

**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І  
ЗВ'ЯЗКУ**

---

**Факультет телекомунікацій та радіотехніки  
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій**

**Методичні рекомендації  
до виконання курсового проєкту  
з дисципліни  
«Проектування промислових систем автоматизації та їх  
діагностика»**

**для здобувачів вищої освіти**

**Одеса 2025**

УДК 658.512.011.56(035.5)

**Укладач:**

**Тігарєв А.М.** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій державного університету інтелектуальних технологій та зв'язку.

**Рецензенти:**

**Лісовий І.П.** доктор технічних наук, професор кафедри систем електронних комунікацій державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку.

**Левінський В.М.** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і роботехнічних систем Одеського національного технологічного університету.

Тігарєв А.М. Проектування промислових систем автоматизації та їх діагностика: Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту / Укладач Тігарєв А.М. Одеса: ДУІТЗ, 2025. 44 с.

*Рекомендовано до друку Навчально-методичною Радою  
Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку  
(протокол №6 від 28 травня 2025 р.)*

Методичні рекомендації для здобувачів вищої освіти містять матеріал, якій допоможе виконати курсовий проєкт з дисципліни «Проектування промислових систем автоматизації та їх діагностика», оволодіти методами і підходами при опису та розробці схем автоматизації, зовнішніх проводок, схем підключення давачів та виконавчих пристроїв до програмованих логічних контролерів в технологічних процесах для систем автоматизації і управління в різних галузях промисловості. В методичних рекомендаціях містяться необхідні відомості до змісту для виконання всіх розділів курсового проєкту. Для полегшення роботи студентів над проєктом наведено посилання на державні стандарти та керівні технічні матеріали. Показано орієнтовний зміст курсового проєкту.

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1 Мета, тематика й завдання виконання курсового проєкту, його місце в навчальному процесі.....	4
1.1 Мета виконання курсового проєкту.....	4
1.2 Тематика й завдання виконання курсового проєкту.....	5
1.3 Місце курсового проєкту в навчальному процесі.....	5
2 Структура й зміст курсового проєкту. Методичні вказівки до виконання загальних розділів.....	6
2.1 Загальна структура й зміст курсового проєкту.....	6
2.2 Зміст і методичні вказівки до виконання основних розділів курсового проєкту.....	8
2.3 Методичні вказівки з проєктування комплексів технічних засобів, які компонуються.....	30
3 Вказівки до виконання курсового проєкту.....	34
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	36
ДОДАТОК 1 Приклади виконання частин схем автоматизації.....	38
ДОДАТОК 2 Приклад схеми технологічного процесу та схеми автоматизації.....	40
ДОДАТОК 3 Перелік елементів за ГОСТ 2.701-84.....	41
ДОДАТОК 4 Зразок титульного аркуша.....	42
ДОДАТОК 5 Умовні позначення засобів автоматизації (ГОСТ 3925-59).....	43

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Сьогодні більшість розроблювальних систем автоматизації (СА) відносяться до локальних автоматизованих систем керування (АСКТП) і створюються у вигляді автоматизованих робочих місць (АРМ) оператора, змінного технолога, з наступним об'єднанням їх у єдину локальну інформаційно-обчислювальну мережу з АРМами керівників: головного технолога, головного інженера, технічного директора й ін.

Створення СА на підприємствах поєднує процеси дослідження, проектування, монтажу, налагодження й експлуатації в єдиний цикл, що прийнято називати “життєвим циклом”. Етап проектування є найбільш відповідальним, який визначає, в остаточному підсумку, ефективність функціонування впровадженої СА. При проектуванні необхідно виходити із принципів системного підходу, що вимагає, крім рішення чисто технічних питань розробки різних структур, схем, конструкцій й ін., розглядати проблеми надійності, діагностики несправностей, ефективності, монтажу, налагодження, експлуатації й технічного обслуговування СА.

Виконання курсового проекту буде сприяти придбанню майбутнім фахівцем високої професійної кваліфікації, що цілковито необхідно для прийняття, часто в умовах невизначеності, неповноти інформації, досить відповідальних рішень при створенні СА.

При розробці завдань проектування варто керуватися основними документами, що визначають загальні вимоги до проектів, прийнятими Міжнародною науково-технічною комісією зі стандартизації й технічного нормування в будівництві (МНТКС) і документам Державного Комітету України у справах містобудування й архітектури (ДНБ А.2.2-3-97) [1]. Стандарти Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) використовуються не в повному обсязі. При проектуванні необхідно також керуватися інструктивними й керівними матеріалами проектних і науково-дослідних організацій України, а також монтажньо-експлуатаційними інструкціями заводів-виготовлювачів приладів і засобів автоматизації.

### **1 Мета, тематика й завдання виконання курсового проекту, його місце в навчальному процесі**

#### **1.1 Мета виконання курсового проекту**

Мета виконання курсового проекту полягає у набутті студентами практичних навичок у самостійній постановці й технічно грамотному вирішенні комплексу завдань зі створення СА технологічними процесами різних галузей промисловості, закріпленні знань й умінь, отриманих при вивченні дисципліни “Проектування промислових систем автоматизації”.

## **1.2 Тематика й завдання виконання курсового проєкту**

Тема курсового проєкту передбачає розробку систем автоматизації, що здійснюють функції автоматичного контролю й регулювання основних технологічних параметрів, а також керування технологічними й транспортними переміщеннями й керування виробничими лініями.

У результаті виконання курсового проєкту студенти повинні:

1 Набути навичок у прийнятті обґрунтованих технічно грамотних рішень й їх подання у проєктної документації при розгляданні завдань розробки структурних схем, схем автоматизації, принципів електричних схем автоматизації, живлення, щитів і пультів, документації для монтажу щитів і пультів, схем зовнішніх електричних і трубних проводок, схем з'єднань і підключень мікропроцесорних контролерів (МПК) і персональних комп'ютерів (ПК).

2 Широко використовувати елементи систем автоматизованого проєктування (САПР) у проєктних роботах.

3 Складати замовлені специфікації й локальні кошториси.

## **1.3 Місце курсового проєкту в навчальному процесі**

Реалізуючи принцип наскрізного курсового проєктування, тема курсового проєкту формулюється таким чином, що студентові надається можливість обґрунтовано й ефективно використати усі раніше ним виконані розробки в попередніх комплексних завданнях, курсових роботах і проєктах по дисциплінах: Основи електроприводної техніки, Апаратне та програмне забезпечення інформаційних систем, Електротехніка та промислова електроніка, Математичне та комп'ютерне моделювання процесів і систем, Метрологія, інформаційні вимірювання та контроль якості, Технічні засоби автоматизації, Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації, Теорія автоматичного керування, Системи керування технологічними процесами і апаратами, Мікропроцесорні системи та мікроконтролери, Автоматизація технологічних процесів, Інтелектуальні технології в автоматизованих системах.

Спадкоємність завдань проєктування на всіх етапах навчання студента забезпечується узгодженням теми курсових проєктів і курсових робіт провідними викладачами кафедри.

Практичні навички, набуті студентами, будуть використані при розвитку й поглибленні теми курсового проєкту у випускній бакалаврській роботі.

## **2 Структура й зміст курсового проєкту. Методичні вказівки до виконання загальних розділів**

Технічні документи, що входять до складу курсового проєкту, повинні містити графічну частину – схеми, графіки, креслення й ін. і текстову – пояснювальну записку, специфікації, заявочні відомості й ін.

Склад і зміст проєктної документації з автоматизації технологічних процесів повинні бути такими, щоб забезпечити можливість замовлення всього необхідного обладнання й матеріалів, виготовлення нестандартного обладнання, проведення монтажних і налагоджувальних робіт, організації експлуатації систем автоматизації, оцінки вартості обладнання і його монтажу, визначення економічного ефекту від впровадження систем автоматизації.

Обсяг курсового проєкту становить: графічна частина – 3...5 аркушів формату А1...А3, текстовий матеріал – 30...35 сторінок формату А4.

Надані нижче відомості про структуру й зміст методичних вказівок відносяться до “типового курсового проєкту”.

При розробці курсового проєкту необхідно керуватися:

1 Основними технічними напрямками в розробці систем і засобів автоматизації, виходячи з передових досягнень науки й техніки.

2 Результатами науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

3 Передовим вітчизняним і закордонним досвідом у галузі автоматизації технологічних процесів у промисловості.

4 Діючими нормативними документами з проєктування систем автоматизації технологічних процесів, затвердженими в установленому порядку.

5 Нормами й правилами на проведення будівельних і монтажних спеціальних робіт.

6 Затвердженими кошторисними нормами, прейскурантами й цінниками для визначення кошторисної вартості систем автоматизації.

### **2.1 Загальна структура й зміст курсового проєкту**

КП містить у собі графічну частину й пояснювальну записку. Змістом графічної частини є схеми проєктної документації на систему автоматизації технологічного процесу, які виконує студент на підставі отриманого завдання.

Пояснювальна записка містить у собі весь текстуальний матеріал КП.

Структура й зміст курсового проєкту з урахуванням діючої нормативної документації повинні бути наступні:

#### **Графічна частина:**

- схема автоматизації технологічного процесу (обов'язкове);
- принципові електричні (пневматичні) схеми контролю, автоматичного регулювання, керування, сигналізації, блокування, захисту;
- принципові схеми живлення електричні й (або) пневматичні;

- загальні види щитів і пультів;
  - схеми з'єднань і підключень входів-виходів МПК і ПК (обов'язкове);
  - схеми зовнішніх електричних і (або) трубних проводок (обов'язкове).
- Інші схеми виконуються при їх наявності в завданні.

### **Текстова частина:**

- титульний аркуш (див. додаток 3);
  - реферат;
  - зміст;
  - перелік умовних позначок, символів, одиниць;
  - вступ;
  - основна частина;
  - Висновки.
- Розділ 1. Вивчення й аналіз об'єкта автоматизації
  - 1.1 Опис технологічного процесу, що протікає в об'єкті автоматизації й технологічного встаткування, на якому реалізується цей процес
  - 1.2 Параметризація об'єкта й складання його параметричної схеми
  - Розділ 2. Вибір і обґрунтування технологічних параметрів для автоматизації об'єкта
  - 2.1 Вибір і обґрунтування технологічних параметрів, що підлягають вимірюванню й реєстрації
  - 2.2 Визначення технологічних параметрів, що вимагають автоматичної сигналізації
  - 2.3 Вибір і обґрунтування технологічних параметрів, що підлягають автоматичному регулюванню
  - 2.4 Визначення технологічного встаткування, яке необхідно оснастити автоматичними системами логіко-програмного керування, пуску - зупинка, захисту, блокування
  - Розділ 3. Розробка схеми організаційної структури
  - Розділ 4. Вибір датчиків, виконавчих механізмів та керуючих пристроїв
  - 4.1 Вибір датчиків
  - 4.2 Вибір виконавчих механізмів
  - 4.3 Вибір пристроїв для керування
  - Розділ 5 Розробка та опис схеми автоматизації
  - 5.1 Розробка схеми автоматизації
  - 5.2 Опис схеми автоматизації
  - Розділ 6 Розробка схеми зовнішніх проводок та підключення пристроїв для керування
  - Розділ 7 складання замовлених специфікацій на прилади й технічні засоби автоматизації
  - висновки;
  - список використаних літературних джерел;

– додатки.

**Реферат** містить відомості про суть, обсяг проекту, кількість ілюстрацій, таблиць, перелік ключових слів. У тексті викладається мета й зміст проекту, методи проектування, отримані результати.

**Вступ** містить оцінку актуальності вирішення завдань проектування системи автоматизації ТП, постановку завдань курсового проекту.

**Основна частина** містить опис розроблених проектних документів, замовлених специфікацій на прилади й технічні засоби автоматизації (ТЗА).

**Висновок** містить короткі висновки за результатами роботи, оцінку ефективності ухвалених рішень, пропозиції з використання отриманих результатів.

## 2.2 Зміст і методичні вказівки до виконання основних розділів курсового проекту

Послідовність виконання розділів КП наведена в попередньому розділі в змісті пояснювальної записки.

Перейдемо до викладу методики виконання КП.

У введенні необхідно відзначити значення даного технологічного процесу й обґрунтувати загалом необхідність його автоматизації, а також очікуваний ефект від нього. Також визначається місце й призначення об'єкта автоматизації на підприємстві, у галузі, перспективи його розвитку й використання засобів автоматики, обчислювальної техніки, робототехніки для підвищення продуктивності, поліпшення якості продукції.

Як уже зазначалося, при виконанні основних розділів дійсного проекту студент повинен максимально повно використати свої розробки з попередніх курсових робіт і проектів (КП).

Виконання КП доцільне почати із вдумливого прочитання завдання на КП, даної методичної вказівки й вибору літератури.

Глибоке вивчення особливостей технологічного процесу (ділянки, відділення, складного апарата) допоможе уникнути помилок у процесі роботи. При вивченні об'єкта керування (ОК) (під ОК розуміємо – виробнича ділянка, відділення, складний апарат з технологічною обв'язкою, транспортно-складську систему) необхідно користуватися методом декомпозиції – розбити ділянку на окремі машини, апарати, вивчити їхні технологічні операції й конструктивні особливості, розглянути питання взаємного впливу й впливу зовнішнього середовища (сусідніх ділянок, ліній) на процес виробництва готової продукції (напівфабрикату).

Поряд з поняттям ОК будемо користуватися поняттям об'єкта регулювання (ОР) – частина ОК (окрема машина, апарат), що забезпечує перетворення речовини й (або) енергії або його переміщення, для якого, відповідно до завдання, потрібно розробити систему автоматичного регулювання.

Подальшу роботу доцільно почати з повторення основних понять: ОК, ОР, алгоритм керування, характеристики ОР (статична й динамічна), математична модель ОР, система автоматичного регулювання, система виміру й сигналізації і інше [3 – 6].

Велике значення має позиція студента у формуванні вимог до автоматизації ОК. Вимоги повинні відповідати рівню науково-технічного розвитку передових підприємств галузі й перспективним науковим розробкам, забезпечувати високий рівень механізації й автоматизації, застосування контролерів і ЕОМ, роботів, безлюдну й безвідхідну технологію, екологічні вимоги. Необхідна критична оцінка існуючих рішень по системам вимірювання, сигналізації й керування. КП виконуються з використанням засобів обчислювальної техніки й оформляються по вимогах відповідних державних стандартів, що наведені у тексті методичних вказівок і в списку літератури.

Літературу за технологією й технологічному встаткуванню студент підбирає самостійно за його розсудом. У процесі виконання курсового проєкту студент одержує систематичні консультації в керівника.

### **2.2.1 Методика виконання розділу 1**

До складу розділу входить:

а) Опис технологічного процесу (ТП), що протікає в об'єкті автоматизації й технологічному встаткуванню, на якому реалізується цей процес.

Підібравши літературу за технологією й технологічному встаткуванню відповідно до теми, студент приступає до ретельного вивчення об'єкта, який слід автоматизувати, і технологічного процесу, що протікає в цьому об'єкті. Це вивчення повинне бути глибоким, з усіма подробицями й особливостями протікання технологічного процесу, включаючи уточнення режимів ведення окремих технологічних операцій і номінальних значень технологічних величин (параметрів) у цих операціях, а також припустимих відхилень параметрів від номінальних значень. Необхідно вивчити конструкцію й принцип роботи кожного з технологічних апаратів, режими їх нормальної роботи й можливі аварійні відхилення. Студентові необхідно визначити всі матеріальні й енергетичні потоки, номінальні параметри цих потоків (температуру, тиск, витрату і інше) і припустимі відхилення цих параметрів від номінальних значень. У підсумку цього вивчення студент повинен одержати повну інформацію про об'єкт, якій підлягає автоматизації. Цю роботу необхідно завершити складанням докладного опису технологічного процесу й технологічного встаткування, що реалізує цей процес. При складанні цього опису необхідно на окремому аркуші записки зобразити схему об'єкта, отриману в якості вихідного матеріалу для проєктування. Зазначена схема об'єкта буде також використана надалі при параметризації об'єкта й складанні його параметричної схеми.

На підставі завдання необхідно вибрати (обґрунтувати) технологічну схему виробничої ділянки, відділення, лінії. За схемою, з урахуванням технологічних особливостей і завдання, слід підібрати технологічне й

транспортуюче встаткування, погодивши їх по продуктивності, характері процесів і іншим вимогам, використовуючи зазначені прототипи й літературу.

Описати технологічний процес ділянки із вказівкою призначення й місця в загальному виробництві; дати коротку характеристику технологічних агрегатів і транспортуючого встаткування з позицій безперервності, періодичності, потоковості, властивостей сировини (напівпродукту), готового продукту (напівпродукту), роду енергоносія, ступені механізації, гнучкості процесу, впливу на навколишнє середовище. При цьому на схеми ТП необхідно вказувати напрям руху матеріально-енергетичних потоків сировини, напівпродуктів та ін. в вигляді стрілок товщиною вдвічі товще ліній вузлів основного технологічного обладнання.

Результатом роботи буде опис ТП та креслення схеми технологічного процесу на аркуші формату А1 – А4.

Обсяг цього параграфу повинен становити не менш 3-5 сторінок. Підкреслимо особливо, що чому ретельніше буде вивчений і описаний об'єкт автоматизації, тем легше студентові буде виконувати решту розділів курсового проєкту.

б) Параметризація об'єкта й складання його параметричної схеми.

У результаті аналізу ТП складного агрегату або ділянки (лінії) повинні бути обрані основні контрольовані й керовані величини, установлений діапазон їх змін, робоче (номінальне) значення, визначені збурювань й керуючих впливів, обрані головні керуючі впливи. Для цього з машинно-апаратної схеми ТП рекомендується виділити складні машини й апарати (агрегати), проаналізувати технологічні вимоги й показники нормального функціонування з врахуванням їх взаємного впливу. Вибір контрольованих і керованих параметрів, зовнішніх і керуючих впливів може бути виконаний з використанням параметричних схем машин, агрегатів, апаратів (рис. 5.1, 5.2). При цьому може виникнути необхідність зміни технологічної схеми, заміни машини або агрегату.

Перелік контрольованих і керованих величин, їх діапазон, критерії ефективності керування ТП визначають вимоги до автоматизації.

Використовуючи складений опис об'єкта і його схему, виявляють усі технологічні величини (параметри) в об'єкті автоматизації. Потім усім цим величинам привласнюють умовні позначки відповідно до ДСТУ Б А.2.4-16:2008 [2]. Індексом до умовних позначок технологічних параметрів можуть служити як арабські цифри, так і перша літера в назві технологічного агрегату або матеріального (енергетичного) потоку.

Усі введені умовні позначки технологічних параметрів наносяться на заготовлену в пункті (а) цього розділу схему об'єкта.

Після цього приступає до складання параметричної схеми об'єкта автоматизації. На параметричній схемі всі технологічні величини розділяється на вхідні й вихідні. Вхідні, у свою чергу, підрозділяються на контрольовані й неконтрольовані. До вхідних контрольованих ставляться технологічні й інші параметри, які можуть бути обмірювані й за допомогою яких можна впливати

на хід технологічного процесу в об'єкті. До вхідних неконтрольованих ставляться технологічні й інші параметри, які впливають на стан технологічного процесу, але звичайно не піддаються виміру. Ці параметри мають назву збурень. До них ставляться, наприклад, коливання температури навколишнього середовища, зміна складу сировини, зміна характеристик технологічних апаратів і інші [3 – 6].

До вихідних відносять усі вихідні й проміжні технологічні величини. Нижче наведені приклади параметричних схем (рис. 1,2).

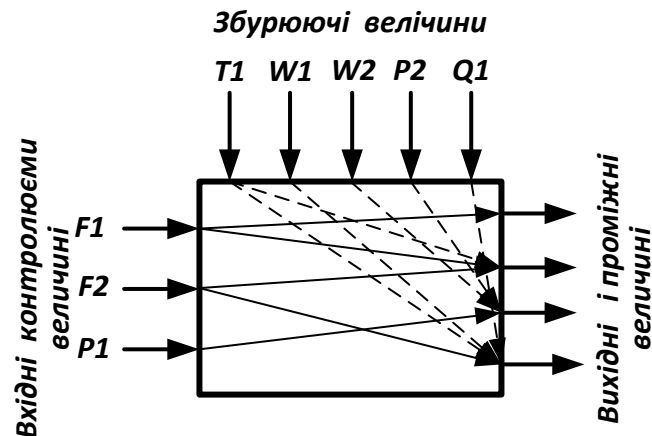


Рисунок 1.1 – Приклад параметричної схеми об'єкта автоматизації: Т – температура; Р – тиск; F – витрата; W – маса; Q – концентрація

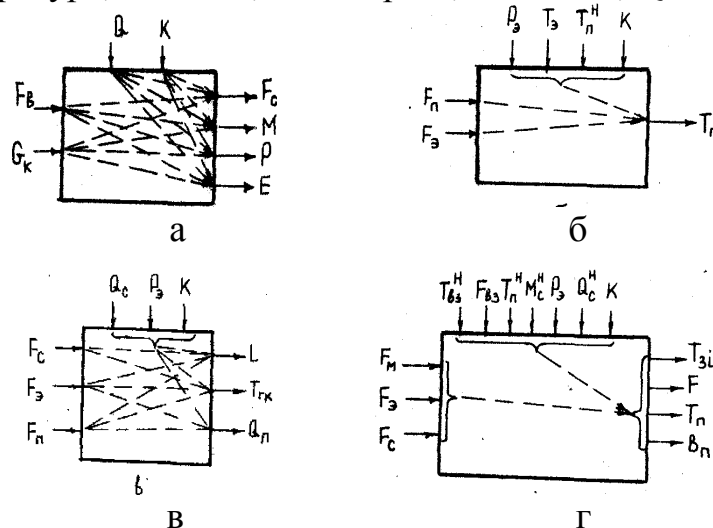


Рисунок 1.2 – Параметричні схеми об'єктів керування:

а – преса безперервної дії; б – теплообмінного апарата, в – випарного апарата; г – хлібопекарська піч;  $F_{в3}$ ,  $F_{в}$ ,  $F_{с}$ ,  $F_{п}$ ,  $F_{э}$ ,  $F_{т}$  – витрата повітря, винограду, соку, продукту, енергоносія палива;  $T_{п}^H$ ,  $T_{п}$ ,  $T_{гк}$ ,  $T_{с}$ ,  $T_{н}$ ,  $T_{зi}$  – температура продукту початкова, кінцева, у камері, що гріє, енергоносія, м'якушки, зоні;  $P$ ,  $P_{с}$  – тиск у зоні, що пресує, енергоносія,  $M$ ,  $M_{н}$ ,  $M_{сн}$  – вологість вичавків, висушеного продукту, заготовок тесту;  $Q$ ,  $Q_{с}$ ,  $Q_{п}$ ,  $Q_{сн}$  – концентрація сухих речовин у винограді, соку, згущеному продукті; якість тесту;  $G_{к}$  – положення конуса,  $L$  – рівень в агрегаті,  $K$  – конструктивні особливості;  $V_{п}$  – кольоровість готового виробу

При складанні параметричної схеми об'єкта ретельно досліджують вплив кожної із вхідних величин на всі вихідні величини. Збурюючи впливи зображують на параметричній схемі у вигляді пунктирних стрілок.

У подальшій роботі параметрична схема буде використана, зокрема, для вибору керованих і керуючих величин. При цьому керовані величини вибирають із числа вихідних і проміжних, а керуючі – із числа вхідних контрольованих.

### **2.2.2 Методика виконання розділу 2**

Метою цього розділу є визначення вимог до майбутньої системи автоматизації, обсягу автоматизації й переліку всіх елементарних автоматичних систем і приладів, за допомогою яких буде здійснена автоматизація об'єкта.

При визначенні вимог до автоматизації об'єкта і її обсягу слід керуватися наступними міркуваннями:

- вимоги до точності вимірювальних приладів і керуючих систем не повинні бути завищені, але такими, щоб забезпечити якісне керування технологічним процесом;
- обсяг автоматизації повинен бути таким, щоб основні технологічні процеси управлялися автоматично;
- комплекс технічних засобів автоматизації повинен бути обраний таким, щоб забезпечував необхідну якість керування й мінімальну вартість системи автоматизації.

Виконання робіт із цього розділу базується на матеріалі, отриманому в розділі 1, а також знанням теоретичного матеріалу, передбаченого навчальною програмою по даній дисципліні [6 – 11, 19 – 22].

Вимоги до системи автоматизації складаються з вимог до вимірів, контролю, сигналізації й вимог до регулювання й логіко-програмного керування (пуск, зупинка, блокування).

Вихідним матеріалом для цього є результати п. 1.1 і 1.2. Состав інформації необхідної для керування ТП; визначається:

кількістю параметрів (величин), що характеризують режими (температура, тиск, рівень), якість (концентрація), вологість, щільність, в'язкість і ін., продуктивність (витрата) і стан технологічних машин або устаткування, що транспортує (включене-виключене), запірної й регулюючої арматур (відкрите–закрите);

характером інформації (безперервна, дискретна);

застосовуваними технічними засобами (прилади, ЕОМ);

місцем одержання й представлення інформації.

Інформація включає: вимір (безперервне, циклічне); контроль граничних значень параметрів стану встаткування, арматури; сигналізацію досягнення, перевищення цих параметрів, зміни стану.

При визначенні виду сигналізації керуватися наступними міркуваннями. Сигналізація підрозділяється на виробничу (знаходження контрольованої величини в зоні нормального режиму), технологічну або попереджуючу

(перехід контрольованої величини з "зони нормального режиму" у зону" припустимих, але небажаних значень"), аварійну (перехід контрольованої величини в "зону неприпустимих значень"). До виробничої сигналізації відносять і передпускову сигналізацію (попередження персоналу про вимикання ділянки лінії, машини) [10, 16, 17].

Точки відбору інформації визначаються, насамперед, вимогами технології. Тому що значення технологічних параметрів більшості об'єктів керування в галузях залежать від геометричних розмірів (розподіленість параметрів), тобто вибір точок контролю й розміщення різних первинних перетворювачів (датчиків) значно впливає на показання сигналу, точність оцінки значення контрольованих і регульованих параметрів у кожний момент часу; наприклад, для пастеризаційної установки (теплообмінника) давач температури пастеризації розміщується на виході секції пастеризації, у стрічковій сушильній установці в "контрольній крапці" – над стрічкою.

Перераховані види інформації можуть бути представлені безпосередньо на агрегатах (по місцю), на щитах операторних пунктів, ділянок, на щитах диспетчерських пунктів, мнемосхемах керуючого обчислювального комплексу (КОК), на табло, панелі оператора, екрані монітора.

Засобами відображення, інформації є вимірювальні прилади, сигналізатори, рахункові пристрої, панелі оператора, монітори ПК, що виконують, відповідно, функції вимірювання (показання), реєстрації, перетворення (обчислення), контролю (сигналізації).

При виконанні цього розділу рекомендується використовувати машинно-апаратну схему по реалізації технологічного процесу, а також ознайомитися із класифікацією вимірювальних пристроїв і метрологією [19, 20], підходами до складання систем вимірювання, контролю, сигналізації [17 – 21].

На машинно-апаратній схемі розставити при необхідності, регульовальні органи з виконавчими механізмами на агрегатах або трубопроводах у безпосередній близькості від нього й указати точки відбору інформації.

а) Вибір і обґрунтування технологічних величин, що підлягають вимірюванню й реєстрації

Необхідно намітити до вимірювання ті технологічні параметри, знання яких необхідно операторові для ведення технологічного процесу. Надмірність при цьому не дає якого-небудь підвищення якості керування, а здорожує систему. Вимірюванню підлягають основні технологічні величини. Головні технологічні параметри, по яких управляють процесом і які, вимагають документування, намічають також до автоматичної реєстрації. Погрішність вимірювання або клас точності вибирають із тих міркувань, що припустима погрішність вимірювання повинна бути в 5...10 раз менше припустимого відхилення при регулюванні даного параметра (в найгіршому випадку не більш чім половина мінімального значення параметру).

Використовуючи результати виконаної роботи, заповнюють табл. 1.

Таблиця 1 – Технологічні параметри, що підлягають вимірюванню й реєстрації

Найменування технологічного параметра	Умовне позначення	Одиниці виміру	Номінальне значення	Похибка у вимірюванні, %	Форма результату вимірювання			Місце отримання результату вимірювання			Примітка
					Показання	Реєстрація	Перетворення	За місцем	На щиті	На моніторі	

б) Визначення технологічних параметрів, що вимагають автоматичної сигналізації

Автоматичної сигналізації підлягають ті технологічні параметри, вихід яких м припустимі межі приводить до виникнення передаварійних або аварійних ситуацій. Використовуючи матеріали, отримані в розділі 1, зокрема, параметричну схему, вибирають технологічні величини, вихід яких за припустимі межі може створювати зазначені вище ситуації. При цьому необхідно обґрунтувати вибір кожного із цих параметрів, знайти його гранично припустимі значення й вибрати форму сигналізації.

Автоматичною сигналізацією забезпечуються також усі системи пуску – зупинки технологічного встаткування. За результатами заповнюють табл. 2.

Таблиця 2 – Технологічні параметри, що підлягають автоматичної сигналізації

Найменування технологічного параметра	Умовне позначення	Одиниці виміру	Гранично допустимі значення		Прип. похибка спрацювання сигналізації	Види сигналізації			Примітка
			Мін.	Макс.		Світлова	Звукова	Комбінована	

в) Вибір і обґрунтування технологічних величин, що підлягають автоматичному регулюванню

Автоматичне регулювання підлягають ті основні параметри, які в ході технологічного процесу повинні підтримуватися постійними або змінюватися по заданій програмі. Іноді виникає необхідність установлення автоматичного зв'язку, що стежить, між деякими технологічними параметрами. Усі перераховані завдання вирішуються шляхом автоматичного регулювання. Для кожної з автоматичних систем регулювання (АСР) визначають керовану величину ( із числа вихідних або проміжних на параметричній схемі об'єкта) і керуючу величину (із числа вхідних контрольованих). Вибір керованих технологічних величин визначається їхньою важливістю в технологічному процесі, а вибір керуючих параметрів – ступенем їх впливу на керовані

величини й простотою реалізації АСР. Усі зазначені вище рішення необхідно обґрунтувати текстуально й аргументовано. Не можна зловживати більшим числом намічуваних АСР, тому що це здорожує систему.

За результатами заповнюють табл. 3.

Таблиця 3 – Технологічні параметри, що підлягають автоматичному регулюванню

Керований технологічний параметр					Керуюча величина			Вид АСР			Примітка
Найменування	Умовне позначення	Од. виміру	Номінальна (задане) значення	Допустиме відхилення	Найменування	Умовне позначення	Од. виміру	Стабілізуюча	Програма	Стежить	

г) Визначення технологічного встаткування, яке необхідно оснастити автоматичними системами логіко-програмного керування, пуску-зупинки, захисту, блокування.

Цей параграф ставиться до вибору систем керування дискретними технологічними й технічними процесами.

Якщо в об'єкті, якій підлягає автоматизації, є дискретний технологічний процес, який повинен протікати по якійсь програмі (алгоритму), наприклад, процес варіння утфеля, то доцільне керування їм доручити автоматичній логіко-програмній системі. При цьому для кожного такого процесу необхідно розв'язати питання про необхідність застосування розімкнутої або замкненої системи керування. Це залежить від характеру й надійності протікання технологічного процесу.

Рекомендується виділити в ОК ділянки в яких виконуються окремі етапи ТП.

Усі машини й агрегати, які в процесі роботи об'єкта зазнають пуску й зупинку, необхідно оснастити автоматичними системами пуску-зупинки, а також автоматичною сигналізацією.

Після ретельного аналізу об'єкта, якій підлягає автоматизації, необхідно передбачити системи автоматичного блокування технологічного встаткування, а в належних випадках – і системи його автоматичного захисту від поломок при виникненні аварійних ситуацій. Усі ці розв'язки необхідно аргументовано обґрунтувати.

За підсумками заповнюють табл. 4.

Таблиця 4 – Системи керування дискретними технологічними процесами

Найменування технологічного обладнання		Види управління				Примітка
Ділянка	Агрегат	Логіко-програмне	Пуск/зупинка	Захист	Блокування	
I						
II						
III						

Таким чином, результати всієї роботи, виконаної в цьому розділі, виявляються зведеними в чотири таблиці. Зміст цих чотирьох таблиць і визначає вимоги до системи керування, обсяг і склад системи автоматизації. Обсяг матеріалу розділу 2 у пояснювальній записці повинен становити 5-6 сторінок.

**Примітка.** На теперішній час в Україні проводяться роботи щодо гармонізації вітчизняних стандартів з міжнародними, а російські стандарти відмінені, склалась ситуація, що значна частина вітчизняних стандартів, яка присвячена проектуванню систем автоматизації досі не розроблена. Тому проєктувальники змушені використовувати окремі стандарти та керівні документи колишнього СРСР та СНД.

### 2.2.3 Методика виконання розділу 3

Схема структурна – схема, що визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення й взаємозв'язки (ГОСТ 1.701-84) [6, 7, 8, 9]. В АСУТП розрізняють наступні види структурних схем (ГОСТ 24.302-80):

- схема організаційної структури;
- схема функціональної структури;
- технічне забезпечення.

Схема організаційної структури (СО) виконується на передпроектній стадії, стадії «Проект» («Технічний проєкт»), «Робочий проєкт». У складі «Технічного завдання на створення автоматизованої системи» за ГОСТ 34.602-89, п. 2.6.3.7 приводяться вимоги до структури й функціям підрозділів, що брав участь у функціонуванні АСУТП, що й забезпечують її експлуатацію, вимоги до порядку взаємодії персоналу системи й персоналу технологічного об'єкта керування.

У технічному завданні (ТЗ) схема організаційної структури може входити рисунком, що пояснює (схемою) у текстову частину розділу «Організаційне забезпечення системи». На стадії «Проект» («Технічний проєкт») і «Затверджувана частина робочого проєкту» виконується схема СО у вигляді самостійного документа по п. 2.15 РД 50-34.698-90 і у вигляді складової частини документа «Опис організаційної структури» або документа «Опис функцій, які автоматизуються ПЗ» (ПЗ – пояснювальна записка). У цих документах відображається структура й зміни в існуючій оргструктурі керування об'єктом і у взаємозв'язках між підрозділами при створенні АСУТП, приводяться функції підрозділів, кількість і кваліфікація працівників АСУТП [9, 16, 17].

На схемі СО повинні бути зазначені структурні ланки на кожному організаційному рівні технологічного об'єкта керування (ТОК) (служби, підрозділу, пункти керування й окремі посадові особи), які реалізують функції й завдання керування. Лінії зв'язку на схемі повинні відображатися вертикальні відносини підпорядкованості при організації функцій керування. Можливі також і горизонтальні інформаційні зв'язки між структурними ланками. Лінії зв'язку відображають інтегровані інформаційні потоки між ланками. Потоки інформації слід мінімізувати й здійснювати по найкоротшому шляхові. Схема СО доповнюється текстовими й розрахунковими матеріалами, що визначають та й пояснюють організаційну структуру об'єкта керування й автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСУ ТП) цього об'єкта.

На структурній схемі відображаються в загальному виді основні розв'язки проекту по функціональній, організаційній й технічній структурам АСУ ТП із дотриманням ієрархії системи й взаємозв'язків між пунктами контролю й керування, оперативним персоналом і ТОК.

Технологічний об'єкт може функціонувати під керуванням одного або декількох структурних ланок керування, які можуть перебувати на одному й більш організаційних рівнях керування технологічного об'єкта. Розроблювальна АСУТП:

- може залишати без зміни існуючу організаційну структуру, оснастивши структурні ланки програмно-технічними засобами керування;
- шляхом використання програмно-технічних засобів;
- може змінити існуючу схему організаційної структури й способи керування в різній ступені;
- повинна запропонувати нову схему організаційної структури для знову споруджуваного технологічного об'єкта.

На структурній схемі показують:

- а) технологічні підрозділи об'єкта, якій підлягає автоматизації (відділення, ділянки, цехи, виробництва);
- б) пункти контролю й керування (місцеві щити, операторські й диспетчерські пункти й інше), у тому числі, які не входять до складу розроблювального проекту, але, що мають зв'язок із системами контролю й керування, що проєктуються;
- в) технологічний (експлуатаційний) персонал і спеціалізовані служби, що забезпечують оперативне керування й нормальне функціонування технологічного об'єкта;
- г) основні функції й технічні засоби (пристрої), що забезпечують їхню реалізацію в кожному пункті контролю й керування;
- д) взаємозв'язок підрозділів технологічного об'єкта, пунктів контролю й керування й технологічного персоналу між собою й з вищою автоматизованою системою керування (АСУ).

Елементи структурної схеми зображуються, як правило, у вигляді прямокутників. Окремі функціональні служби [відділ головного енергетика (ВГЕ), відділ головного механіка (ВГМ), відділ технічного контролю (ВТК) і

інші] і посадові особи (директор, головний інженер, начальник цеху, начальник зміни, майстер і інші) допускається зображувати на структурній схемі у вигляді кружків.

Починати виконання схеми звичайно починається з розчленовування ТОК на підоб'єкти, ділянки, вузли, які підконтрольні й управляються окремою структурною ланкою.

При цьому технологічний вузол або ділянка – це конструктивне й технологічно обґрунтована частина ТОК, як правило, що виділяє стадію підготовки сировини й напівфабрикатів, зберігання напівпродуктів і кінцевого продукту й інше.

У нижній частині схеми міститься прямокутник з найменуванням групи об'єктів за списком будівництва ТОК.

Вище міститься ряд прямокутників з найменуванням підгруп об'єктів, ще вище – ряд прямокутників з найменуванням окремих технологічних пристроїв, споруджень, апаратів, які становлять технологічний вузол або ділянку.

Виділення в окремий прямокутник груп або технологічних вузлів, ділянок проводиться при наявності структурної ланки, яка організує роботу перерахованих виділених об'єктів або вузлів, ділянок з використанням устаткування АСУТП ТОК.

Над кожним виділеним прямокутником, у якому зазначений технологічний вузол, ділянка або об'єкт, розташовується прямокутник із вказівкою структурної ланки ( посадової особи, підрозділи або служби підприємства), в організаційні або функціональні обов'язки якого входить керування або контроль над роботою відповідного технологічного вузла, ділянки або об'єкта.

У прямокутнику, що відноситься до структурної ланки у виділених рядках (зверху вниз), вказується:

- місце розташування, розміщення структурної ланки;
- посадова особа, підрозділ або служба, що утворює дану структурну ланку;
- вид технічних засобів автоматизації, обчислювальної техніки й зв'язку, використовуваних в АСУТП;
- конкретні технічні засоби й функціональні групи пристроїв КТЗ (комплекс технічних засобів);
- функції АСУТП, здійснювані даною структурною ланкою.

Останні, нижні два рядки відповідають даним, які вказуються звичайно в схемі функціональної структури АСУТП. Можливе суміщення організаційної й функціональних структур у єдину схему. Єдиній схемі привласнюють найменування «Схема організаційної структури».

Прямокутник структурної ланки нижнього рівня, у деяких обґрунтованих випадках більш високого рівня, має лінію зв'язку з відповідним прямокутником технологічного вузла, ділянки або підоб'єкта [7, 8].

Вище на схемі розташовуються прямокутники структурних ланок більш високого рівня. Лінії зв'язку між прямокутниками вказують відносини

підпорядкованості (іноді при горизонтальних лініях співпорядкованості) ланок організаційної структури, які функціонують в умовах дії АСКТП даного ТОК.

У середині прямокутників, що зображують ділянки (підрозділу) об'єкта, якій автоматизується, розкривається їхня виробнича структура. При цьому виділяються цехи, ділянки, технологічні лінії або групи агрегатів для виконання закінченого етапу технологічного процесу, які є істотними для розкриття в документах проекту всіх взаємозв'язків між керованою (технологічним об'єктом керування) і керуючою системами.

На схемі функції АСКТП можуть вказуватися у вигляді умовних позначок, розшифрування яких дається в таблиці на поле креслення. Найменування елементів виробничої структури повинні відповідати технологічній частині проекту й найменуванням, які використовувані при виконанні інших документів проекту АСКТП.

Взаємозв'язок між пунктами контролю й керування, технологічним персоналом і об'єктом керування зображується на схемі суцільними лініями. Злиття й розгалуження ліній показуються на кресленні лініями зі зломом [6].

При наявності аналогічних технологічних об'єктів (цехів, відділень, ділянок і інше) допускається розкривати на схемі структуру керування тільки для одного об'єкта. Про це на схемі даються необхідні пояснення. Структурні схеми виконуються, як правило, на одному аркуші. Таблиця з умовними позначками розташовується на поле креслення схеми над основним написом. Таблиця заповнюється зверху вниз. При великій кількості умовних позначень продовження таблиці перешкоджають ліворуч від основного напису з тим же порядком заповнення. Основний напис і додаткові графи до неї виконують відповідно до ГОСТ 21.103-78.

Товщину ліній на схемі вибирають відповідно до ГОСТ 2.303 - 68. Рекомендується використовувати для умовних зображень лінії товщиною 0,5 мм; для ліній зв'язку – 1 мм; для інших ліній – 0,2 - 0,3 мм.

Розміри цифр і букв для написів вибирають відповідно до ГОСТ 2.304 - 81. Пояснювальний текст слід виконувати відповідно до ГОСТ 2.316 - 68. Текстову частину, поміщену на поле креслення, розташовують над основним написом. Між текстовою й основним написами не допускається поміщати зображення, таблиці й ін. Пункти пояснювального тексту повинні мати наскрізну нумерацію. Кожний пункт записують із нового рядка. Заголовок «Примітка» не пишуть. У тексті й написах не допускаються скорочення слів, за винятком загальноприйнятих, а також установлених додатками до ГОСТ 2.316 - 68 і ГОСТ 2.105-79. Розміри всіх умовних зображень не регламентуються й вибираються по розсуду виконавця з дотриманням однакових розмірів для однотипних зображень [6].

На підставі розроблених таблиць розробляється технічне завдання (ТЗ) на систему, яка підлягає автоматизації із урахуванням вимог ГОСТ 34.602-89.

#### **2.2.4 Методика виконання розділу 4**

Схема автоматизації технологічного процесу є основним документом,

який визначає функціональну структуру, обсяг автоматизації й роз'ясняє певні процеси, що протікають у функціональних ланцюгах.

При розробці схем автоматизації варто керуватися рекомендаціями, викладеними у спеціальній літературі [6, 7, 8], а також наступними нормативними документами й керівними матеріалами:

Руководящий материал РМ-4-85 “Системы автоматизации технологических процессов. Схемы функциональные. Методика выполнения”.

ГОСТ 24.303-80 Система технической документации на АСУ  
Обозначения условные графические технических средств.

ГОСТ 2.701—2008 Единая система конструкторской документации.  
Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 24.210-82 Система технической документации на АСУ. Требования к содержанию документов по функциональной части.

ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Система проектной документации для строительства.  
Автоматизация технологических процессов. Условные графические изображения приборов и средств автоматизации в схемах.

При розробці схем автоматизації необхідно вирішувати наступні питання:

- визначення оптимального рівня автоматизації технологічних процесів;
- установлення технологічних параметрів, що підлягають автоматичному регулюванню й контролю;
- визначення режиму керування технологічним обладнанням;
- визначення обсягів необхідних технологічних захистів і блокувань технологічних агрегатів й установок;
- вибір основних технічних засобів автоматизації, які найбільш повно відповідають вимогам й умовам роботи об'єкта, що підлягають автоматизації;
- розміщення приладів й апаратури на щитах і пультах центральних пунктів керування, диспетчерських пунктах, безпосередньо у агрегатів, на технологічному обладнанні та ін.;
- визначення способів подання необхідної інформації про хід технологічного процесу.

Розробляючи схеми автоматизації, варто керуватися наступними загальними принципами:

- потрібно враховувати не тільки існуючі вимоги технологічних процесів, але й перспективи їхнього розвитку, а також перспективи розвитку й модернізації систем автоматизації для того, щоб при мінімальних первинних витратах, без істотних переробок забезпечувалася б можливість нарощування функцій системи;
- при проектуванні системи повинна передбачатися можливість поетапної її реалізації – від локальної системи до повного комплексу з зростаючою мірою охоплення завдань і функцій керування;
- системи автоматизації повинні будуватися на базі засобів автоматизації й обчислювальної техніки, що випускають серійно;

- у випадках, коли схема автоматизації не може бути побудована тільки на базі серійної апаратури, варто виконувати технічні завдання на розробку нових необхідних засобів автоматизації;
- при побудові схем автоматизації і вибору технічних засобів повинні враховуватися: вид та характер виробничого процесу, умови пожежо- і вибухонебезпеки, агресивність і токсичність навколишнього середовища та ін.; параметри й фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища; відстані від місць установки технічних засобів до пунктів керування й контролю; необхідна точність і швидкодія контрольної й регулюючої апаратури;
- необхідно прагнути до застосування одностипних засобів автоматизації, переважно уніфікованих систем; що дає значні експлуатаційні переваги, як з погляду їх обслуговування, так і відносно забезпечення запасними частинами, ремонту, налаштування та інше;
- кількість приладів, апаратури керування й сигналізації, які встановлені на оперативних щитах і пультах, повинна бути обмежена. Прилади і засоби допоміжного призначення доцільно розміщувати на окремих щитах, які розташовані у виробничих приміщеннях поблизу технологічного обладнання.

Схема автоматизації надається у вигляді креслення, на якому показується:

- технологічна схема (схема ланцюга апаратів) або спрощене зображення агрегатів, що підлягають автоматизації. Технологічне обладнання й трубопроводи зображуються спрощено в таку міру, що дозволяє показати їхнє взаємне розташування з приладами й засобами автоматизації;
- прилади, засоби автоматизації й керування, зображувані умовними позначками за діючими стандартами, а також лінії зв'язку між ними;
- агреговані комплекси, МПК, машини централізованого контролю, керуючі обчислювальні машини та ін.;
- таблиця умовних позначок, які передбачені діючими стандартами;
- необхідні пояснення до схеми.

Приклади виконання засобів автоматизації з використанням МПК і ПК надані в додатку 1, а типові проектні рішення схем автоматизації, що найбільш часто зустрічаються на практиці, – на рис.1 і рис.2 додатка 1.

Схема автоматизації може розроблятися з більшою або меншою мірою деталізації. Однак обсяг автоматизації, який показаний на схемі, повинен забезпечити повне пояснення про прийняті основні рішення з автоматизації технологічного процесу й можливості розробки всього комплексу проектних матеріалів, які передбачені у складі проекту.

Схему автоматизації рекомендується виконувати на аркуші формату А1...А2. Товщина ліній на схемі вибирається на підставі ГОСТ 2.303-69 і ГОСТ-2.404-85. Написи й цифри повинні відповідати вимогам ГОСТ 2.304-81. Умовні позначки трубопроводів для рідин і газів повинні відповідати вимогам ДСТУ Б А. 2.4-:2009. Умовні позначки добірних пристроїв, датчиків, виконавчих

механізмів й ін. повинні відповідати ДСТУ Б А. 2.4-16:2008. Умовні графічні позначки технічних засобів повинні виконуватися відповідно до вимог ГОСТ 24.303-80.

Схеми автоматизації включають технологічну схему, яка містить основні технологічні апарати і машини, зображену в спрощеному варіанті і розташовану у верхній частині листа, і засоби автоматизації, що входять до складу систем контролю, регулювання, які позначаються за допомогою умовних графічних позначень і ліній зв'язку, тобто схема автоматизації, виконана у вигляді креслення, на якому схематично умовними позначеннями і зображеннями показуються: технологічне обладнання, комутації, органи управління та засоби автоматизації з зазначеними зв'язками між технологічним обладнанням та засобами автоматизації, а також зв'язками між окремими функціональними блоками і елементами автоматики [3, 4].

Результатом роботи буде креслення схеми автоматизації та опис контурів регулювання, підсистем захисту, блокування, логічного керування та систем вимірювання та відображення інформації для персоналу, якій її обслуговує.

### **2.2.5 Методика виконання розділу 5**

Принципові електричні схеми автоматизації є проектними документами, які розшифровують принцип дії й роботи вузлів, пристроїв і систем автоматизації, що дають пояснення про послідовність роботи застосовуваних електричних апаратів й елементів для вирішення завдань керування, регулювання, захисту, вимірювань й сигналізації.

При розробці принципів схем варто керуватися рекомендаціями, викладеними у спеціальній технічній літературі [6, 7, 8, 9, 10, 11], а також наступними нормативними документами й керівними матеріалами:

- ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;
- ГОСТ 2.702-75. ЕСКД Правила выполнения, электрических схем;
- РМ-106-82. Руководящий материал. Схемы электрические принципиальные систем автоматизации, требования к выполнению;
- А05-42/84, ППА. Схемы электрические принципиальные систем автоматизации. Содержание и методика выполнения;
- ГОСТ 2.709-72. ЕСКД. Система маркировки цепей в электрических схемах;
- ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения условные, буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах.

При розробці особливо складних принципів схем варто скористатися можливостями систем автоматизованого проектування (САПР). Для таких завдань на кафедрі АКІТ є необхідне методичне й програмне забезпечення.

Принципова електрична схема креслиться на одному аркуші формату А1...А3 і повинна містити:

- технологічну схему, що пояснює, схему блокувальних залежностей, циклограму роботи (якщо це необхідно для пояснення дії схеми);
- схеми силових ланцюгів;

- схеми керування, сигналізації, регулювання, живлення з таблицями необхідних пояснень;
- таблиці застосовності (якщо в проєкті повторюється кілька принципівих схем з однаковими взаємозв'язками й роботою елементів, а надається лише одна схема);
- зображення контактів, що належать апаратам, основний елемент яких поміщений на даному кресленні, і використовується у схемах, наданих на інших кресленнях;
- діаграми й таблиці роботи контактів багатопозиційних апаратів, програмних пристроїв і шляхових вимикачів, датчиків технологічних параметрів, циклограми роботи апаратів, що пояснюють режим їхньої роботи;
- необхідні пояснення й примітки;
- перелік елементів;
- нумерацію затискачів приладів й апаратів.

Зображення елементів схем на конкретних апаратах повинно виконуватися за ГОСТ 2.755-87 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения».

Принципові пневматичні схеми автоматизації розробляються в тих випадках, коли зображення пневмосистеми, яка проєктується, приладів й їхніх взаємозв'язків розкриваються недостатньо повно на схемі автоматизації й, тому не можливо повністю простежити роботу пневмосистеми.

Принципові пневматичні схеми автоматизації є проєктним документом, що відображає з достатньою повнотою й наочністю взаємні зв'язки між окремими приладами, засобами автоматизації й допоміжною апаратурою, що входять до складу функціональних вузлів систем автоматизації, з урахуванням послідовності їхньої роботи й принципу дії.

При виконанні схем варто керуватися відповідними вказівками [7, 8], а також наступними керівними матеріалами:

- РМ4-11-61. Руководящий материал. Пневматические схемы автоматизации технологических процессов. Методика оформления;
- РМ4-56-66. Руководящий материал. Пневматические схемы сигнализации на элементах УСЭПА;
- РМ4-45-77. Руководящий материал. Системы автоматического регулирования.

Форма виконання принципівих пневматичних схем повинна сприяти полегшенню процесу їхнього читання, засвоєння й аналізу. Схеми кресляться без урахування масштабу.

У загальному випадку креслення принципівих пневматичних схем автоматизації повинні містити:

- схеми керування, регулювання, блокувань, захисту, сигналізації з таблицями пояснень;
- схеми командних пневматичних ділянок силових органів керування (виконавчих механізмів);

- діаграми роботи пневмоелементів, що перемикають пристрої і прилади;
- загальні пояснення й примітки;
- елементи, які використовувані в інших схемах;
- перелік апаратури.

У пневматичних схемах автоматизації повинні бути показані всі пневматичні зв'язки, необхідні для здійснення запроєктованої функції керування, регулювання, блокування, захисту й сигналізації. Ці схеми повинні містити:

- лінії зв'язку ланцюгів керування, регулювання й сигналізації з розподіленою лінією живлення стисненим повітрям;
- вхідні й вихідні зв'язки системи із суміжними ланцюгами інших систем;
- прилади із пневматичною передачею;
- регулюючі й обчислювальні схеми, які здійснюють функції керування й регулювання;
- ланцюги ручного дистанційного керування й перемикаючі пристрої;
- пневматичні виконавчі механізми й регулювальні органи, індивідуальні пристрої живлення стисненим повітрям;
- запірну й продувну арматури, яка установлена на пневматичних живильних і командних лініях.

### **Принципові електричні схеми живлення електроенергією**

Система електроживлення контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації повинна забезпечувати необхідну надійність (безперебійність) живлення, належну якість електроенергії (припустимі відхилення й колювання напруги несинусоїдальної форми кривої, пульсації напруги), економічність, зручність і безпеку експлуатації. Принципова електрична схема живлення є проектним документом, що відображає основні рішення з забезпечення електроживлення приладів і засобів автоматизації.

При розробці схем живлення варто керуватися документом "Руководящий материал РМ4-85. Системы электропитания установок автоматизации", а також відомостями, викладеними у довідковій літературі [6, 7, 8, 9].

Розглядаючи питання електроживлення, необхідно вирішити наступні завдання:

- вибір схеми електроживлення, системи резервування, автоматичного включення резерву;
- вибір роду струму, напруги, апаратури керування й захисту схем живлення;
- вибір місць установки апаратури керування й захисту;
- вибір перетину дротів і жил кабелів.

Вибір схеми живлення, напруги роду струму й апаратури для систем електроживлення повинен бути тісно пов'язаний і погоджений із системою електроживлення об'єкта, який підлягає автоматизації. У системах

електроживлення варто застосовувати напругу, яка прийнята для електропостачання об'єкта. Застосування приладів, апаратів і засобів автоматизації з номінальною напругою, яка відмінна від наявного на об'єкті, що підлягає автоматизації, повинно бути технічно й економічно обгрунтовано.

Вибір схеми електроживлення визначається необхідною безперебійністю електропостачання, територіальним розташуванням джерел живлення й електроприймачів, величиною навантаження, особливостями технологічного процесу, зручністю експлуатації, а також можливими іншими характеристиками об'єкта, що підлягає автоматизації. Апаратура керування й захисту, яка встановлена у системі електроживлення, повинна забезпечувати:

- включення й відключення електроприймачів і ділянок мереж у нормальному режимі роботи;
- надійне від'єднання електроприймачів і ліній для ревізій і ремонтних робіт;
- варто висувати особливі вимоги до систем електроживлення у вибухонебезпечних і зовнішніх установках.

У загальному випадку, креслення принципів схем живлення електроенергією повинні містити:

- живильні мережі;
- розподільні мережі;
- апаратуру відключення джерел живлення й споживачів електроенергією;
- апаратуру захисту;
- апаратуру зниження й стабілізації напруги;
- апаратуру контролю напруги;
- назва споживачів;
- загальні пояснення й примітки;
- відповідні креслення.

Загальний об'єм графічного матеріалу – один аркуш формату А2...А3. Умовні графічні позначення апаратів повинні виконуватися за ГОСТ 2.722-68, ..., ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 2.75-68. Розміри умовних графічних позначень повинні відповідати ГОСТ 2.747-68. Лінії електричного зв'язку, збірні шини й з'єднання зображуються відповідно до вимог ГОСТ 2.751-73. Товщина ліній для зображення апаратів електричних зв'язків і збірних шин повинна вибиратися відповідно до ГОСТ 2.308-68.

**Принципові пневматичні схеми живлення є проєктним документом, у якому відображаються всі ухвалені рішення щодо виконання системи живлення приладів і засобів автоматизації стисненим повітрям. Від безперебійного постачання стисненим повітрям з необхідною кондицією залежить надійна й якісна робота всіх запроєктованих пневматичних приладів і систем автоматизації.**

При розробці принципів пневматичних схем живлення варто користуватися керівним матеріалом АО5-87/73ППА. «Проектирование систем пневмопитания установок автоматизации (методика разработки и

оформлення)», а також рекомендаціями, що викладені в літературі [6, 7, 8, 9].

При проектуванні систем пневможивлення вирішуються наступні завдання:

- вибирається джерело живлення стисненим повітрям;
- визначається витрата повітря для живлення пневмоприймачів;
- вибирається схема пневможивлення;
- виробляється розрахунок повітропровідної мережі;
- вибирається необхідна й трубопровідна арматура;
- складається завдання на забезпечення систем автоматизації стисненим повітрям.

Головна вимога, пропонована до систем пневможивлення, полягає в тому, щоб ці системи забезпечували необхідну надійність (безперебійність) живлення, належну якість стисненого повітря, економічність і зручність обслуговування. Оцінка й остаточний вибір схеми відбувається за сукупністю всіх вимог з урахуванням конкретних умов роботи об'єкта, що підлягає автоматизації. При побудові схем пневможивлення необхідно враховувати, що зосереджено встановлені й окремо розташовані пневмоприймачі повинні отримувати живлення від спеціальних розподільних колекторів. Вони розташовуються з максимальним наближенням до груп пневмоприймачів, що підлягають живленню.

У загальному випадку креслення принципів пневматичних схем живлення стисненим повітрям повинні містити:

- схематичне зображення варіанта вводу від живильної магістралі;
- розподілену мережу із вказівкою розміщення запірних арматур для здійснення її відключення по ділянках;
- апаратуру для редукування тиску для споживачів, згрупованих за ознакою споживачів стисненого повітря з однаковими вимогами до тиску цього повітря;
- живильні мережі споживачів із графічним зображенням їхніх особливостей об'язки (групове кільцювання);
- фільтруючу й дроселюючу апаратуру для індивідуальних споживачів;
- найменування групових й індивідуальних споживачів;
- загальні пояснення й примітки;
- відповідні креслення;
- перелік запроєктованих апаратів й арматури.

Загальний обсяг графічного матеріалу – один аркуш формату А2...А3.

**Загальні види щитів і пультів. Документація для їхнього виготовлення**

Проектування щитів і пультів керування є одним із етапів проектування систем автоматизації, за якого виробляється подальша деталізація й документальне оформлення ідей, які закладені проектувальником у раніше виконаних документах проекту.

При розробці щитів і пультів, крім довідкової [8, 9], необхідно

використати наступні матеріали:

PM4-107-82. Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению проектной документации на щиты и пульты.

PM3-82-83. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Конструкция, особенности, примечания

PM4-51-73. Щиты и пульты управления. Принципы компоновки.

До завдання проєктувальника щита входить:

- з'ясування розмірів і потрібної кількості панелей щитів і пультів, які необхідні для розміщення апаратури контролю й керування, що передбачено у схемі автоматизації;
- раціональне (зручне, ефективне, безпечне) розміщення апаратури на щитах і пультах й, якщо буде потреба, заміна деяких апаратів на більше прийнятні для оператора (компонування щитів і пультів);
- розміщення щитів і пультів керування щодо оператора й відносно один одного найбільш зручним для оператора й обслуговуючого персоналу чином (компонування пунктів керування).

При компонованні щита (пульта) проєктувальник повинен урахувати наступні принципи розміщення:

- функціональний принцип;
- принцип відповідальності, принцип оптимального розміщення;
- принцип послідовності використання;
- принцип частоти використання.

При компонованні щитів (пультів) необхідно враховувати вимоги естетики. Щит повинен бути красиво скомпонований, однак не за рахунок порушення основних принципів компоновання.

З огляду на суб'єктивний характер оцінки важливості дотримання того або іншого принципів, у кожному конкретному випадку, компоновання щитів і пультів є свого роду мистецтвом. Тому в особливо відповідальних випадках, оцінку компоновань доцільно робити макетуванням щитів (пультів) або випробуванням досвідчених зразків на головних об'єктах.

Загальні види щитів розробляються для одиничних і складених щитів.

Креслення загального виду єдиного щита повинно містити:

- вид попереду (фронтальна площина);
- вид на внутрішні площини;
- технічні вимоги;
- таблицю написів у рамках і на табло;
- таблиці для монтажу електричних і трубних проводок;
- перелік складових частин.

Креслення загального виду складеного щита повинно містити:

- вид попереду (фронтальна площина);
- перелік складових частин;
- основний напис і додаткові графи.

Зображення фронтальної площини щита рекомендується креслити на

аркуші формату А3. Вид на внутрішні площини щита на аркуші формату – не більше А4...А3. Таблиця з'єднання й підключення креслиться на аркушах формату А4.

В окремих випадках, за спеціальним завданням, документація для виготовлення щитів може креслитися у вигляді монтажних схем. Тоді варто керуватися рекомендаціями, викладеними у відповідній літературі [7]. Рекомендується виконувати документацію для монтажу щитів, використовуючи елементи САПР. Необхідне забезпечення для вирішення цих завдань із застосуванням обчислювальної техніки є на кафедрі АКІТ.

При виборі конструкцій щитів і пультів варто керуватися РМЗ-32-83.

При виконанні на фасаді щита або пульта мнемосхеми технологічного процесу варто користуватися керівним матеріалом РМ-65-74. «Чертежи мнемонических схем на щитах и пультах управления. Указания по оформлению».

**Схема зовнішніх електричних і трубних проводок є робочим проєктним документом, що розкриває фізичний обсяг робіт, технічну суть й особливість зі здійснення цих проводок, і може служити основним вихідним матеріалом для розробки проєкту проведення робіт.**

При розробці схем зовнішніх проводок варто керуватися відповідною довідковою літературою [6, 7, 8, 9, 15, 16, 17], а також наступними матеріалами:

РМ 4-70-87 Прокладка измерительных линий.

РМ 4-171-77 Системы контроля и автоматизации технологических процессов.

РМ4-6-84. Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок.

А05-49/85. ППА. Проектирование электрических и трубных проводок установок автоматизации (методика разработки и оформления).

При розробці схеми зовнішніх проводок необхідно розглянути комплекс питань, рішення яких дозволить вибрати способи виконання проводок, вибрати дроти, кабелі, труби й визначити умови спільного прокладання ланцюгів різного призначення й ін.

Схеми зовнішніх проводок, при орієнтації на індустріальний метод монтажу, повинні враховувати додаткові вимоги, виконання яких забезпечує максимальне застосування нормалізованих й уніфікованих виробів, вузлів і конструкцій, скорочення, як за номенклатурою, так і за типорозмірами монтажних матеріалів, постачання трубних сполучних ліній заводського виготовлення блоками, максимальне використання закладних деталей і прийомів у будівельних конструкціях й обладнанні.

У загальному випадку схеми зовнішніх проводок виконують у вигляді комбінованих схем, тобто на одному графічному документі показують схему зовнішніх електричних і схему зовнішніх трубних проводок.

Креслення схем зовнішніх проводок повинні мати:

– монтажні символи первинних приладів, датчиків, добірних і виконавчих пристроїв й ін.;

- умовні позначки щитів, пультів і пунктів контролю, щитів живлення електроенергією, монтажні системи встановлених поза щитами приладів і засобів автоматики, клапанів, електроприводів, які мають зовнішні з'єднувальні лінії;
- сполучні розгалуження, протяжливі й, інші коробки;
- лінії, прокладені поза щитами, електричних і трубних проводок;
- лінії захисного заземлення;
- лінії живлення;
- позащитові розгалуження трубних проводок, трубні обв'язки приладів і засобів автоматики, які встановлені поза щитами разом з допоміжним обладнанням (редуктори, фільтри, розділові й інші посудини й т.п.), із запірними арматурами й трубними проводками всіх призначень;
- загальні пояснення й примітки;
- відповідні креслення;
- перелік, монтажних матеріалів.

Схема зовнішніх проводок креслиться на аркуші формату не більше А1. Можлива розробка схем зовнішніх проводок із застосуванням САПР. Для цього варіанта використається спеціальне методичне й програмне забезпечення, наявне на кафедрі АКІТ. Склад і зміст проєктної документації в цьому випадку буде іншим, ніж зазначено вище.

**У процесі розробки монтажних креслень підбираються креслення типових конструкцій для установки датчиків, виконавчих механізмів, регулювальних органів і добірних пристроїв, які розташовані на стінах, міжповерхових перекриттях, колонах будинків і споруджень або безпосередньо на технологічних агрегатах і трубопроводах. За відсутності типових конструкцій розробляються відповідні креслення загальних видів установчих конструкцій.**

Місця установлення приладів і способи їхнього монтажу необхідно вибирати з урахуванням вимог заводських інструкцій і з таким розрахунком, щоб забезпечити належну точність вимірів, вільний доступ до приладів й апаратури керування, хорошу видимість й освітленість шкал і діаграм приладів, а також зручність їхнього обслуговування. Особливу увагу варто приділити проєктуванню установки добірних пристроїв і датчиків, які монтуються на технологічному обладнанні.

Обсяг і зміст проєктних документів залежить від конкретного завдання. У загальному випадку рекомендується давати монтажне креслення установки приладу або пристрою (загальний вид) і, за необхідності, монтажне креслення на окремі вузли кріплення настановних конструкцій, а також конструкторські креслення на виготовлення настановних конструкцій. Ухвалені рішення повинні бути підтверджені інженерними розрахунками. Виконуючи розробку, варто керуватися ГОСТами системи ЄСКД. Обсяг, що рекомендується – один аркуш формату А4...А2.

**Замовлені специфікації є документом, на підставі якого робиться замовлення обладнання й матеріалів**

Рекомендується складати їх користуючись рекомендаціями й формами, наданими у спеціальній технічній літературі [4, 7]. Документ «Специфікації устаткування, виробів і матеріалів» відноситься до текстових проектних документів і визначає склад обладнання, виробів і матеріалів, які необхідні для реалізації автоматизованої системи. Виконувати його треба відповідно до вимог ГОСТ 21.110-95.

Замовлені специфікації повинні складатися на наступне обладнання, вироби й матеріали за групами: прилади й засоби автоматизації; засоби обчислювальної техніки; електроапаратура; трубопровідні арматури; кабелі й дроти; монтажні матеріали; нестандартизоване обладнання; щити й пульти. Для кожної групи є нормовані форми замовлених специфікацій.

**Локальні кошториси є основним документом, на підставі якого здійснюється планування капітальних вкладень і фінансування будівництва.**

Локальні кошториси складаються з використанням рекомендацій, викладених у літературі [7, 8], а також прейскурантами при визначенні вартості монтажних робіт. Перелік цих документів наданий у рекомендованій вище літературі.

### **2.3 Методичні вказівки з проектування компонованих комплексів технічних засобів**

Сучасний рівень проектування СА характеризується широким використанням проектно-компонованих комплексів технічних засобів: засобів мікропроцесорних контролерів, промислових комп'ютерів (ПК), робочих станцій, структура яких оптимізована для рішення завдань автоматичного керування технологічними процесами. У проектах автоматизації широке застосування знайшли функціонально програмувальні регулюючі й логічні мікропроцесорні контролери Ремиконт: Р-110, Р-112, Р-120, Р-122, Р-130; Ломиконт: Л-110, Л-112, Л-120, Л-122; дисплейні мікропроцесорні контролери – Димиконт: Д-110, Д-112, Д-120, Д-122 й ін., а також контролери, що реалізують принципи вільного програмування: мікроконтролери фірми «ОВЕН», ПО «Мікрол» й ін., які в комплекті із ПК або промисловими робочими станціями, постачені спеціальним програмним забезпеченням (SCADA-системами) і служать базою для створення АРМ операторів-технологів, диспетчерів й інших фахівців.

Із приходом на ринок ТС України комплексних технічних засобів автоматизації імпортного виробництва спектр номенклатури технічних і програмних засобів істотно розширився. Вироби фірми Advantech: промислові комп'ютери, робочі станції, модулі для розподілених систем збору даних і керування на базі інтерфейсу RS-485 типу ADAM 4000, 5000, а також

програмне забезпечення для цих засобів, активно використовується розроблювачами СА. Не менш широко представлені на ринку України ТС інших фірм: Festa, Siemens, Wago, Octagon System й ін. [14].

Розглянемо особливості проєктування СА із застосуванням цих технічних засобів.

**Всі мікропроцесорні контролери містять базову частину апаратури, що поставляється заводом-виготовлювачем незалежно від конкретного розв'язуваного завдання; і проєктно-компоновану частину, що залежить в основному від необхідного числа й виду каналів вводу-виводу інформації й обумовлену при замовленні споживачем.**

Всі контролери типу Ремиконт, Ломиконт, Димиконт мають аналогічну фізичну структуру, в основному загальний склад, конструктивні елементи й виконання, компонування модулів контролерів. Відмінності контролерів обумовлені, головним чином, їхньою орієнтацією на вирішення різних видів завдань АСУТП. Ремиконти Р110,...,122 призначені в основному для побудови систем автоматичного регулювання; Ломиконти – для систем логічно-динамічного керування; Димиконти – для інформаційно-вимірювальних систем [13, 14]. Тому ці контролери мають різну віртуальну структуру, використовують різні методи технологічного програмування й різні засоби зв'язку оператора з контролерами – панель оператора Ремиконта, пульт Ломиконта, дисплей Димиконта. Всі вітчизняні контролери, як і контролери імпортного виробництва, мають можливість зв'язку один з одним і із ПК через канали інтерфейсного зв'язку з застосуванням промислових мереж.

**Проєктування контролерів зводиться до вибору необхідних щитових блоків і міжблокових зв'язків між ними**

Рекомендації із проєктування СА керування на базі мікропроцесорних контролерів надані в літературі [8, 12, 13].

**Як обов'язкові етапи на початкових стадіях проєктування рекомендується дослідження алгоритмічної структури СА з метою розробки алгоритмів керування, визначення параметрів настроювання регуляторів, визначення вимог до технічної структури СА.**

**Перелік основних документів проєкту АСКТП на базі мікропроцесорних засобів**

Комплект проєктної документації АСКТП включає, крім документів технічного забезпечення, також загальносистемну документацію й документацію видів забезпечення АСКТП: інформаційного (ІЗ), математичного (МЗ), програмного (ПЗ), організаційного (ОЗ) [1].

У складі документації технічного забезпечення АСКТП, крім традиційного для СА комплекту документів проєкту (див. п. 2.2), варто розробляти проєктні документи керуючого обчислювального комплексу (КОК), що включають структурні схеми КОК, склад комплексу, опис зв'язків між його елементами, специфікацію на елементи КОК, плани розташування засобів КОК в операторських, диспетчерських пунктах, інтер'єри диспетчерських приміщень

й ін.

При цьому традиційний комплект документів проєкту СА розробляється з урахуванням особливостей, обумовлених використанням засобів обчислювальної техніки (ОТ).

Схема автоматизації – відображаються функціональні зв'язки контролерів з локальними засобами автоматизації й засобами верхнього рівня АСКТП (ПК й ін.), із вказівкою засобів зв'язку, пристроїв перетворення інтерфейсів і функцій, які реалізовані технічними засобами (ТЗ) кожного АРМа (див. п. 2.2.1 і додаток 1).

Принципові схеми – відображаються принципові технічні рішення з організації каналів вводу-виводу інформації за допомогою пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО). Необхідно відображати всі елементи ТЗ, що входять у контури контролю й керування включаючи датчики, перетворювачі, перемикачі, зовнішні задавачі, вторинні прилади, виконавчі механізми й ін., із вказівкою позиційного позначення, типу, номера (коду) кожного пристрою, номерів його клемних колодок, гвинтів або нерознімних з'єднань, а також обов'язковим маркуванням усіх приводів. Рекомендується вказувати відповідні адреси сигналів по каналах ПЗО.

На схемах живлення варто відображати рішення з резервування живильних ліній, застосування пристроїв безперебійного живлення для захисту засобів КОК й ін.

Схеми з'єднань і підключень зовнішніх проводок – надаються схеми підключень ліній зв'язку від клемної панелі (колодки) контролера, плати ПЗО до зовнішніх пристроїв з обов'язковим маркуванням (нумерацією) колодок, затисків на колодках, що підводять дроти, кабелі, як з боку ПЗО, так і з боку зовнішніх пристроїв.

Плани розташування засобів мікропроцесорної техніки, засобів автоматизації, електричних і трубних проводок – надаються схеми розташування технічних засобів, траси ліній зв'язку контролерів з локальними засобами й КОК, проводок мереж електроживлення контролерів.

Функціональні програми і програми для вільно програмувальних пристроїв – оформляються у вигляді текстового документа. В обсяг даного КП ці документи не входять, тому що вони робились у складі попередніх КП та КЗ.

Документація замовлення контролера – містить інформацію зі складу контролера, розміщення проєктно-компонованих модулів, їхніх з'єднань із клемною панеллю й між собою [15, 18].

### **Проектне компонування контролера**

У результаті аналізу вихідних даних виділяються технологічні ділянки (агрегати), що мають функціональну й територіальну автономність. Станції керування ділянкою (агрегатом) розміщують, як правило, поруч із ним.

Потім робиться вибір типу контролера й їхньої кількості за станціями керування, розподіл завдань між контролерами, конструктивне виконання залежно від обсягу оброблюваної інформації, вимог до надійності, живучості й вартісних показників.

Після цього розроблюються схеми керування й визначення апаратного складу контролера з урахуванням інформаційної ємності завдань керування (кількості й виду сигналів, що вводять та виводять), і часу оброблення інформації, і відповідності необхідної кількості модулів, припустимої кількості посадкових місць у кошику контролера.

Визначається шифр контролера – його умовна позначка при замовленні й розробляється схема його живлення.

На наступному етапі розміщуються клемні колодки біля контролера відповідно до їхнього функціонального призначення з урахуванням обмежень; розроблюються схеми підключення зовнішніх проводок до клемних колодок й до контролера з кодуванням входів-виходів контролера; розробляється відповідно до вимог інструкції заводу виготовлювача з документації контролера.

Проектну документацію на СА (АСКТП), з використанням імпортованих технічних засобів, рекомендується робити з урахуванням всіх вищевикладених вимог, застосовуючи аналогічні підходи до відображення основних рішень.

### **3 Вказівки до виконання курсового проєкту**

#### **3.1 Загальні вказівки по оформленню пояснювальної записки**

Пояснювальну записку до курсового проєкту рекомендується друкувати з однієї сторони аркуша формату А4. Шрифт – Times New Roman. Розмір шрифту – 14 пт. Ліворуч залишають поля 3 см, праворуч – 1 см.

Кожен розділ записки починати з нової сторінки, розділам привласнюються порядкові номери, позначувані арабськими цифрами. За наявності підрозділів їхні номери складаються з номера розділу й порядкового номера підрозділу, із крапкою між ними. Найменування розділів і підрозділів повинне бути коротким і відповідати змісту. Крапка наприкінці заголовка не ставиться.

Умовні літерні позначення математичних, фізичних й інших величин повинні відповідати державним стандартам. Основним формулам привласнюється номер у круглих дужках. Посилання в тексті на них – у круглих дужках.

Всі ілюстрації називають рисунками й нумеруються арабськими цифрами. Перша цифра відповідає номеру розділу, друга порядковому номеру рисунка в розділі. Аналогічно нумеруються таблиці.

Схеми, графіки, таблиці необхідно розташовувати по тексту. Вони повинні бути акуратно виконані, мати ті ж позначення й нумерацію, що й на кресленні.

Допоміжні матеріали (математичні висновки, програми й ін.) і громіздкі таблиці виносяться в додаток. Номер і наявність заголовка додатка обов'язкові. Правила оформлення додатка ідентичні правилам оформлення пояснювальної записки.

Посилання на літературу даються в тексті у квадратних дужках у порядку їхнього розташування. Сторінки нумеруються, починаючи після титульного аркуша. Номер сторінки ставиться в правому верхньому куті.

#### **3.2 Загальні вказівки з оформлення графічного матеріалу проєкту**

Креслення й схеми повинні відповідати діючим ДСТУ і ГОСТам. Креслення виконуються, як правило, на аркушах формату А1...А3 зі стандартними полями та із кращим розміщенням основного напису паралельно великій стороні аркуша. Масштаби й ступінь деталізації вибираються за умовами доцільності. Креслення повинні бути наочними й займати весь аркуш. Основний напис заповнюється відповідно до рекомендацій стандартів і положеннями університету.

Креслення схеми технологічного процесу починають виконувати зі спрощеного зображення технологічного встаткування, основних комунікацій, органів керування, електроустаткування й допоміжних пристроїв. Зображення

технологічного встаткування й трубопроводів повинне відповідати машинно-апаратній технологічній схемі й давати повне представлення про технологічну схему автоматизованого ділянки (лінії, відділення). Технологічне встаткування вичерчують без урахування масштабів, але відповідно до форми й пропорцій окремих частин. У зв'язку з наявністю в літературних джерелах функціональних схем по старому стандарту «Умовні позначки засобів автоматизації (ГОСТ 3925-59)» у Додатку 5 наведені деякі витримки із цього документа.

Технологічні комунікації й трубопроводи рідини, газу і ін. креслять згідно ДСТУ Б А.2.41-95 (Умовні позначки трубопроводів).

Умовні числові позначення проставляються на лініях з відстанями між сусідніми числами не менш 50 мм.

Якщо в схемі є комунікації й трубопроводи, що не відповідають ДСТУ Б А.2.41-95, то допускається для позначення користуватися іншими цифрами або літерами, але з обов'язковим поясненням нових прийнятих умовних зображень. Напрямок руху потоку в трубопроводі вказують стрілками в розривах ліній трубопроводів і інших матеріально енергетичних потоків.

На технологічних трубопроводах зображують тільки основну регулюючу й запірну апаратуру, яка відноситься до роботи й обслуговуванню системи автоматизації і яка необхідна для визначення відносного розташування добірних пристроїв і засобів одержання інформації.

Контури встаткування креслять тонкими лініями (до 0,5 мм, а комунікації – більш товстими до 1...2 мм). На лінії перетинання трубопроводів, що зображують їхнє з'єднання, ставиться крапка.

Позиції, написи на схемі, виконуються стандартним шрифтом.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДНБ А.2.2-3-97. Державні будівельні норми України. Проектування. Состав. Порядок розробки, узгодження й твердження проєктної документації для будівництва.
2. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Система проєктної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Умовні графічні зображення приладів і засобів автоматизації в схемах.
3. Трегуб В.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств. Трегуб В.Г., Ладанюк А.П., Плужников Л.Я. Москва : Агропромиздат, 1991. 352 с.
4. Емельянов А.И. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие / Емельянов А.И., Капник О.В. Москва : Энергоатомиздат, 1983. 399 с.
5. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посіб. / Київ : Видавництво «Ліра-К», 2017. 344 с.
6. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник. / Київ : Видавництво «Ліра-К», 2019. 136 с.
7. Ельперін І.В., Пупена О.М., Сідлецький В.М., Швед М.М. Автоматизація виробничих процесів: підручник. Київ : Видавництво «Ліра-К», 2015. 378 с.
8. Основи автоматизації теплоенергетичних процесів та установок. навч. посіб. / Левченко О.І., Сідлецький В.М. Київ : НУХТ, 2014. 227с.
9. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. / Клюев А.С. и др.; Под ред. А. С. Клюева. – 2-е изд., перераб, и доп. Москва : Энергоиздат, 1990. 464 с.
10. Клюев А.С. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля /А. С. Клюев, Б. В. Глазов, М. Б. Миндин, С. А. Клюев; Под ред. А. С. Клюева. – [3-е изд., перераб. и доп.] Москва Энероатомиздат, 1991. 432 с.
11. Усатенко С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД. Справочник / Москва : Издательство стандартов, 1989. 325 с.
12. Александров К.К., Кузьмина Е.Г., Электротехнические чертежи и схемы. Москва : Энергоиздат, 1990. 288 с.
13. РД44.20-89. Руководящий документ. Рекомендации по применению регулирующих микропроцессорных контроллеров Ремиконт. Одесса: НПО «Пищепромавтоматика», 1990. 160 с.
14. Каталог Информприбора. Технические средства АСУТП. Микропроцессорные контроллеры Ломиконты. Части 1, 2, 3. Москва : Информприбор, 1989.
15. Современные средства автоматизации. Каталог. 1999-2005.+(CD версия).
16. Проектирование АСУТП. Метод. пособ. Книга 1. / Нестеров А.Л. Санкт-Петербург : Издательство ДЕАН, 2006. 552 с.

17. Проектирование АСУТП. Метод. пособ. Книга 2. / Нестеров А.Л. Санкт-Петербург : Издательство ДЕАН, 2009. 944 с.
18. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учеб. - практ. пособ. Москва : Инфра-Инженерия, 2008. 928 с.
19. Муратов. В.Г. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: навч. посіб. вид. 3-е Одеса : ОНТУ, 2023. 390 с.
20. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств: Учебник для вузов по специальности "Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов». / Кулаков М.В. – [3-е изд., перераб, и доп.]. Москва : Машиностроение, 1983. 424 с.
21. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. Москва : Техносфера, 2005. 592 с.
22. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Под ред. А.В.Калиниченко: Москва : Инфа-Инженерия, 2008. 576 с.
23. Справочник по регулирующим клапанам. [3-е изд.]. Fisher Controls International LLC, 2010. 296 с.
24. ДСТУ Б А.2.4–3:2009. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. [Чинний від 2009-23-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 54 с.
25. ДСТУ Б А.2.4-10:2009 Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів [Чинний від 2009-24-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 5 с.

## ДОДАТОК 1

### Приклади виконання частин схем автоматизації

Приклад 1. СА при використанні керуючого МПК і віртуальної мнемосхеми ділянки ТП, реалізованої на ПК.

У цьому випадку МПК реалізує наступні функції: Y – автоматичне регулювання; A – сигналізація. ПК реалізує наступні функції: Y – перетворення; I – показання; R – реєстрація; A – сигналізація на екрані ПК, H – ручне керування з екрана ПК.

Функції, реалізовані МПК і ПК указуються на лініях вхідних і вихідних сигналів товщиною 1,5...2,0 мм. Рекомендується на входах-виходах вказувати їхній вид вітчизняними або англійськими великими буквами: ВА (AI) – вхід аналоговий; АВ (AO) – аналоговий вихід; ІВ (PI) – імпульсний вихід; ВД (DI) – вхід дискретний; ДВ (DO) – дискретний вихід.

Показано варіанти з'єднань входів-виходів із МПК і ПК:

1. Аналоговий сигнал АС, що подається на ВА;
2. АВ, ІВ, що подається на виконавчий механізм ІМ САР;
3. ДС дискретний сигнал, що подається на ВД;
4. Дискретний сигнал, що виходить із ДВ;
5. Аварійний сигнал, що виходить із ДВ на схему сигналізації СС. Перетворювач інтерфейсів (6) служить для зв'язку МПК і ПК.

Приклад 2. СА при використанні МПК як пристрій зв'язку з об'єктом (ПЗО) і керуючої системи, реалізованої на ПК.

У цьому випадку МПК реалізує тільки функцію перетворення – Y, а ПК реалізує наступні функції: перетворення – Y; показання – I; реєстрація – R, включення, відключення, перемикачання – S; автоматичне регулювання – C; сигналізація на екрані ПК – A; ручне керування з екрана ПК – H.

Показано варіанти з'єднань входів-виходів із МПК і ПК (рис. 1 і 2).

Приклад опису роботи схеми. На фрагменті схеми показані підключення аналогових вхідних сигналів (витрата соку, завдання по витраті), вихідного сигналу (керування клапаном подачі соку) до контролера Ремиконт Р 110.

Сигнал (пневматичний) від камерної діафрагми 71-2а надходить на дифманометр ДМ 71-2б, струмовий вихід (0-5 мА) якого надходить через контакти (4Б, 5Б) багатошкального міліамперметра 71-2у на вхід модуля гальванічної розв'язки РГ12 (номера колодки, клеми 5.2.7 – 5.2.8), з виходу якого через міжмодульний з'єднувач надходить на АЦП2 №1 (група 1 вхід 4).

Живлення дифманометра ДМ 71-2б (24 В постійного струму) і міліамперметра 71-2в (6 В постійного струму) здійснюється від джерела зображеного на **принциповій схемі електроживлення**.

Для вибору режимів керування використовується перемикач 71-2СА (типу П2ДО) і ручний задавач 71-2м (типу РЗД). Установлені перемички забезпечують формування вихідного сигналу із клем 39, 40 у діапазоні 0...5 мА при живленні задавача 24 В.

У режимі дистанційного керування (як показано на схемі) «+» від клеми 39 через розмикальний контакт 3, 4 надходить на клему «+» електропневмоперетворювача 71-2б. Клема 40 «-» задавача з'єднана з мінусами електропневмоперетворювача 71-2д і модулів гальванічної розв'язки РГ12(5.3.2.), РГ22(2.2.4.).

Вихідний сигнал електропневмоперетворювача 71-2д (пневматичний) подається на регулювальний клапан 71-2ж і манометр, що показує, установлений на щиті оператора.

У режимі автоматичного керування, при натисканні перемикача 71-2 СА, контакти 3, 4 розмикаються, а контакти 1, 2 й 5, 6 замикаються. При цьому сигнал задавача «+» надходить

на вхід модуля РГ12(5.3.1), а вихідний керуючий сигнал із клемми 2.2.3 модуля РГ22, через контакти 5, 6 на клему «+» електропневмоперетворювача 71-2б.

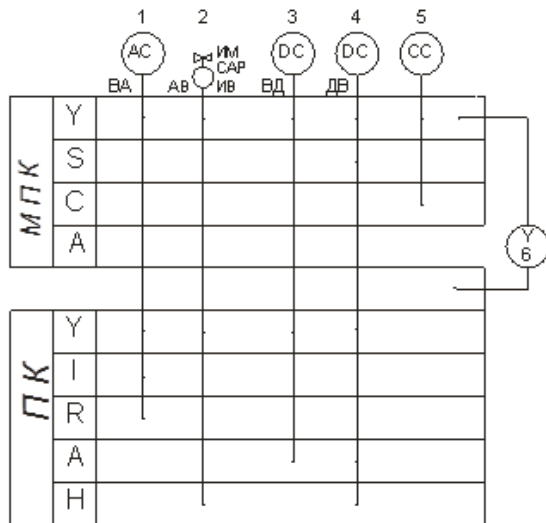


Рисунок 1 – СА при використанні керуючого МПК і віртуальної мнемосхеми ділянки ТП, реалізованої на ПК

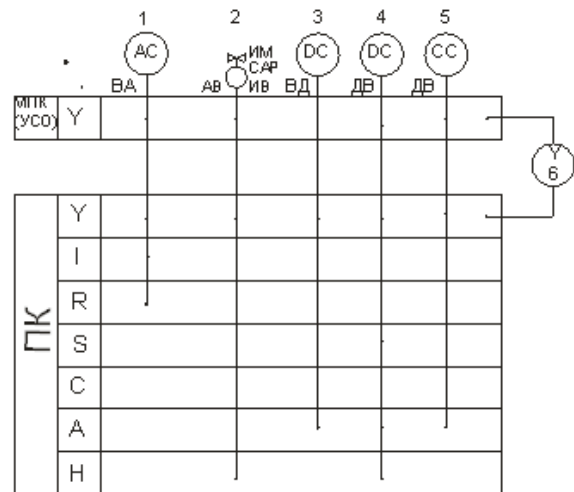
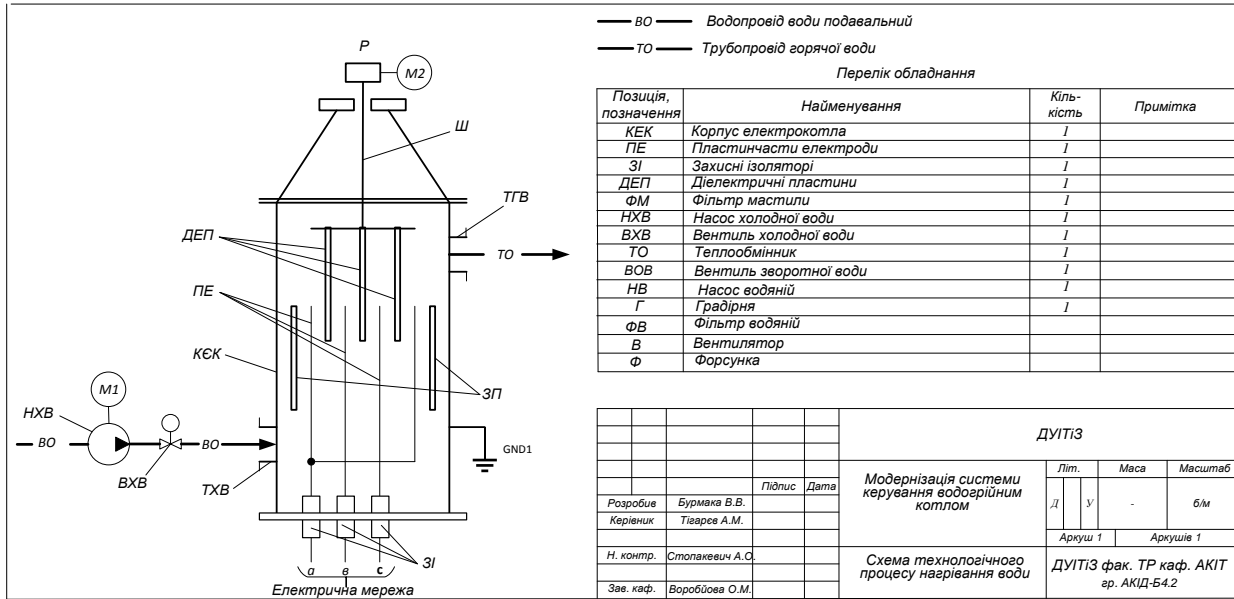


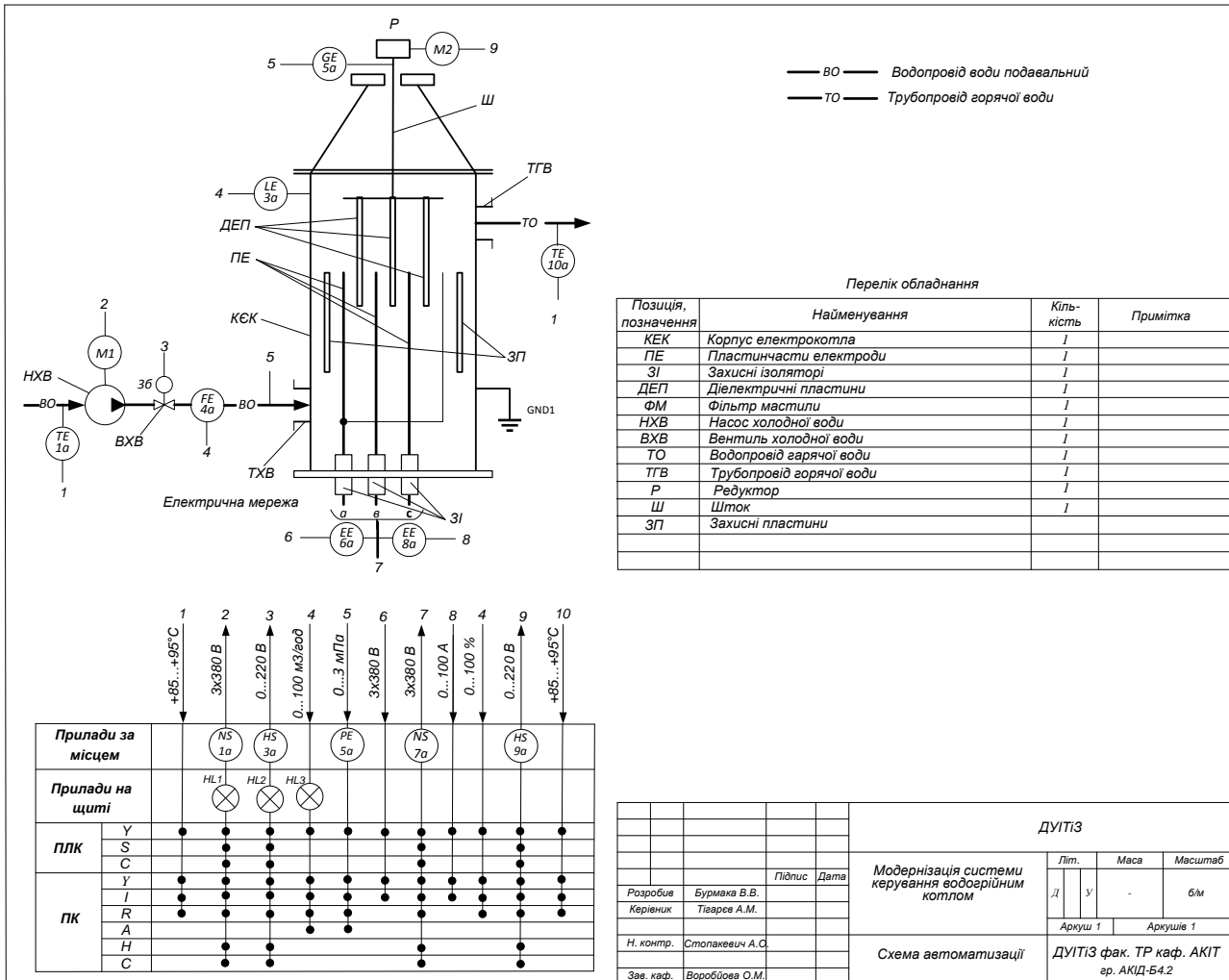
Рисунок 2 – СА при використанні МПК як пристрій зв'язку з об'єктом (ПЗО) і керуючої системи, реалізованої на ПК

## ДОДАТОК 2

### Приклад схеми технологічного процесу



### Приклад схеми автоматизації



### ДОДАТОК 3

#### Перелік елементів за ГОСТ 2.701-84

Надається на відповідних схемах без заголовка, або окремим документом. Загальні правила виконання регламентуються ГОСТ 2.701-84. Для структурної схеми КТС надається перелік технічних засобів автоматизації, які показані на схемі. Для схеми з'єднань проводок мереж наводяться перелік технічних засобів, які зазначені на схемі, а також кабелі, проводи, трубопроводи, з'єднувальні коробки, матеріали та вузли пристроїв заземлення.

Позиція, позначення	Найменування	Кіль- кість	Примітка
1	2	3	4
20	110	10	$\geq 8$

**ДОДАТОК 4**

Зразок титульного аркуша

Міністерство освіти і науки України

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ**Факультет телекомунікацій та радіотехніки  
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій**Курсовий проєкт  
з дисципліни****«Проекування промислових систем автоматизації та їх  
діагностика»****на тему****Розробка системи автоматизації ділянки технологічного процесу  
виробництва (назва ділянки)**СТУДЕНТ  
П.І.Б.Гр. АКІД.....  
Керівник  
П.І.Б.**Одеса 2025**

## ДОДАТОК 5

Умовні позначення засобів автоматизації (ГОСТ 3925-59)

1. Позначення основних  
контрольованих величин

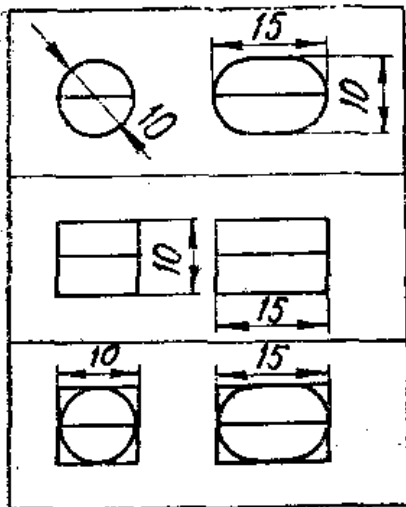
Температура
Тиск, розрідження, вакуум
Рівень
Вологість
Швидкість лінійна
Щільність
В'язкість
Концентрація
Різниця значень двох величин
Частота обертання, хв -1
Запиленість, кольоровість
Положення регулюючого органа
Товщина
Кількість тепла
Лінійне переміщення і довжина
Витрата або кількість

t  
p  
H  
m  
v  
ρ  
μ  
C  
Δ  
n  
Φ  
S  
b  
Q  
l  
G

2. Позначення функціональних  
ознаков регуляторів

Показуючий	П
Самописний	С
Інтегруючий	И
Сигналізуючий	Сг
Вимірювальний	Им
Підсумовуючий	См
Відпрацьовуючий співвідношення	Со
Перетворюючий	Пр
Посилюючий	Ус
Статичний	Ст
Астатичний	Ас
Изодромний	Из
Диференційний	Дф
Позиційний	Пз
Задавальний	Зд
Програмний	Пг
Слідкуючий	Сл
Обігаючий	Об
Дозуючий	Дз

3. Умовні зображення вимірювальних і регулюючих (сигналізуючих) приладів



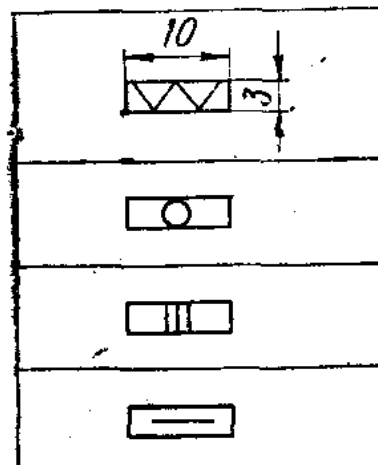
Прилад вимірювальний

Прилад регулюючий (сигналізуючий)

Прилад вимірювальний і регулюючий в одному корпусі

Над горизонтальною рисою усередині зображення (кола або квадрата) наносяться літерні позначення вимірюваних або регульованих величин, а під рисою – літерні позначення основних функцій.

4. Умовні зображення видів передач дистанційного впливу



Електрична

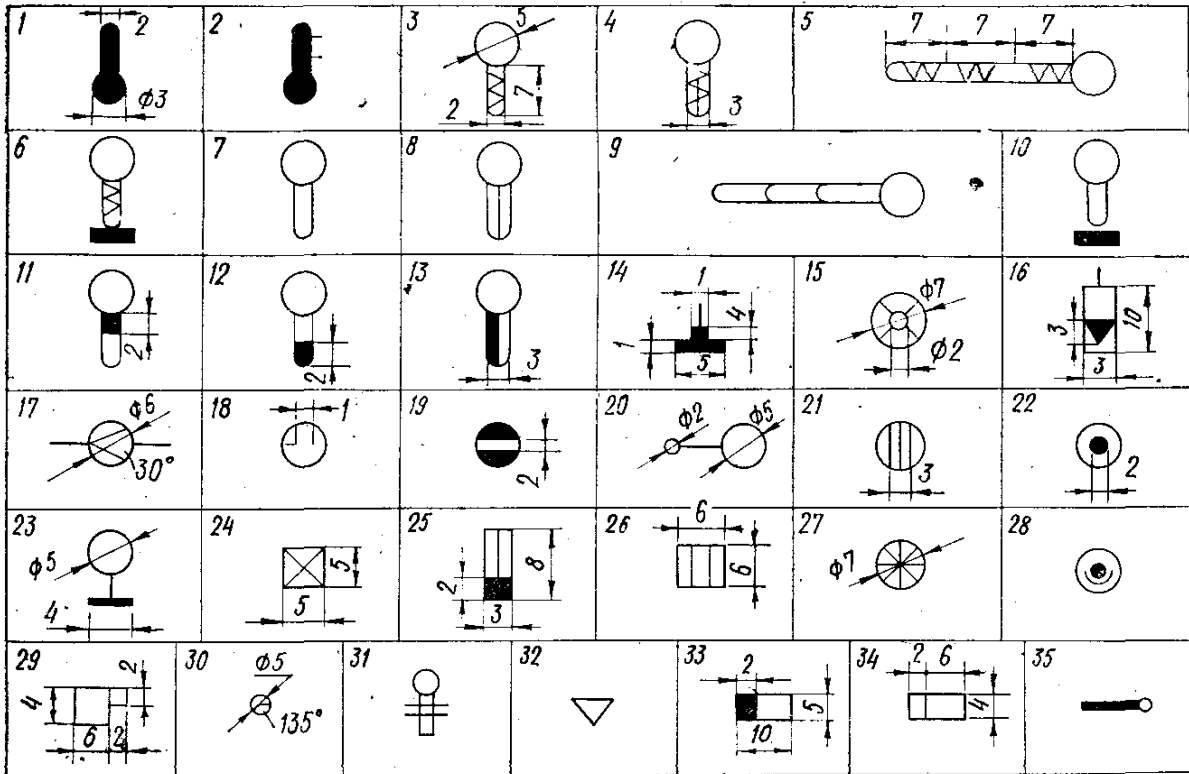
Пневматична

Гідравлічна

Механічна

При кресленні умовних зображень видів дистанційних передач необхідно, щоб прямокутник примикав до умовного зображення приладів вертикальне або горизонтальне.

### 5. Умовні зображення прийомних пристроїв



1 – термометр розширення скляний; 2 – те ж, електроконтактний; 3 – термометр опору одинарний; 4 – те ж, подвійний; 5 – те ж, багатозонний; 6 – те ж, поверхневий; 7 – термопара одинарна; 8 – те ж, подвійна; 9 – те ж, багатозонна; 10 – те ж, поверхнева; 11 – те ж, швидкісна; 12 – термобаллон манометричного термометра; 13 – термометр дилатометричний або біметалічний; 14 – добірний пристрій тиску, рівня, складу газів і рідин; 15 – лічильник рідини, газу; 16 – витратомір постійного перепаду; 17 – звужуючий пристрій; 18 – трубка пневмометрична; 19 – прийомний пристрій електромагнітного витратоміра; 20 – приймальний пристрій поплавковий; 21 – приймальний пристрій ультразвуковий; 22 – приймальний пристрій радіоактивний; 23 – приймальний пристрій ємнісний; 24 – приймальний пристрій динамометричний (тензометричне, п'єзометричне й ін.); 25 – приймальний пристрій вологоміру; 26 – приймальний пристрій для виміру фізико-хімічного складу і якості речовини (РН, в'язкості, запиленості, мутності, концентрації й ін.); 27 – приймальний пристрій тахометричний; 28 – прийомний пристрій фотометричний; 29 – пірометр радіаційний, оптичний і фотоелектронний; 30 – приймальний пристрій вимірника потоку; 31 – прийомний пристрій ультразвуковий; 32 – приймальний пристрій для виміру інтенсивності радіоактивного випромінювання; 33 – передавальна камера телебачення; 34 – відеоприймальний пристрій телебачення; 35 – електрод кондуктометричний рівнеміра.

### 6. Умовні зображення виконавчих механізмів і регулюючих органів

