення проводу</i>	<i>Звідки іде</i>	<i>Куди надходить</i>	<i>Дані проводу</i>	<i>Примітка</i>
	<i>Технічні вимоги</i>			
	<i>Таблиця з'єднань розроблена на базі</i>			
	<i>схеми автоматизації та креслення щита керування</i>			
<i>01</i>	<i>ХТ11</i>	<i>ІТМ110-ХР2-6</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>02</i>	<i>ХТ12</i>	<i>ІТМ110-ХР2-7</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>03</i>	<i>ХТ13</i>	<i>ІТМ110-ХР2-8</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>04</i>	<i>ХТ15</i>	<i>ІТМ110-ХР3-1</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>05</i>	<i>ХТ16</i>	<i>ІТМ110-ХР3-2</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>06</i>	<i>ХТ17</i>	<i>ІТМ110-ХР3-3</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>07</i>	<i>ХТ19</i>	<i>ІТМ110-ХР3-4</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>08</i>	<i>ХТ110</i>	<i>ІТМ110-ХР3-5</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>09</i>	<i>ХТ111</i>	<i>ІТМ110-ХР3-6</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>10</i>	<i>ХТ113</i>	<i>ІТМ110-ХР2-4</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>11</i>	<i>ХТ114</i>	<i>ІТМ110-ХР2-5</i>	<i>ПВ 1×1</i>	
<i>803</i>	<i>ХТ2-2</i>	<i>ІТМ110-ХР1-1</i>	<i>ШВВП2×1</i>	
<i>804</i>	<i>ХТ3-2</i>	<i>ІТМ110-ХР1-2</i>	<i>ШВВП2×1</i>	

Рисунок 8.3 – Таблиця з'єднань. Приклад.

Оформлення результатів виконання роботи

Результатом роботи є фрагмент таблиці з'єднань щита керування. Фрагмент оформлюється на аркуші формату А4 із рамкою і штампом за формою 5 для першого аркуша та формі 6 у разі наявності подальших аркушів за ДСТУ Б А.3.4-4-2009 (дивись рисунки 3.7 і 3.8). Можливі подача як паперового, так і електронного (у форматі *.pdf*) документу.

Таблиця з'єднань виконується зі допомогою обраного виконавцем програмного пакету розроблення проектно-конструкторської документації. В основному написі має бути записано назва документу *Щит керування. Таблиця з'єднань. Фрагмент*. Код документу має починатися з абрєвіатури *ТПЗА* і закінчуватися *ТЕ4* – схема електрична монтажна, табличне виконання.

Контрольні запитання та завдання

1. Які існують методи виконання монтажних схем? У чому відмінність між ними?
2. Які початкові дані потрібні для виконання таблиці з'єднань щитової конструкції?
3. Опишіть структуру таблиці з'єднань. Які дані слід заносити у її графи?
4. Як проводиться нумерація контактів приладів та інших засобів автоматизації для розроблення таблиці з'єднань?
5. Які правила використовуються для впорядкування записів у таблиці з'єднань?
6. З якого рядка починається запис провідок у таблиці з'єднань? Чому саме з такого?
7. В чому різниці при виконанні таблиці з'єднань односекційних та багатосекційних щитів

Список рекомендованої літератури

Базова література

1. *Дранчук М.М.* Проектування систем автоматизації технологічних процесів в нафтовій та газовій промисловості [Текст]: навч. посібник / М.М. Дранчук, – Івано-Франківськ, 2003. – 941с.
2. *Проектування систем керування:* [Текст] навч. посібник / М. З. Кваско, Я. Ю. Жураковський, А. І. Жученко, В. В. Миленський, – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 344 с. ISBN 978-966-2425-32-1
3. *Пушкар, М.С.* Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко, – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с. ISBN 978-966-350-423-0
4. *Трегуб В.Г.* Проектування систем автоматизації. [Текст]: навч. посібник / В.Г. Тригуб, – К.: Вид-во Ліра-К, 2014. – 344 с. ISBN 978-966-2609-58-5

Додаткова література

5. *Нестеров А.Л.* Проектирование АСУТП [Текст]: методическое пособие / А.Л. Нестеров, – СПб, издательство ДЕАН, – 2006, – 552 с. ISBN 5-96630-530-9
6. *Нестеров А.Л.* Проектирование АСУТП [Текст]: методическое пособие. Книга 3. / А.Л. Нестеров, – СПб, издательство ДЕАН, – 2009, – 944 с. ISBN 978-5-96630-654-9.
7. *Проектирование систем автоматизации технологических процессов* [Текст]: Справочное пособие / А.С. Клюев и др.; под ред. А.С. Клюева, – М.: Энергия, 1989. – 388 с.
8. *Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля* [Текст] / А.С. Клюев и др.; под ред. А.С. Клюева.-3-е изд., перераб. и доп., – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.

Додатки

Додаток А

Заходи безпеки під час виконання практичних робіт

ІНСТРУКЦІЯ

з техніки безпеки при навчанні студентів у комп'ютерних класах кафедри технічних та програмних засобів автоматизації інженерно-хімічного факультету

1. Знання і суворе дотримання цих правил є обов'язковим для всіх осіб, допущених до роботи у комп'ютерному класі. Доведення їх до кожного зі студентів підтверджується особистим підписом кожного з них у контрольному листі з техніки безпеки. Особи, які не одержали такого інструктажу та не поставили підпис у контрольному листі з техніки безпеки, до роботи у комп'ютерному класі не допускаються.
2. Всі роботи в учбових лабораторіях кафедри технічних та програмних засобів автоматизації проводяться лише з дозволу викладача або співробітника кафедри.
3. Під час проведення занять в учбовій лабораторії не повинні знаходитися сторонні особи, в тому числі студенти інших груп. Студенти не повинні самовільно залишати учбову лабораторію під час занять.
4. Під час роботи у комп'ютерному класі треба пам'ятати, що обладнання живиться напругою, небезпечною для життя.
5. Всі особи, працюючі у комп'ютерному класі кафедри технічних та програмних засобів автоматизації повинні бути ознайомлені з правилами надання першої медичної допомоги при ураженні електричним струмом.
6. Перед вмиканням обладнання кожен з працюючих повинен отримати дозвіл викладача або співробітника кафедри.
7. У випадках виникнення короткого замикання, горіння, диму, вогню в апаратурі, пристрій необхідно негайно вимкнути з мережі та доповісти викладачеві або співробітникові кафедри. Самостійні дії по усуненню пошкодження забороняються.
8. У випадку виходу з ладу обладнання або програмного забезпечення, що зумовлені іншими причинами, доповісти викладачеві або співробітникові кафедри. Вимкати апаратуру при цьому не дозволяється. Самостійні дії по усуненню пошкодження забороняються.
9. Працюючі в учбових лабораторіях кафедри технічних та програмних засобів автоматизації несуть майнову та адміністративну відповідальність за збереження та використання обладнання, наданого для їх праці.

10. Категорично забороняється:

- самостійно вмикати та вимикати тумблери на щитку електроживлення;
- не санкціоновано вмикати електрообладнання;
- залишати без нагляду увімкнені пристрої
- самовільно залишати комп'ютерній клас;
- пересувати обладнання та комплектуючі;
- підключати та відключати інформаційні кабелі та кабелі живлення;
- без дозволу приносити та вмикати своє обладнання та пристрої, встановлювати власне програмне забезпечення;
- без дозволу використовувати власні носії інформації.

11. Після закінчення занять обладнання не вимикається. Робоче місце має бути прибрано працюючим та перевірено викладачем чи співробітником кафедри.

ІНСТРУКЦІЯ

про заходи пожежної безпеки у лабораторіях, учбових та робочих приміщеннях кафедри технічних та програмних засобів автоматизації інженерно-хімічного факультету

1. Всі студенти повинні знати та ретельно виконувати «Загальні правила пожежної безпеки в КПІ імені Ігоря Сікорського».
2. Завідуючий кафедрою та завідуючий лабораторією відповідають за забезпечення пожежної безпеки всіх приміщень кафедри та за справність протипожежного обладнання та сигналізації.
3. Все електричне обладнання, яке знаходиться в лабораторіях та приміщеннях кафедри, повинно мати заземлення.
4. В усіх приміщеннях повинно дотримуватись чистоти, не займати приміщення непотрібними меблями, обладнанням та матеріалами.
5. Всі двері основних та додаткових виходів утримувати у стані швидкого відкривання.
6. Зберігання та використання горючих та легкозаймистих рідин у приміщеннях кафедри забороняється.
7. Ремонт електричного обладнання проводити у строгій відповідності з правилами пожежної безпеки.
8. Всі електрозахисти повинні знаходитися у закритому положенні, не захищені сторонніми предметами.
9. Коридори, проходи, тамбури, евакуаційні виходи та підходи до першочергових засобів пожежогасіння, а також комунікаційні ніші повинні бути постійно вільними, чистими та нічим не зайнятими.

10. Відповідальні особи перед закриттям приміщень повинні ретельно оглянути їх, забезпечити прибирання виробничих відходів, перевірити якість перекриття води, газу, відключити напругу електромережі, перевірити стан пожежної сигналізації та засобів пожежогасіння.
11. Від усіх приміщень мати два комплекти ключів. Один комплект здавати черговому, а інший – зберігати в певному місці, яке відомо обслуговуючому персоналу.
12. Студенти повинні знати та ретельно виконувати «Загальні правила техніки безпеки», про що вони ставлять свій підпис у відповідному контрольному листі з техніки безпеки перед початком проведення циклу практичних робіт. Студенти, які не пройшли інструктаж і не поставили підпис у контрольному листі, до роботи не допускаються.

Додаток Б

Запитання і завдання до роботи 1

Таблиця Б.1 – Номери запитань і завдань за варіантами

<i>Варіант</i>	<i>Питання і завдання</i>			
1	7	15	27	44
2	2	14	31	35
3	2	9	37	46
4	6	16	32	38
5	9	15	31	45
6	8	19	28	38
7	1	16	34	41
8	5	14	25	46
9	9	17	31	44
10	10	13	33	39
11	5	19	35	38
12	9	18	26	40
13	11	15	32	45
14	6	22	27	41
15	4	13	23	42

<i>Варіант</i>	<i>Питання і завдання</i>			
16	1	21	29	39
17	2	11	32	38
18	8	16	30	43
19	10	18	32	38
20	3	13	26	42
21	6	11	22	43
22	2	16	29	43
23	4	8	34	36
24	10	22	32	38
25	6	19	22	42
26	11	21	35	36
27	7	20	32	46
28	4	12	32	38
29	10	14	26	37
30	4	17	28	35

Перелік запитань і завдань

1. Виготовлення яких специфікацій передбачається діючою нормативною документацією на проєктування систем автоматизації?
2. Вкажіть вимоги, що висуваються нормативною документацією до оформлення титульного аркушу технічного завдання.
3. Вкажіть передбачені нормативними документами способи розміщення текстових даних на схемі.
4. Вкажіть посадових осіб, які, згідно нормативної документації, мають проставити свої підписи на титульних аркушах проєктних документів.
5. Дайте визначення понять «вид схеми» та «тип схеми» згідно діючої нормативної документації.
6. Для чого, згідно нормативної документації, призначені цифро-буквені позначення на електричних схемах?
7. Для яких електричних схем діючі нормативні документи передбачаються табличний спосіб виконання.
8. Для яких складових частин систем автоматизації нормативна документація передбачає створення окремого технічного завдання?
9. З чого складається умовне зображення приладів і засобів автоматизації на схемі автоматизації?
10. З яких розділів, згідно нормативних документів, має складатися специфікація обладнання систем автоматизації?

11. Наведіть допустимі структури формування цифро-буквених позначень на електричних схемах.
12. Наведіть правила впорядкування розділів та нумерації аркушів технічного завдання на створення систем автоматизації.
13. Наведіть регламентовані стандартом правила позначення систем та їх частин.
14. Перерахуйте види документів, розроблення яких передбачено на стадіях виконання проєкту.
15. Перерахуйте додаткові літерні позначення, що відображають функціональні ознаки приладів на схемах автоматизації.
16. Перерахуйте елементи та технічні засоби, які згідно нормативної документації допускається не показувати на кресленнях розташування.
17. Перерахуйте креслення, які, згідно діючих нормативних документів, визначені як основний комплект робочих креслень.
18. Перерахуйте передбачені діючими нормативними документами принципові схеми.
19. Перерахуйте регламентовані стандартом обов'язкові розділи технічного завдання.
20. Перерахуйте склад робочої документації систем автоматизації, зазначений у діючому державному стандарті.
21. Перерахуйте склад технічної документації систем автоматизації, зазначений у діючому державному стандарті.
22. Перерахуйте стадії проєктування систем автоматизації, передбачені діючою нормативною документацією.
23. Перерахуйте обов'язкові відомості, які вносяться то розділу «Загальні положення» технічного завдання.
24. У чому відмінність понять «установка» та «пристрій» відповідно до діючої нормативної документації?
25. У якому випадку на схемах автоматизації використовують стрілки на лініях зв'язку?
26. У якому випадку, згідно діючих нормативних документів, допускається не виконувати схему підключень зовнішніх проводок.
27. Чи відповідають, згідно нормативної документації, типи схем взагалі та типи електричних схем?
28. Чи допускається діючою нормативною документацією внесення змін у робочу документацію, передану замовнику? Що означає внесення змін у робочу документацію?
29. Чому специфікацію на засоби автоматизації слід виконувати за формою специфікації до робочих креслень будівель і споруд?
30. Що означає на електричній схемі взятє в дужки позначення елемента?
31. Яка товщина лінії взаємозв'язків рекомендується і яка допускається під час виконання схем?

32. Яке найменування, згідно нормативних документів, має перший розділ пояснювальної записки до проекту?
33. Який порядок розташування букв у літерному позначенні приладів та засобів автоматизації на схемі автоматизації?
34. Яким нормативним документом вводяться визначення понять проєктної документації та окремих її частин? Наведіть приклади 2-3 таких визначень.
35. Які види схем передбачені діючою нормативною документацією?
36. Які документи, згідно діючої нормативної документації, передбачені для інформаційного забезпечення автоматизованих систем.
37. Які документи, згідно діючої нормативної документації, передбачені для інформаційного забезпечення автоматизованих систем.
38. Які елементи, згідно діючих нормативних документів, зображують на схемі автоматизації?
39. Які елементи, згідно діючих нормативних документів, мають зобразитися на схемах підключень?
40. Які існують вимоги до оформлення титульного аркушу технічного завдання на створення систем автоматизації.
41. Які позначення на електричних схемах визначаються діючою нормативною документацією як основні?
42. Які позначення на електричних схемах визначаються діючою нормативною документацією як додаткові?
43. Які способи виконання схеми автоматизації передбачаються діючими нормативними документами? Коротко опишіть кожен з цих способів.
44. Які способи побудови умовних позначень передбачений нормативними документами на схемах автоматизації?
45. Які типи схем передбачені діючою нормативною документацією?
46. Які типи цифро-буквених позначень на електричних схемах передбачено діючою нормативною документацією?

Додаток В
Структурна схема автоматизації для навчального прикладу роботи 3.

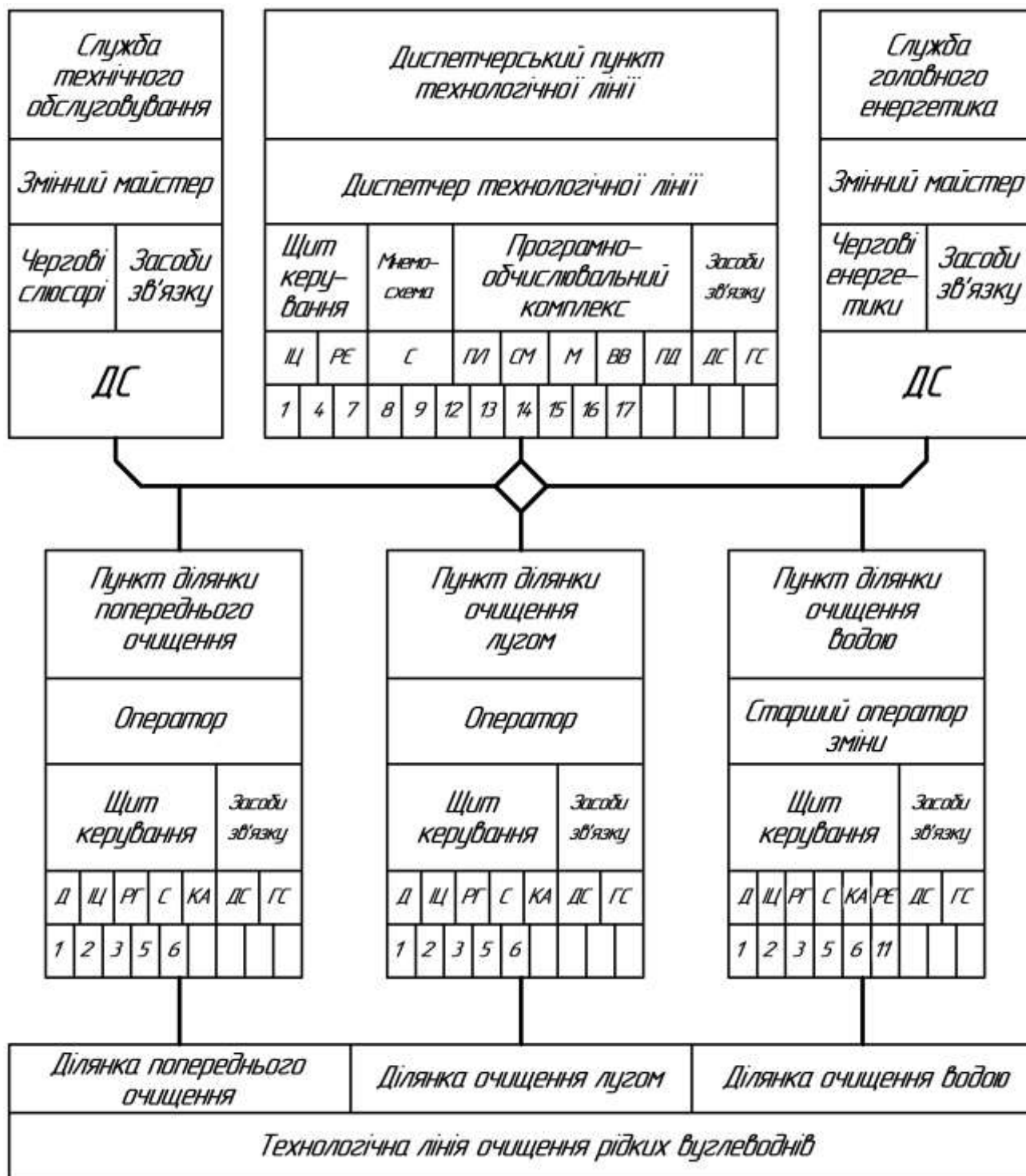


Рисунок В.1 – Структурна схема автоматизації процесу очищення рідких вуглеводнів

Додаток Г
Варіанти завдань до роботи 6

Таблиця Г.1 – Варіанти завдань до виконання практичної роботи

Варіант	Вимірювач / індикатор параметрів	Прилад регулюючий		Регулятор-сигналізатор рівня	Лампа сигнальна зелена, 24 вольт	Лампа сигнальна червона, 24 вольт	Табло сигнальне	Кнопка керування	Прилад за вибором
		тип	кільк.						
1	6	П-регулятор	2	2	6	4	2	2	2
2	5	ПД-регулятор	3	2	6	4	4	2	2
3	4	П-регулятор	4	2	6	4	2	2	2
4	3	ПД-регулятор	5	1	5	4	3	3	2
5	3	П-регулятор	5	1	5	4	3	3	2
6	3	ПД-регулятор	5	2	6	4	4	2	2
7	4	П-регулятор	4	1	5	4	2	3	2
8	6	ПД-регулятор	2	1	5	4	4	3	2
9	5	П-регулятор	3	1	5	4	3	3	2
10	6	ПД-регулятор	2	2	6	4	4	2	2
11	4	П-регулятор	4	1	4	3	3	5	2
12	6	ПД-регулятор	2	2	6	4	2	2	2
13	3	П-регулятор	5	1	5	4	2	3	2
14	6	ПД-регулятор	2	1	4	3	4	5	2
15	6	П-регулятор	2	1	4	3	3	5	2
16	6	ПД-регулятор	2	1	5	4	2	3	2
17	5	П-регулятор	2	1	4	3	3	5	2
18	4	ПД-регулятор	4	2	6	4	2	2	2
19	4	П-регулятор	4	2	6	4	4	2	2
20	3	ПД-регулятор	5	1	5	4	4	3	2
21	4	П-регулятор	4	2	6	4	4	2	2
22	5	ПД-регулятор	3	1	5	4	4	3	2
23	4	П-регулятор	5	2	6	4	4	2	2
24	5	ПД-регулятор	3	1	5	4	3	3	2
25	5	П-регулятор	3	2	6	4	3	2	2
26	4	ПД-регулятор	5	2	6	4	2	2	2
27	3	П-регулятор	6	1	5	4	2	3	2
28	4	ПД-регулятор	5	1	4	3	3	5	2
29	6	П-регулятор	2	1	5	4	2	3	2
30	5	ПД-регулятор	3	1	4	3	3	5	2

Додаток Д
Варіанти завдань до роботи 7

Таблиця Д.1 – Варіанти завдань до виконання практичної роботи

<i>Варіант</i>	<i>Затискачі проводів вхідних та вихідних сигналів</i>	<i>Перший затискач</i>	<i>Другий затискач</i>	<i>Прилад</i>
1	окремо	ХТ3	ХТ4	ОВЕН ТРМ202
2	окремо	ХТ4	ХТ5	Мікрол МІК-21
3	окремо	ХТ5	ХТ6	ОВЕН 2ТРМ1
4	разом	ХТ6		Мікрол МІК-21
5	разом	ХТ3		Мікрол ІТМ-122
6	окремо	ХТ8	ХТ9	Мікрол МІК-21
7	разом	ХТ3		ОВЕН 2ТРМ1
8	разом	ХТ8		Мікрол МІК-341
9	окремо	ХТ4	ХТ5	Мікрол МІК-21
10	разом	ХТ7		Мікрол МІК-111
11	разом	ХТ6		ОВЕН 2ТРМ1
12	разом	ХТ3		ОВЕН УКТ8
13	окремо	ХТ4	ХТ5	Мікрол МІК-21
14	разом	ХТ5		Мікрол МІК-21
15	разом	ХТ4		Мікрол ІТМ-122
16	окремо	ХТ7	ХТ8	Мікрол МІК-21
17	разом	ХТ4		Мікрол ІТМ-122
18	разом	ХТ5		Мікрол МІК-21
19	окремо	ХТ4	ХТ5	Мікрол МІК-341
20	разом	ХТ4		Мікрол ІТМ-122
21	разом	ХТ8		Мікрол МІК-21
22	разом	ХТ6		ОВЕН ТРМ202
23	окремо	ХТ3	ХТ4	Мікрол ІТМ-122
24	окремо	ХТ7	ХТ8	ОВЕН 2ТРМ1
25	окремо	ХТ3	ХТ4	Мікрол ІТМ-122
26	окремо	ХТ7	ХТ8	ОВЕН УКТ8
27	разом	ХТ4		ОВЕН УКТ8
28	разом	ХТ8		ОВЕН 2ТРМ1
29	окремо	ХТ3	ХТ4	Мікрол МІК-111
30	разом	ХТ4		Мікрол ІТМ-122

Додаток Е
Варіанти завдань до роботи 8

Таблиця Е.1 – Варіанти завдань до виконання практичної роботи

<i>Варіант</i>	<i>Затискачі проводів вхідних та вихідних сигналів</i>	<i>Перший затискач</i>	<i>Другий затискач</i>	<i>Прилад</i>
1	разом	ХТ3		Мікрол МІК-341
2	разом	ХТ3		ОВЕН ТРМ202
3	разом	ХТ8		ОВЕН 2ТРМ1
4	разом	ХТ6		Мікрол МІК-21
5	разом	ХТ6		ОВЕН 2ТРМ1
6	окремо	ХТ3	ХТ4	ОВЕН УКТ8
7	окремо	ХТ3	ХТ4	Мікрол МІК-341
8	разом	ХТ3		ОВЕН ТРМ202
9	окремо	ХТ7	ХТ8	ОВЕН ТРМ202
10	разом	ХТ5		ОВЕН ТРМ202
11	разом	ХТ7		Мікрол ІТМ-122
12	окремо	ХТ4	ХТ5	ОВЕН ТРМ202
13	разом	ХТ8		ОВЕН ТРМ202
14	разом	ХТ4		Мікрол МІК-111
15	разом	ХТ8		ОВЕН УКТ8
16	разом	ХТ8		Мікрол МІК-21
17	окремо	ХТ5	ХТ6	ОВЕН ТРМ202
18	окремо	ХТ7	ХТ8	ОВЕН 2ТРМ1
19	окремо	ХТ6	ХТ7	Мікрол МІК-111
20	окремо	ХТ4	ХТ5	Мікрол МІК-111
21	окремо	ХТ7	ХТ8	Мікрол МІК-341
22	разом	ХТ6		ОВЕН 2ТРМ1
23	разом	ХТ3		ОВЕН 2ТРМ1
24	разом	ХТ6		Мікрол ІТМ-122
25	разом	ХТ6		Мікрол ІТМ-122
26	разом	ХТ8		Мікрол МІК-111
27	разом	ХТ8		ОВЕН ТРМ202
28	окремо	ХТ3	ХТ4	Мікрол МІК-111
29	разом	ХТ8		Мікрол МІК-21
30	окремо	ХТ8	ХТ9	Мікрол МІК-111