

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання дипломних проектів
за спеціальністю 7.05020201 для студентів V-VI курсів
усіх форм навчання

Дніпропетровськ ДВНЗ УДХТУ 2012

Методичні вказівки до виконання дипломних проектів за спеціальністю 7.05020201 для студентів V – VI курсів усіх форм навчання / Укл.: І.Л. Левчук, Г.І. Манко, В. Є. Мартиненко, В.Я. Тришкін, О.Ф. Шуть. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. - с.

Укладачі: І.Л. Левчук,
Г.І. Манко, канд. техн. наук
В. Є. Мартиненко, канд. техн. наук
В.Я. Тришкін, канд. техн. наук
О.Ф. Шуть

Відповідальний за випуск: О.П. Мисов, канд. техн. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання дипломних проектів за спеціальністю 7.05020201 для студентів V – VI курсів усіх форм навчання

Укладачі: Левчук Ігор Леонідович
Манко Геннадій Іванович
Мартиненко Валерій Євгенійович
Тришкін Владислав Якович
Шуть Олександр Феліксович

Редактор Л.М. Тонкошкур
Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підписано до друку . Формат 60×84^{1/16}.
Папір ксерокс. Друк різнограф. Умовн.-друк. арк.
Облік. вид. арк. . Тираж 100 прим. Зам. №
Свідоцтво ДК №303 від 27.12.2000р.

ДВНЗ УДХТУ, 49005, Дніпропетровськ –5, пр. Гагаріна, 8.

Видавничо-поліграфічний комплекс ІмКомЦентру

ЗМІСТ

	стор.
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1.1 Мета і задачі дипломного проектування.....	4
1.2 Організація дипломного проекту.....	5
2 ОСНОВНІ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНІ ДОКУМЕНТИ	
РОЗРОБКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.....	6
2.1 Види, комплектність і позначення документів при створенні автоматизованих систем.....	6
2.2 Стандарти та керівні матеріали проектування.....	7
2.3 Маркування комплектів робочих креслень систем автоматизації.....	9
3 ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.....	10
3.1 Склад текстових та графічних документів дипломного проекту.....	10
3.2 Пояснення до змісту та рекомендації з розробки основних підрозділів пояснювальної записки.....	11
3.2.1 Вступ.....	11
3.2.2 Аналіз об'єкта керування.....	11
3.2.3 Функціональна частина проекту АСКТП.....	12
3.2.4 Математичне забезпечення АСКТП.....	16
3.2.5 Програмне забезпечення АСКТП.....	19
3.2.6 Інформаційне забезпечення АСКТП.....	20
3.2.7 Технічне забезпечення АСКТП.....	24
3.2.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	35
3.2.9 Економічна частина.....	35
3.2.10 Висновок.....	36
4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНИХ І ТЕКСТОВИХ	
ДОКУМЕНТІВ.....	36
4.1 Вимоги до оформлення графічних документів.....	36
4.2 Вимоги до оформлення текстових документів.....	37
4.3 Порядок нумерації текстових та графічних документів.....	37
5 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.....	38
5.1 Процедура оформлення дипломного проекту.....	38
5.2 Зміст відгуку керівника ДП.....	38
5.3 Зміст рецензії на дипломний проект.....	39
5.4 Процедура захисту.....	39
5.5 Зміст доповіді на захисті дипломного проекту.....	40
ПЕРЕЛІК НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ.....	41
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	44
Додаток А.....	46
Додаток Б.....	48
Додаток В.....	49

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Мета і задачі дипломного проектування

Підготовка дипломного проекту є завершальним етапом навчання студента на професійно-кваліфікаційному рівні фахівця.

Дипломний проект – це творча, самостійно виконана випускна кваліфікаційна робота, по результатах захисту якої Державна екзаменаційна комісія (ДЕК) вирішує питання про присвоєння випускнику відповідної кваліфікації.

Метою дипломного проектування є систематизація, закріплення та розширення придбаних за роки навчання знань, придбання навиків вирішення задач проектування автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП), їх елементів, математичного, програмного, інформаційного, технічного та метрологічного забезпечень.

Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної характеристики до фахівця з напрямку підготовки 7.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», під час роботи над дипломним проектом студент повинен знати:

- загальнотеоретичні дисципліни в обсязі, необхідному для розв'язання виробничих, проектних, конструкторських та дослідницьких задач;
- загальноінженерні дисципліни і серед них у першу чергу дисципліни, що забезпечують розв'язання задач широкого використання методів та засобів обчислювальної техніки;
- спеціальні дисципліни, що розкривають стосовно до спеціалізації теоретичні основи та методи проектування автоматизованих систем та підсистем управління технологічними процесами;
- питання метрологічного забезпечення і стандартизації;
- економіку галузі та підприємства, основи організації, планування та управління виробництвом і якістю продукції;
- питання охорони праці та навколишнього середовища;
- питання громадянської оборони промислових об'єктів;
- основи права, патентознавства, наукової організації праці.

Виконуючи дипломний проект, студент повинен вміти:

- поставити задачу управління (сформулювати);
- аналізувати технологічні процеси як об'єкти керування;
- вибирати технологічні змінні у відповідності з поставленою задачею керування;
- визначати керуючі канали з найкращими статичними і динамічними властивостями;
- аналізувати збурюючі величини;
- аналізувати потоки інформації на об'єкті автоматизації;
- складати технічні завдання на розробку систем автоматизації;
- проводити наукові дослідження та експерименти, аналізувати та обробляти отримані дані, робити відповідні висновки та рекомендації;
- будувати математичні моделі окремих об'єктів або їх комплексів;
- будувати інформаційні моделі та схеми алгоритмів керування;

– володіти раціональними методами пошуку і використання науково-технічної інформації.

При виконанні дипломного проекту вирішуються наступні задачі:

- поглиблення теоретичних і практичних знань по обраному напрямку і спеціальності;
- пошук сучасних наукових досягнень в області автоматизації процесів керування, придбання умінь їх використовувати при вирішенні прикладних задач;
- підтвердження випускниками своїх можливостей до самостійної практичної діяльності за даною спеціальністю на відповідному професійно-кваліфікаційному рівні.

1.2 Організація виконання дипломного проекту

Робота над дипломним проектом включає такі етапи:

- видача завдань на проектування;
- проходження переддипломної практики;
- виконання дипломного проекту;
- захист дипломного проекту.

Зміст ДП визначається завданням на проектування, яке оформлюється керівником на бланку встановленої форми.

Теми дипломних проектів розробляються кафедрою комп'ютерно-інтегрованих технологій і метрології (КІТ і М) з урахуванням закріплених баз переддипломної практики.

При виборі теми проекту студенти керуються тематикою розробленою кафедрою. Студентам надається право пропонувати для підготовки дипломних проектів інші теми, не включені в тематичний перелік, за умови обґрунтування їх актуальності, практичного значення, зв'язку з реальними професійними функціями студента-дипломника за містом майбутньої роботи.

Разом з темою дипломного проекту, що затверджується наказом по університету, студентам призначаються керівник, а також консультанти по економічній частині дипломного проекту і охороні праці та безпеки життєдіяльності.

В обов'язки керівника дипломного проекту входить:

- розробка завдання на дипломний проект і переддипломну практику відповідно до затвердженої для кожного студента теми;
- надання допомоги студенту в розробці календарного плану роботи на період виконання дипломного проекту;
- регулярні консультації студента відповідно до розкладу по розділах дипломного проекту, що відноситься до профільної кафедри;
- рекомендації в підборі необхідної навчальної періодичної і довідкової літератури, нормативних та інших матеріалів по обраній темі;
- регулярний контроль і перевірка виконання дипломного проекту відповідно до календарного плану;
- контроль за самостійним виконанням студентом графічної частини і пояснювальної записки;

– своєчасне визначення відставання студента від календарного плану виконання дипломного проекту, установлення причин відставання і можливості виконання дипломного проекту в терміни, що визначені планом, а також доцільності подальшої роботи студента над дипломним проектом при значному відставанні.

Відповідальність за правильність прийнятих у роботі рішень і виконаних розрахунків покладається на студента. Студент має право не погодитися з рекомендаціями керівника і відстоювати прийняті в роботі рішення при захисті перед Державною екзаменаційною комісією.

2 ОСНОВНІ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНІ ДОКУМЕНТИ РОЗРОБКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

2.1 Види, комплектність і позначення документів при створенні автоматизованих систем

У ГОСТ 34.201-89 визначаються види, комплектність і позначення документів, що розробляються на всіх стадіях створення автоматизованих систем (АС). Передбачено, що на стадії "Технічне завдання" розробляють Технічне завдання (ТЗ) на створення автоматизованої системи відповідно до вимог ГОСТ 34.602-89. Щодо документації інших стадій, визначаються наступні терміни:

а) *документація на автоматизовану систему* – комплекс взаємопов'язаних документів, в якому повністю описані усі рішення по створенню і функціонуванню системи, а також документів, що підтверджують відповідність системи вимогам технічного завдання і готовність її до експлуатації (функціонуванню);

б) *проектно-кошторисна документація на АС* - частина документації на АС, що розробляється для виконання будівельних і монтажних робіт, пов'язаних із створенням АС;

в) *робоча документація на АС* - частина документації на АС, необхідна для виготовлення, будівництва, монтажу і наладки автоматизованої системи в цілому, а також такі, що входять в систему програмно-технічних, програмно-методичних комплексів і компонентів технічного, програмного і інформаційного забезпечення.

Для автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП) об'єктами проектування є:

а) в розділі інформаційного забезпечення – бази даних і їх організація, класифікатори техніко-економічної і нормативно-довідкової інформації, форми представлення і організації даних в системі (у тому числі форми документів, відеограми, масиви даних і протоколи обміну даними);

б) в розділі програмного забезпечення – програми загального і спеціального програмного забезпечення АСКТП;

в) в розділі технічного забезпечення – комплекси засобів, що забезпечують введення, підготовку, перетворення, обробку, зберігання, реєстрацію, вивід, відображення, передачу інформації і засобу реалізації дій, що управляють;

г) в розділі математичного забезпечення – методи рішення задач управління, моделі і алгоритми;

д) в проектних рішеннях по функціях - підсистеми АСКТП, виділені за функціональною ознакою, функції АСКТП, задачі АСКТП, комплекси функцій і задач АСКТП;

в) в проектних рішеннях по задачах - постановка задач (комплексів задач) АСКТП.

Проект АС є технічною документацією, що складається з текстових і графічних матеріалів, в яких відбиті принципові технічні рішення, витрати і економічна ефективність автоматизації. Види документів, що розробляються при створенні АС, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Найменування видів документів

Вид документа	Код документа	Зміст документа
Відомість	В	Перерахування в систематизованому вигляді об'єктів, предметів і т.д.
Схема	С	Графічне зображення форм документів, елементів системи і зв'язків між ними у вигляді умовних позначень
Інструкція	І	Виклад складу дій і правил їх викладу
Обґрунтування	Б	Виклад відомостей, підтверджуючих доцільність рішень, що приймаються
Опис	П	Пояснення призначення системи, її частин, принципів їх дії та умов застосування
Конструкторський документ		За ГОСТ 2.102
Програмний документ		За ГОСТ 19.101

2.2 Стандарти та керівні матеріали проектування

До державних нормативних документів в області проектування можна віднести:

- державні стандарти України ДСТУ;
- державні стандарти ГОСТ – це ті стандарти СРСР, які ще діють, оскільки Держспоживстандартом України не введені в дію відповідні ДСТУ;
- державні будівничі норми ДБН;
- посібники до ДБН;
- "Строительные нормы и правила СНиП" - це ті норми СРСР, які ще діють, оскільки Держбудом України не введені в дію відповідні ДБН;
- посібники до СНиП.
- державні нормативні акти з охорони праці (ДНАОП).

У перелік нормативно-технічної документації (НТД), використовуваної в ході проектування АСКТП, входять окремі документи з наступних комплексів і систем стандартів, що встановлюють вимоги до різних видів і частин АСКТП :

- система технічної документації на автоматизовані системи управління СТД АСУ (система стандартів 24);
- комплекс стандартів систем автоматизованого проектування САПР (система 23);
- єдина система конструкторської документації ЄСКД (система 2);
- єдина система програмної документації ЄСПД (система 19);
- система проектної документації для будівництва СПДБ (система 21);
- інформаційна технологія; комплекс стандартів на автоматизовані системи ІТ КСАС (система 34)

- система стандартів безпеки праці ССБП.

Технічне забезпечення АСКТП проектується в усіх випадках по вимогах і правилах СПДБ. Розробку інших частин забезпечення АСКТП, таких як організаційне, інформаційне, математичне, програмне, необхідно організовувати по вимогах систем стандартів 24,34 і 19, а також РД 50-34.698-90.

Загальні вимоги до текстових і графічних документів наведені у документах [Н21–Н48]¹.

Перелік документів, які можуть розроблятися в дипломному проекті, наведений у табл. 2.2.

Крім того, при розробці окремих розділів пояснювальної записки слід керуватись іншими нормативними документами, наведеними у розділі "Перелік нормативних документів".

¹ Літера "Н" вказує, що це є посилання на перелік нормативних документів (стор. ...)

Таблиця 2.2 – Перелік документів дипломного проекту

Найменування документа	Код документа	НТД, що використовується
Відомість проекту	ВД	[Н16–Н20]
Пояснювальна записка	ПЗ	[Н3], [Н13], [Н19], [Н20], [Н43], [Н46], [Н48]
Схема структурна комплексу технічних засобів	С1	[Н2], [Н15–Н42], [Н47], [Н51], [Н52]
Схема функціональної структури	С2	[Н2], [Н16–Н30], [Н47], [Н51]
Схема автоматизації	С3	[Н1], [Н2], [Н5], [Н8], [Н16–Н29], [Н47], [Н51]
Перелік вхідних сигналів і даних	В1	[Н2], [Н16–Н20], [Н51]
Перелік вихідних сигналів (документів)	В2	[Н2], [Н16–Н20], [Н51]
Схема з'єднань зовнішніх проводок	С4	[Н1–Н3], [Н16–Н35], [Н47], [Н51], [Н56–Н58]
Схема підключення зовнішніх проводок	С5	[Н2], [Н3], [Н16–Н35], [Н47], [Н51]
Таблиця з'єднань і підключень	С6	[Н2], [Н16–Н20], [Н51]
План розташування устаткування і проводок	С7	[Н1–Н4], [Н9], [Н16–Н18], [Н21–Н26], [Н51]
Креслення форми документа (відеокадру)	С9	[Н2], [Н16–Н18], [Н21–Н25], [Н51]
Креслення загального вигляду	ВО	[Н2], [Н14], [Н16–Н18], [Н21–Н29], [Н51], [Н59], [Н60]
Креслення установлення технічних засобів	СА	[Н2], [Н51]
Схема принципова	СБ	[Н2], [Н15–Н18], [Н21–Н42], [Н47], [Н55]
Специфікація обладнання, виробів і матеріалів	С	[Н2], [Н6], [Н16–Н20]
Програма і методика випробувань	ПМ	[Н16–Н20], [Н44], [Н51]
Схема алгоритму	–	[Н2], [Н45], [Н47]

2.3 Маркування комплектів робочих креслень систем автоматизації

Система маркування комплектів робочих креслень АС наведена в табл. 2.3. Марка комплекту входить у склад шифру документа (див. п. 4.3 "Порядок нумерації текстових та графічних документів")

Таблиця 2.3 – Система маркування комплектів робочих креслень

Найменування основного комплекту	Марка
1	2
Системи автоматизації технологічного процесу (контроль та регулювання технологічних параметрів, системи автоматизованого управління технологічним процесом (АСУТП), диспетчеризація технологічного процесу, автоматизація вузла, установки)	АТХ
Автоматизація систем пиловидалення	АПВ

1	2
Автоматизація систем опалення і вентиляції	АОВ
Автоматизація систем водопостачання і каналізації	АВК
Автоматизація зовнішніх систем водопостачання (насосні станції, системи оборотного водопостачання)	АЗВ
Автоматизація зовнішніх систем водопостачання і каналізації	АЗВК
Автоматизація газорозподільних пристроїв (ПГР)	АГПВ
Автоматизація газорозподільних пунктів (ГРП)	АГПЗ
Автоматизація пристроїв теплопостачання (теплових пунктів)	АТП
Автоматизація тепломеханічних частин котельних установок	АТМ
Автоматизація систем пожежогасіння, димоусунення	АПГ
Автоматизація холодильної установки	АХП
Автоматизація компресорної станції (установки повітропостачання)	АПП
Об'єднаний основний комплект (робочі креслення автоматизації різних технологічних процесів та інженерних систем)	АК
Автоматизація. Обігрів імпульсних ліній і об'єктів автоматизації (Замість *** вказується марка технологічної частини проекту. Наприклад, АТХ.О, АОВ.О тощо)	А***.О

3 ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

3.1 Склад текстових та графічних документів дипломного проекту

Дипломний проект складається з текстових та графічних документів.

Текстові документи:

- титульний аркуш;
- завдання на дипломний проект;
- відомість дипломного проекту;
- пояснювальна записка;
- відомість специфікацій *;
- специфікації за складальними одиницями *;
- відомість покупних виробів *;
- відомість нестандартних виробів *;
- специфікація обладнання.

*) Ці документи студент виконує за вимогою керівника дипломного проекту.

Графічні документи:

- схема функціональної структури;
- схема структурна комплексу технічних засобів;
- схема організаційної структури;
- схеми алгоритмів;
- функціональна схема автоматизації;
- креслення установки технічних засобів;
- принципові схеми скомпанованого контролера;
- схеми принципові контролю, регулювання, управління, сигналізації, блокування, захисту;

- схеми принципів електричних та пневматичних живлень;
- креслення загальних видів щитів і пультів;
- креслення нестандартного обладнання;
- принципів елементні схеми контурів АСКТП;
- схеми зовнішніх з'єднань та підключень, мнемосхема, відеокадри;
- логічні таблиці для програмування;
- схеми заземлення і занулення.

Склад графічних документів і зміст пояснювальної записки проекту визначається керівником та указується в завданні.

Графічна частина дипломного проекту повинна складатися із 7 – 9 креслень формату А1, а обсяг пояснювальної записки – не менше 90 сторінок.

Вимоги до змісту та оформлення графічних документів наведені у довідковій літературі [1-4].

3.2 Пояснення до змісту та рекомендації з розробки основних підрозділів пояснювальної записки

Приблизний (типовий) зміст пояснювальної записки наведений у додатку А.

3.2.1 Вступ

У вступі треба показати роль цієї галузі промисловості у народному господарстві, перспективи автоматизації, описати стан та завдання автоматизації цього виробництва, актуальність і новизну теми, а також сформулювати мету проекту.

3.2.2 Аналіз об'єкта керування

Аналіз робиться з позицій основного завдання, сформульованого як тема проекту. На підставі висновків, отриманих у цьому розділі, складається повний перелік питань, які треба вирішити.

Цей розділ складається із підрозділів:

- опис технологічного процесу як об'єкта керування;
- задачі контролю та керування процесом;
- аналіз існуючих рішень з автоматизації та постановка задач на розробку системи автоматизації.

3.2.2.1 Опис технологічного процесу як об'єкта керування передбачає відображення таких питань:

- цільове призначення процесу, взаємозв'язок його з іншими процесами виробництва;
- фізико-хімічні основи процесу, його основні закономірності;
- опис технологічної схеми з показом призначення, конструктивних і технологічних характеристик окремих апаратів та механізмів як елементів автоматичної системи керування;

- технологічний режим і допустимі відхилення значень величин від нормальних, з огляду їх впливу на техніко-економічні показники системи;
- аналіз технологічних величин, основні показники процесу (якість продукту, продуктивність, собівартість), режимні величини, вхідні збурюючі та керуючі величини, якісна характеристика зв'язку між технологічними величинами, яка впливає із фізико-хімічних основ процесу;
- експериментальні та аналітичні дослідження статичних та динамічних властивостей об'єкта керування з використанням результатів науково-дослідних робіт студентів, кафедри і літературних джерел.

3.2.2.2 Задачі контролю та керування процесом, які повинна вирішувати розроблювана система автоматизації, впливають із аналізу об'єкта керування та оцінки загального рівня автоматизації технологічного процесу і можуть бути подані таблицею величин, які беруть участь у керуванні. У таблиці наводиться перелік регульованих, контрольованих та сигналізованих величин, їх характеристики, вид контролю та керування, вимоги до точності їх підтримування. Зміст цієї таблиці є основою для розробки далі питань функціональної частини проекту АСКТП.

3.2.2.3 Аналіз існуючих рішень з автоматизації робиться з метою визначення відповідності їх задачам контролю та керування, які повинна вирішувати розроблювана система, на основі результатів літературного та патентного пошуків аналогів і розгляду думок технологів та фахівців з автоматизації про позитивні якості й недоліки діючої на підприємстві системи автоматизації. Аналіз стосується як кількісних так і якісних характеристик існуючих систем: обсягу та складності вирішуваних задач контролю і керування, складності структури системи керування, якості застосованих технічних засобів автоматизації.

Завершується цей підрозділ постановкою задач на розробку та проектування системи з огляду на недоліки існуючих рішень з автоматизації об'єкта.

3.2.3 Функціональна частина проекту АСКТП

Вимоги до складу документів функціональної частини проекту, їх змісту та оформлення викладені у відповідних керівних матеріалах і стандартах [27,31].

Основний зміст цих документів наводиться у наступних підрозділах.

3.2.3.1 Призначення, цілі та автоматизовані функції АСКТП

У цьому підрозділі подаються призначення розробленої системи у загальній структурі керування виробництвом, задачі, цілі та функції АСКТП.

Серед можливих задач розроблюваної АСКТП можна назвати такі: ведення технологічного процесу в заданому режимі, підвищення оперативності керування, підвищення стійкості функціонування виробництва взагалі, підтримка високопродуктивної роботи технологічного устаткування та ін.

До основних цілей АСКТП належать:

- збільшення продуктивності агрегату;

- підвищення якості продукту;
- зниження зношування та підвищення надійності роботи основного технологічного устаткування;
- поліпшення умов праці виробничого персоналу та підвищення його ефективності;
- зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Функцією АСКТП називають сукупність дій системи, спрямованих на досягнення однієї з окремих цілей керування. За напрямком дій (призначенням) функції поділяються на основні та допоміжні, а за змістом цих дій – на керуючі та інформаційні.

Основні керуючі функції:

- автоматичне регулювання (стабілізація) окремих технологічних змінних;
- однократне логічне керування операціями або апаратами (наприклад, захист та блокування насосів);
- програмно-логічне керування технологічними апаратами;
- оптимальне керування технологічним процесом.

Допоміжні керуючі функції:

- реконфігурація обчислювального комплексу (мережі) АСКТП;
- аварійне відключення обладнання АСКТП;
- перемикання технічних засобів АСКТП на аварійне джерело забезпечення і

т.п.

Основні інформаційні функції:

- вимірювання та контроль технологічних величин;
- непряме вимірювання змінних процесу (внутрішніх змінних, техніко-економічних показників (ТЕП));
- підготовка і передача інформації у суміжні системи керування і т.п.

Допоміжні інформаційні функції:

- контроль стану обладнання АСКТП;
- визначення показників, які характеризують якість функціонування АСКТП чи її частин (зокрема, оперативного персоналу АСКТП) і т.п.

Найбільш розповсюджені функції та задачі АСКТП наведені в [31].

3.2.3.2 Характеристика функціональної структури

Функції АСКТП знаходяться у певній супідрядності, створюючи функціональну структуру АСКТП. Елементами функціональної структури є окремі функції, зв'язки між якими показують чергу (логічну послідовність та підпорядкованість) виконання цих функцій. Функціональна структура дає можливість показати, які дії та в якій послідовності виконує дана АСКТП.

Найкращий варіант виконання великої кількості інформаційних та керуючих функцій передбачає використання багаторівневої (ієрархічної) структури перетворення інформації у системі керування.

Сучасні АСКТП будуються за ієрархічним принципом, є багаторівневими, частіше дворівневими. На кожному рівні виконуються відповідні функції. Як правило, на нижньому рівні виконуються функції автоматичного регулювання та логічного керування, задачі автоматичної стабілізації та програмного керування,

автоматичного захисту, дискретного керування, ручного керування. На верхньому рівні (рівні прийняття рішень) – задачі оптимізації процесу керування, обміну інформацією з суміжними системами і т.п.

При розробці функціональної структури АСКТП частіше використовують модульний принцип. Будь-яка із функцій реалізується окремими модулями (функціональними блоками, підсистемами), які вміщують у себе технічні та програмні засоби, необхідні для реалізації конкретної функції. Інформаційні зв'язки між функціональними блоками враховують їх взаємодії при обробці інформації. Функціональні блоки можуть бути простими, які передбачають виконання однієї функціональної задачі, або складними, коли містять у собі комплекс (комплекси) функціональних задач.

Розробку функціональної структури АСКТП належить починати з вибору необхідної кількості рівнів перетворювання інформації. При цьому належить враховувати перелік виконуваних функцій, особливості ТОК і прийняту на даному підприємстві функціональну структуру АСКТП. Далі необхідно визначити, які функції виконуються на тому чи іншому рівні системи, тобто розподіляти функціональні блоки (підсистеми) за рівнями ієрархії.

Для керуючих підсистем різних рівнів визначаються режими реалізації керуючих функцій. Розрізняють два режими роботи АСКТП: автоматизований і автоматичний. Варіанти автоматизованого керування (за участю людини): ручне керування, режим "порадника", "діалоговий режим". Варіанти реалізації автоматичного режиму: супервізорний та режим безпосереднього цифрового керування.

Робиться вибір та обґрунтування структур автоматичних систем локального регулювання. При виборі одноконтурних, двоконтурних, комбінованих та багатозв'язних систем регулювання враховуються характеристики збурюючих дій, динамічні властивості каналів зв'язку об'єкта і вимоги до якості процесу регулювання.

Для кожного функціонального блоку необхідно визначити перелік функціональних задач або груп (комплексів) функціональних задач, які до нього входять.

Наведемо декілька прикладів:

Приклад 1

Функціональний блок контролю технологічних параметрів містить у собі такі задачі:

- одержання сигналів, які відображають технологічні змінні (аналогові чи дискретні);
- збір та первинна обробка аналогових і дискретних сигналів;
- контроль і сигналізація технологічних порушень;
- контроль ходу технологічного процесу;
- контроль та облік сировинних та продуктових потоків;
- контроль та облік запасів у резервуарах;
- контроль стану устаткування;
- протоколювання режимних змінних (формування режимного аркуша);
- неперервна аналогова реєстрація найважливіших технологічних змінних (резервування при відмові засобів обчислювальної техніки).

Приклад 2

Функціональний блок оптимального керування процесом містить у собі такі задачі:

- запуск та зупинка задачі;
- розрахунок оптимальних значень керуючих величин;
- видача завдань локальним регуляторам;
- ручний ввід команд керування;
- формування файлу обміну повідомлення з підсистемою локального регулювання.

Приклад 3

Функціональний блок локального керування процесом містить у собі такі задачі:

- аналогове одноконтурне регулювання (далі перелічити контури регулювання з зазначенням регульованих та керуючих величин);
- аналогове двокаскадне регулювання (і далі зазначити основну та допоміжну регульовані величини і керуючу величину);
- автоматичний захист (зазначити умови, при яких починає роботу система автоматичного захисту та її дії);
- вибір режиму функціонування: супервізорний, автоматична стабілізація, ручне керування;
- вибір структури систем регулювання (зазначити конкретно якої): двокаскадна чи одноконтурна;
- автоматичний безударний перехід керування з основного регулюючого контролера на резервний при виявленні ознак відмови чи помилки в роботі основного контролера;
- забезпечення обміну інформацією з системою верхнього рівня;
- вивід команд керування на виконавчий пристрій.

Задачі та функції, які реалізуються підсистемами і функціональні зв'язки між ними наводять на схемі функціональної структури.

3.2.3.3 Характеристика комплексів задач

Характеристика комплексу задач є основним розділом документа "Опис постановки задачі" і згідно з [4] повинна містити такі відомості:

- призначення комплексу задач;
- перелік об'єктів (технологічних об'єктів керування, підрозділів, підприємств і т.п.), при керуванні якими вирішують комплекс задач;
- періодичність та тривалість рішення;
- умови, за яких при необхідності припиняється рішення комплексу задач автоматизованим способом;
- зв'язки цього комплексу задач з іншими комплексами (задачами) системи керування;
- розподіл дій між персоналом та технічними засобами за різних ситуацій рішення комплексу задач.

У цьому підрозділі пояснювальної записки дається характеристика одного або декількох комплексів задач (за вказівкою керівника).

3.2.4 Математичне забезпечення АСКТП

У цьому розділі пояснювальні записки дається обґрунтування вибору математичних методів, вибір та побудова математичних моделей та алгоритмів для розв'язання задач АСКТП і алгоритмічний опис окремих задач.

3.2.4.1 Математична модель технологічного процесу

Для розв'язання задач керування технологічними процесами використовуються як статичні так і динамічні моделі процесів. Статична модель використовується при виборі структури систем автоматичного керування, при оптимізації статичних режимів, динамічна модель – при розробці систем керування деяких процесів (наприклад, періодичних) та при оптимізації динамічних режимів.

Математична модель може бути отримана в результаті теоретичного (аналітичного), формально-статистичного (експериментального) та комбінованого підходів. Отримати конкретні результати шляхом теоретичного підходу можливо тільки для простіших об'єктів. Але з методичної точки зору теоретичний підхід є універсальним і придатним як для діючих об'єктів, так і для об'єктів, що проектуються. Питання аналітичного опису об'єктів подані в роботах [7-10]. Застосування експериментального методу обмежене необхідністю дослідження діючого об'єкта, він не може застосовуватись на стадії проектування АСКТП нових об'єктів. До переваг формально-статистичного підходу треба віднести простоту його практичної реалізації. Методика визначення математичного опису об'єктів апроксимацією одержаних експериментальних характеристик викладена у [11]. При комбінованому підході застосовується структура рівнянь, що описують загальні закони зберігання речовини та енергії у диференційній формі, а окремі коефіцієнти рівнянь знаходяться формально-статистичним методом.

У цьому підрозділі пояснювальні записки треба зазначити мету побудови математичної моделі технологічного процесу, на основі аналізу об'єкта керування вибрати незалежні змінні, критерій оптимізації та обмеження, вибрати структуру математичної моделі.

3.2.4.2 Імітаційне моделювання об'єкта

Імітаційне моделювання – це один із найбільш ефективних методів дослідження властивостей об'єктів, розробки керуючих підсистем АСКТП, розв'язання оптимізаційних задач. Імітаційне моделювання – це експериментальне дослідження на математичній моделі об'єкта із застосуванням засобів обчислювальної техніки.

Процедура імітаційного моделювання складається із таких етапів:

- постановка задачі моделювання;
- побудова (вибір) математичної моделі об'єкта;
- отримання результатів імітаційного моделювання та їх аналіз.

Аналіз результатів моделювання здійснюється у відповідності до мети моделювання і найчастіше містить такі стадії:

- аналіз основних зв'язків незалежних змінних з вихідними величинами та критеріями оптимізації;
- аналіз чутливості можливих критеріїв оптимізації і відсів несуттєвих факторів;
- аналіз допустимих зон задач оптимізації;
- аналіз економічної доцільності автоматичної оптимізації процесу;
- пошук оптимальних режимів ведення технологічного процесу.

3.2.4.3 Задачі та алгоритми інформаційної підсистеми

У цьому підрозділі пояснювальні записки вирішуються такі задачі:

- розробка та розрахунок дискретних та безперервних фільтрів;
- розробка методів контролю вірогідності інформації;
- розробка алгоритмів діагностики стану технологічного процесу та устаткування;
- розробка алгоритмів аварійної сигналізації;
- розробка алгоритмів реалізації інформаційних функцій обчислювального характеру (непрямих вимірювань, розрахунку ТЕП, прогнозування ходу технологічного процесу та ін.).

Алгоритмічне забезпечення будь-якої підсистеми складається із загального алгоритму функціонування підсистеми, алгоритмів окремих задач і алгоритму розв'язання контрольних задач.

В дипломному проекті дається алгоритмічний опис комплексу задач або окремої задачі (за вказівкою керівника) за такою схемою:

- мета розв'язання задачі;
- режими виконання задачі;
- умови запуску розв'язання задачі;
- умови припинення розв'язання задачі;
- функції оператора;
- функції комплексу технічних засобів (КТЗ);
- вхідна інформація (у тому числі і нормативно-довідкова інформація);
- вихідна інформація;
- математичні співвідношення, необхідні для розв'язання задачі;
- опис схеми алгоритму.

3.2.4.4 Задачі та алгоритми керуючої підсистеми

У цьому підрозділі розглядаються такі питання:

- синтез та аналіз автоматичних систем регулювання (одноконтурних, багатоконтурних, багатозв'язних);
- синтез систем дискретного керування;
- розробка алгоритмів задач керуючої підсистеми: автоматичного захисту, автоматизованого пуску та зупинення процесу, автоматичної оптимізації та ін.

Синтез та аналіз однієї (як правило основної) АСР виконується у такій послідовності:

- початкові дані та завдання розрахунку;

- вибір методу та розрахунок параметрів настроювання регуляторів;
- аналіз якості перехідних процесів системи регулювання.

Як початкові дані для синтезу АСР, окрім динамічних характеристик різних каналів об'єкта, подаються характеристики збурюючих величин та вимоги до якості процесу регулювання. Розрахунок АСР, як правило, зводиться до параметричного синтезу, дослідження стійкості та аналізу якості процесу регулювання.

Методи розрахунку параметрів настроювання регуляторів (аналогових та цифрових) різних за законами регулювання і різних за структурою систем і аналізу якості регулювання у АСР з її перехідної характеристики досить докладно подані у дисциплінах ТАК (Теорія автоматичного регулювання), АТП (Автоматизація технологічних процесів) і у літературі [7,22]. Розрахунок виконується зі застосуванням обчислювальної техніки і завершуються висновком про відповідність розрахованої АСР поставленим до неї вимогам.

Методика вирішення завдань оптимального керування залежить від властивостей об'єкта, обсягу знань про нього і форми його математичного опису.

При стаціонарному об'єкті та достатньому обсязі даних для одержання його математичного опису використовуються різні методи рішення оптимізаційних задач.

Опис рішення оптимізаційних задач повинен мати чітко виділені пункти:

- математичний опис процесу;
- постановка задачі оптимізації, яка містить вибір критерію оптимальності та цільової функції, вибір керуючих величин, вибір та опис системи обмежень;
- вибір методу пошуків оптимального режиму;
- розробка та опис алгоритму розрахунку оптимального режиму.

При недостатньому обсязі інформації про об'єкт та неможливості експериментального дослідження з метою одержання його математичної моделі, а також при нестационарних характеристиках об'єкта використовуються адаптивні системи керування.

Алгоритмічний опис окремих задач керуючої підсистеми подається (за вказівкою керівника) за тією ж схемою що і задач інформаційної підсистеми (дивись вище п. 3.2.4.3).

3.2.4.5 Основи побудови алгоритмів інформаційної та керуючої підсистем

Алгоритмом повинні бути передбачені всі ситуації, які можуть виникнути в процесі вирішення задачі.

При викладенні алгоритму необхідно використовувати умовні позначення реквізитів, сигналів, строчок з посиланням на відповідні масиви та переліки сигналів.

В розрахункових співвідношеннях (формулах) повинні бути використані позначення реквізитів, які приведені при описі в інших розділах дипломного проекту.

Алгоритм може бути представлений одним з наступних способів:

- графічний, в вигляді схеми;
- табличний;
- текстовий;
- змішаний (графічний або табличний) з текстовою частиною.

Спосіб представлення алгоритму вибирається керівником дипломного проекту, виходячи з сутності алгоритму та його формального опису.

Умовні графічні позначення в схемах виконуються у відповідності з [Н45].

Найпростішою структурною одиницею будь-якого алгоритму є символи процесу, які позначають одну елементарну дію.

Найбільш часто вживані символи приведені в додатку В.

При виконанні схем алгоритмів слід дотримуватись наступних правил.

Символи в схемі повинні розміщатися рівномірно. Слід дотримуватися розумної довжини з'єднань та мінімальної кількості довгих ліній.

Форми символів повинні залишатися незмінними. Не повинні змінюватися кути та інші параметри, які впливають на відповідну форму символів. Символи повинні бути, по можливості, одного розміру. Перевага надається горизонтальному розташуванню символів.

Мінімальну кількість тексту, який необхідний для розуміння функції даного символу, слід розташовувати в середині самого символу. Текст для читання повинен записуватись зліва направо і зверху вниз, незалежно від напрямку потоку. Якщо обсяг тексту, що розташовується всередині символу, перевищує його розмір, необхідно використовувати символ коментарю.

3.2.5 Програмне забезпечення АСКТП

Програмне забезпечення АСКТП, це сукупність програм, необхідних для:

- функціонування комплексу технічних засобів;
- реалізації функцій АСКТП.

Програмне забезпечення (ПЗ) АСКТП розділяється на загальне ПЗ та спеціальне ПЗ.

На сьогоднішній час ПЗ це, передусім, системне ПЗ або операційні системи (ОС), які використовуються в програмованих контролерах, робочих станціях, а також інструментальні засоби обслуговування технічних засобів. Спеціальне ПЗ – це прикладне ПЗ (прикладні програми), створене для реалізації функцій АСКТП: контролю, керування, сигналізації та реєстрації.

Прикладні програми АСКТП, в загальному випадку, розділяються на два види:

- «технологічні» програми для контролерів.
- прикладне ПЗ для візуалізації та керування або ПЗ для робочих станцій (АРМів);

При створенні прикладних програм для АСКТП використовують інструментальні засоби: спеціалізовані (які програмують лише визначений тип контролерів) та універсальні (SoftLogic-пакети)

Прикладне ПЗ для візуалізації та керування (ПЗ для робочих станцій) може бути розроблено як за допомогою мов програмування: C++ Bilder, Delphi і т.п., так і спеціалізованими інструментальними засобами або пакетами (наборами) програм. Такі інструментальні пакети називаються SCADA-пакетами, по аналогії з системами управління. Існує спеціалізоване ПЗ, яке містить в собі функції створення технологічних програм для контролерів та прикладних програм для робочих станцій.

Інструментальні засоби для технологічного програмування контролерів це ПЗ, яке забезпечує розробку та відладку технологічної програми для контролера. Стандартом ІЕС 1131-3, визначено п'ять мов програмування контролерів:

SFC – послідовних функціональних схем,
LD – релейних діаграм,
FBD – функціональних блокових діаграм,
ST – структурованого тексту,
IL – інструкцій.

Використання даного стандарту робить програму для контролера незалежною від конкретного обладнання (типу процесора, операційної системи, плат введення-виведення).

Зміст розділу дипломного проекту «Програмне забезпечення АСКТП» визначає керівник проекту.

3.2.6 Інформаційне забезпечення АСКТП

Інформаційне забезпечення – сукупність форм документів, класифікаторів, нормативної бази і реалізованих рішень з об'ємів, розміщення та форм існування інформації, що застосовується в автоматизованій системі при її функціонуванні. Визначення вимог до інформаційного забезпечення, вибір відповідних технічних засобів виконуються у відповідності з загальносистемними характеристиками технологічного процесу, специфікою задач керування, особливістю інформаційних процесів у АСКТП.

Інформаційне забезпечення розділяється на зовнішньомашинне та внутрішньомашинне.

Зовнішньомашинне інформаційне забезпечення містить: систему класифікації та кодування інформації, оперативну документацію, систему організації та ведення нормативної та оперативно-виробничої інформації.

Основними вимогами до зовнішньомашинної інформаційної бази є: однозначність ідентифікації документів, що класифікуються, та показників, забезпечення контролю повноти інформації.

Внутрішньомашинне інформаційне забезпечення містить сукупність даних нижнього рівня, а також систему програм, які забезпечують організацію, накопичення, ввід даних та доступ до них.

Згідно з [Н51] проектні рішення з інформаційного забезпечення викладаються у наступних документах:

опис інформаційного забезпечення системи;

- опис організації інформаційної бази;
- опис системи класифікації і кодування;
- креслення форми документа;
- креслення форми відеограми (відеокадру);
- опис масиву інформації;
- перелік вхідних сигналів і даних;
- перелік вихідних сигналів і документів;
- опис технологічного процесу обробки даних.

У межах дипломного проекту доцільним є введення у пояснювальну записку таких підрозділів:

- а) принципи організації інформаційного забезпечення;
- б) організація збирання, обробки і передачі інформації;
- в) переліки вхідних і вихідних сигналів;
- г) описи форм відеокادрів і документів.

3.2.6.1 Принципи організації інформаційного забезпечення

Описуючи склад інформаційного забезпечення, в першу чергу слід розглянути види інформації, яка застосовується в системі:

- а) вхідні сигнали;
- б) вхідні документи;
- в) нормативно-довідкова інформація;
- г) планово-економічна інформація (наприклад, змінне, добове або місячне завдання);
- д) оперативно-виробнича інформація (забезпеченість сировиною, стан обладнання, наявність та стан резервного устаткування);
- е) вихідні сигнали;
- є) вихідні оперативні документи (протоколи ведення технологічного процесу, результати лабораторних аналізів, системні протоколи);
- ж) звітні документи (змінні та добові рапорти, звіти про використання матеріальних та енергетичних ресурсів).

Для кожного виду інформації треба вказати її цільове призначення.

Іноді у інформаційне забезпечення включають системи класифікації та кодування інформації [19].

Опис структури інформаційного забезпечення може бути ілюстрований схемою інформаційних потоків системи, яка зображує зв'язки між джерелами і споживачами інформації, шляхи передачі інформації і характеристики інформаційних потоків. Приклади побудови таких схем наведені в [19].

Опис організації інформаційного забезпечення має містити відомості про організацію баз даних, вибір системи керування базами даних, стандартних та спеціалізованих інтерфейсів передачі інформації, протоколів обміну даними.

Структура баз даних планується відповідно до особливостей технологічного процесу та системи керування. Найбільш вживаними системами керування базами даних є Oracle, SQL (у випадку застосування для передачі інформації засобів Інтернет або Інтранет – система MySQL). Для обміну даними з інтелектуальними давачами використовується протокол HART, обмін зі звичайними давачами ведеться безпротокольними фізичними сигналами, обмін між цифровими пристроями – цифровими вимірювачами, контролерами і комп'ютерами – протоколами CAN, Profibus, LONTalk. Інформацію про протоколи можна знайти в [25].

Вибираючи носії інформації, треба керуватись наступними міркуваннями.

При виборі аналогових сигналів перевагу слід віддавати струмовим уніфікованим сигналам 4-20 мА. Ненульовий струм для нульової точки дозволяє виявити факт розриву вимірювального кола. Струмові сигнали 0-5 мА не забезпечують необхідної точності та чутливості на початку діапазону.

Як дискретні частіше за все використовуються сигнали типу „сухий контакт”, постійної напруги 12, 24 або 48 В, змінної напруги 220 або 380 В.

Для передачі цифрової інформації використовують промислові інтерфейси Ethernet, LONWork, Foundation Fieldbus, HART-протокол.

Найпростішим методом контролю вірогідності цифрової інформації є контроль парності. Цей апаратний метод застосовується практично в кожному цифровому пристрої.

Для зменшення помилок цифрових вимірювальних перетворювачів застосовують спеціальне кодування: код Грея, код Хеммінга та інші способи завадостійкого кодування [26].

Для контролю вірогідності аналогових сигналів застосовують методи допускового контролю параметра або швидкості його зміни. Використовуються також алгоритми виявлення випадкових помилкових результатів вимірювання технологічних параметрів та корекції систематичних похибок статистичними методами. Методи корекції похибок вимірювання докладно розглянуті в [32].

Руйнування інформації частіше за все відбувається у випадку порушень енергопостачання або внаслідок недосконалості магнітних носіїв. Найбільш важливу інформацію треба зберігати в базах даних на виділених серверах, застосовуючи метод одночасного записування на два магнітні диски. На рівні контролерів дані треба зберігати в енергонезалежній оперативній пам'яті. На рівні промислових комп'ютерів використовують блоки безперебійного живлення, які підтримують комп'ютер у робочому стані деякий час після відмови мережі живлення. За цей час можна за допомогою спеціального програмного забезпечення вивантажити вміст оперативної пам'яті комп'ютера на магнітний диск.

З метою запобігання несанкціонованого доступу до інформації використовують системи паролів. Для захисту конфіденційної інформації застосовують шифрування інформації, використання цифрових підписів.

Інформаційну сумісність з іншими системами необхідно забезпечувати на апаратному, протокольному та системному рівнях.

Сумісність на апаратному і протокольному рівнях забезпечується застосуванням стандартних інтерфейсів та використанням шлюзів зв'язку між різними інтерфейсами. Для сумісності на найвищому (системному) рівні необхідне використання стандартів типу GPIB та розробка спеціального програмного забезпечення.

Цілям інформаційної сумісності служать також уніфіковані системи класифікації та кодування інформації.

3.2.6.2 Організація збирання, обробки і передачі інформації

Цей підрозділ деталізує опис інформаційного забезпечення. Тут можна навести:

- а) переліки джерел, носіїв та отримувачів інформації;
- б) оцінку об'ємів інформації;
- в) опис технології збирання, зберігання, обробки та передачі інформації.

Для кожного виду інформації (див. п. 3.2.6.1) може бути своя технологія збирання інформації.

Для збирання технологічної інформації можливе періодичне опитування сигналів давачів або прийом інформації за ініціативою активного давача. Дані лабораторних аналізів можуть вводиться оператором вручну або отримуватись від лабораторного комп'ютера через локальну мережу, модемний зв'язок чи Інтернет.

Планово-економічна інформація може надходити від АСУ вищого рівня або вводиться з клавіатури.

Нормативно-довідкова інформація може вводиться за запитом системи вручну, вибиратись з бази даних автоматично або постійно зберігатись у файлах магнітних носіїв або в оперативному запам'ятовуючому пристрої.

Зберігають інформацію в оперативній пам'яті, на магнітних дисках або в стримерах, у флеш-пам'яті. Найвищою формою організації зберігання інформації є бази даних. Використання систем керування базами даних дозволяє систематизувати інформацію, забезпечує краще управління даними і більш просте звернення до них.

Введена в систему керування інформація підлягає первинній обробці, яка передбачає:

- а) фільтрацію сигналу вимірювальної інформації від випадкової завади;
- б) відновлення значень вимірюваної величини за сигналом вимірювальної інформації;
- в) корекція значень вимірюваної величини з урахуванням відхилень умов вимірювання від нормальних;
- г) екстраполяція та інтерполяція значень вимірюваної величини.

Необхідно вибрати методи первинної обробки інформації. Приклади можна знайти в [7,28].

3.2.6.3 Переліки вхідних і вихідних сигналів

Переліки сигналів рекомендується давати у табличній формі. Приклади форм таблиць вхідних і вихідних сигналів наведені у Додатку Б.

3.2.6.4 Опис форм відеокадрів і документів

Відеокадри і документи являють собою інтерфейс оператора. Вони повинні нести всю інформацію, необхідну для оперативного керування технологічним процесом та подальшого аналізу його перебігу.

У дипломному проекті бажано надати описи кількох найбільш показних відеокадрів і документів.

В АСКТП можуть передбачатися відеокадри таких типів:

- а) мнемосхема технологічного процесу (чи його частини);
- б) відеокадр „Дистанційне керування виконавчими пристроями”;
- в) відеокадр „Регулятори” (завдання регуляторам, значення керуючих сигналів, положення виконавчих пристроїв);
- г) графіки зміни значень технологічних величин, можливо з прогнозом на найближчий час;
- д) відеокадр діагностики технологічного устаткування та засобів автоматизації;
- е) таблиці технологічних та планово-економічних показників.

На мнемосхемі передбачається відображення поточних значень технологічних величин з виділенням кольором або блиманням відхилень значень величин від норми. Відображаються також зміни стану устаткування. При цьому формуються відповідні текстові повідомлення. Для контролю відпрацювання керуючих сигналів показуються положення регулюючих органів, наприклад, у відсотках їх ходу. У випадку аварійних ситуацій передбачається формування аварійних текстових повідомлень.

При проектуванні форм документів слід передбачати як періодичне виведення поточної технологічної інформації, так і друк змінних і добових рапортів. Креслення форми документа має містити таблицю з характеристиками документа, наприклад:

- а) призначення документа;
- б) періодичність друку;
- в) термін подання;
- г) найменування підрозділів чи посадових осіб, яким направляється документ.

Виклик форм виконується за допомогою системи вкладених меню. Меню повинно забезпечувати:

- опис системи;
- опис контролера;
- опис системи відображення;
- опис аналогових сигналів;
- опис дискретних сигналів;
- опис протоколювання та друку;
- опис мнемосхем та відеограм;
- опис підсистем сповіщення та сигналізації.

Приклад креслення форми документа наведений у [19].

3.2.7 Технічне забезпечення АСКТП

Технічне забезпечення АСКТП – це сукупність технічних та комунікаційних засобів, що використовуються під час функціонування автоматизованої системи.

До складу КТЗ входять засоби одержання інформації, засоби формування та передачі сигналів у системі, засоби для реалізації функцій локальних систем автоматизації, засоби подання інформації оперативному персоналу, виконавчим пристроям і керуючий обчислювальний комплекс (КОК).

3.2.7.1 Вибір КТЗ

Вибір технічних засобів здійснюється за довідниками [16,17,18,19,25] та каталогами з урахуванням призначення, особливостей експлуатації апаратури контролю та керування в умовах конкретного виробництва, умов вибухопожежобезпечності, засобів узгодження окремих пристроїв та підсистем, вартості апаратури, вимог до швидкодії, точності та надійності. При виборі технічних засобів для побудови АСКТП перевагу треба віддавати уніфікованій стандартній електричній апаратурі.

3.2.7.1.1 Методи та засоби вимірювання

При виборі засобів одержання інформації про стан об'єкта (датчиків технологічних величин) необхідно враховувати ряд факторів метрологічного та режимного характеру, найбільш істотні із яких такі:

- допустима для АСКТП похибка, яка визначає клас точності датчика;
- інерційність датчика, яка характеризується його сталою часу;
- границі вимірювання з гарантованою точністю;
- вплив фізичних величин контрольованого та навколишнього середовища (температури, тиску, густини, вологості) на нормальну роботу датчика;
- руйнуючий вплив на датчик контрольованого та навколишнього середовища внаслідок його абразивних властивостей, хімічної дії і т.п.;
- наявність у місці установки датчика недозволених для його нормального функціонування вібрацій, магнітних та електричних полів, радіоактивних випромінювань та інші;
- можливість застосування датчика з точки зору вимог пожежо- та вибухобезпечності;
- відстань, на яку може бути передана інформація датчиком;
- граничні значення вимірюваної величини та інших параметрів середовища.

Датчики вибирають, як правило, за двома етапами. На першому етапі обґрунтовано вибирають метод вимірювання, тобто різновид датчика (наприклад, при вимірюванні температури – манометричний термометр, термометр опору або термопару). На другому етапі визначається типорозмір вибраного датчика (наприклад, термометр опору мідний, НСХ-50М, тип ТСМУ-0289, вибухозахищене виконання, діапазон вимірювання $0\div 50^{\circ}\text{C}$, основна похибка 1%, робочий тиск 25 МПа, матеріал захисної арматури – ст. 12Х18Н10Т, довжина монтажної частини 320 мм).

Для спрощення побудови та забезпечення високоефективної роботи АСКТП при виборі засобів отримання інформації треба приділяти увагу сучасним удосконаленим датчикам, які мають не тільки аналоговий вихідний сигнал 4-20 мА, а і цифровий вихід, інтелектуальним датчикам з вбудованим мікропроцесором, з поширеними функціональними можливостями [25].

Враховуючи вибухо- та пожежебезпечність технологічних процесів у хімічній, нафтохімічній та інших галузях, треба обґрунтовано, в залежності від виду (класу) вибухонебезпечних зон розміщення обладнання, вибирати вид та рівень вибухозахисту датчиків [29,30]. Найбільш поширеними видами вибухозахисту є вибухонепроникна оболонка та іскробезпечне електричне коло. Докладна інформація про галузь і умови застосування датчиків та інших технічних засобів наводиться в інструкціях заводів-виробників.

3.2.7.1.2 Локальні засоби автоматизації

Вибір локальних засобів автоматизації: проміжних (вхідних та вихідних) перетворювачів сигналів, засобів виведення інформації та керування (засобів сигналізації, контролю, друку, засобів для діалогу оператора з обчислювальною технікою), вторинних приладів, автоматичних регуляторів та виконавчих пристроїв,

здійснюється з урахуванням умов експлуатації, їх призначення та вимог до точності та надійності за літературними джерелами [16,18,25].

3.2.7.1.3 Засоби обчислювальної техніки

Для виконання функцій нижнього та верхнього рівня в АСКТП застосовуються засоби обчислювальної техніки: контролери, робочі станції та промислові комп'ютери.

Контролери виконують функції нижнього рівня АСКТП. Програмовані логічні контролери (ПЛК) використовуються як командоапарати для організації логічного керування технологічним процесом та обладнанням. Універсальні контролери виконують також функцію регулювання технологічних величин.

При виборі контролерів слід віддавати перевагу таким, які дозволяють обійтись без додаткових приладів – нормуючих перетворювачів, блоків вилучення кореня тощо. У випадку великої кількості вхідних та вихідних сигналів треба оцінювати довжину циклу опитування та обробки інформації. Можливо краще замінити один складний контролер кількома простими.

Для зв'язку контролерів з оператором використовують кнопкові панелі, текстові дисплеї, панелі оператора, сенсорні панелі.

Кнопкові панелі з програмним визначенням функціонального призначення кнопок та індикаторів призначені для побудови простих пультів керування з обмеженою кількістю органів ручного керування і світлової сигналізації.

Текстові дисплеї призначені для відображення оперативних повідомлень на великому екрані, що дозволяє читати повідомлення з великої відстані.

Панелі оператора призначені для керування об'єктом і моніторингу системи керування на нижніх рівнях. Вони містять функціональну клавіатуру і рідкокристалічний дисплей.

Сенсорні панелі мають екран, чутливий до дотику пальця оператора, що дозволяє обійтись без клавіатури.

Для більш складних задач візуалізації – побудови мнемосхем, графіків, таблиць – використовують робочі станції. Це функціонально закінчена система, що включає монітор, системний блок комп'ютера і повнофункціональну захищену клавіатуру, які конструктивно об'єднані в компактний блок, призначений для експлуатації у несприятливих умовах. Робоча станція може також бути оснащена сенсорним екраном.

Для реалізації автоматизованих функцій верхнього рівня, що вимагають значного об'єму обчислень, наприклад, функцій оптимального керування, застосовують промислові комп'ютери. Вони відрізняються від звичайних персональних комп'ютерів пиловологозахищеним корпусом, розрахованим на монтаж у стандартний стояк (19 дюймів) або на панель шафи чи пульта. Як переносні польові засоби збирання, обробки та перегляду інформації в промислових умовах використовуються планшетні промислові комп'ютери.

Комунікаційна технологія побудови єдиної інформаційної мережі, що об'єднує інтелектуальні прилади, контролери, робочі станції та промислові комп'ютери, визначається терміном «fieldbus» (польова шина або промислова мережа).

До найбільш відомих промислових мереж належать: CAN, LON, PROFIBUS, Interbus-S, FIP, FF, DeviseNET, SDS, ASI, HART і деякі інші. Кожна з перелічених систем має свої особливості і галузі застосування.

У даному підрозділі пояснювальної записки необхідно навести обґрунтований вибір типів та кількостей засобів обчислювальної техніки, модулів вводу та виводу, периферійних пристроїв КОК та типу промислової мережі. Вибір здійснюється за довідковою літературою [18,25] з урахуванням призначення, тобто функцій, які реалізуються; кількості та характеру інформаційних та керуючих сигналів; вимог до швидкодії, точності, надійності; можливостей, вартості та інших характеристик техніки, що обирається.

3.2.7.2 Приклади схем введення інформації в МПК

При виборі датчиків і вимірювальних перетворювачів необхідно враховувати наступні особливості:

1. Якнайширше використовувати принцип уніфікації. По можливості вихідні сигнали всіх або більшості вибраних датчиків повинні підтримуватися МПК, без необхідності використання проміжних перетворювачів сигналів. Відсутність проміжних перетворювачів у вимірювальному ланцюзі спрощує схему і підвищує її надійність.

2. Використовувати цифрові канали передачі даних. Якщо вибраний датчик здатний видавати і аналоговий і цифровий сигнали, перевагу слід віддавати цифровому сигналу, який має меншу похибку і більш завадостійкому.

3. Використовувати поширені цифрові інтерфейси. Якщо вибраний датчик здатний видавати сигнал за допомогою декількох цифрових інтерфейсів слід вибрати той з них, який є базовим (що не вимагає використання додаткових перетворювачів) для вибраного МПК.

4. Цифрові і інтелектуальні датчики, що видають інформацію за допомогою цифрового інтерфейсу HART, здатні видавати інформацію і за допомогою аналогових уніфікованих сигналів 4-20 мА. Це обумовлено особливостями реалізації HART інтерфейсу.

Для прикладу розглянемо способи підключення до поширених моделей МПК наступних датчиків:

1. Датчик температури ТСМУ Метран-274 з уніфікованим аналоговим вихідним сигналом 4-20 мА.
2. Інтелектуальний датчик тиску МЕТРАН-100 МП4 з цифровим вихідним сигналом інтерфейсу RS485.
3. Інтелектуальний витратомір Метран-350 з вихідним сигналом на базі цифрового протоколу HART.

Підключення вимірювальних перетворювачів до МПК ISP-DAS 7188

За функціональними можливостями і особливостями підключення даний МПК близький до наступних моделей контролерів:

- Lagoon 7000/8000 (Завод «Електроприлад», Росія);
- ADAM 4000/5000 (компанія «Advantech», США);

– МИК 51(компанія «Мікрол», Україна);

Для МПК ISP-DAS 7188 «Lagoon 7000» базовим є цифровий послідовний інтерфейс RS-485. Даний контролер також може сприймати і уніфіковані аналогові сигнали 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА і 0-10 В за допомогою модулів введення-виводу (ПЗО) серії I-7000. Тайванська компанія ISP-DAS для контролерів серії I-7000 виробляє широкий асортимент різноманітних модулів ПЗО (більше 250 типів), що дозволяє забезпечити комутацію даного контролера з великою кількістю всіляких вимірювальних перетворювачів і виконавчих пристроїв.

Для перетворення уніфікованих аналогових сигналів в цифровий сигнал послідовного інтерфейсу RS-485 призначені модулі аналогового введення I-7011 (1 канал), I-1018 (8 каналів), а також їх різні модифікації.

На жаль, модуль ПЗО для перетворення сигналу цифрового інтерфейсу HART відсутній в асортименті компанії ISP-DAS, тому необхідно використовувати перетворювач інтерфейсів стороннього виробника, наприклад HART-мультиплексор МЕТРАН-670 російського концерну Метран.

Структурні схеми вимірювальних каналів при підключенні різних технічних засобів до МПК ISP-DAS 7188 представлені на рис. 3.1.

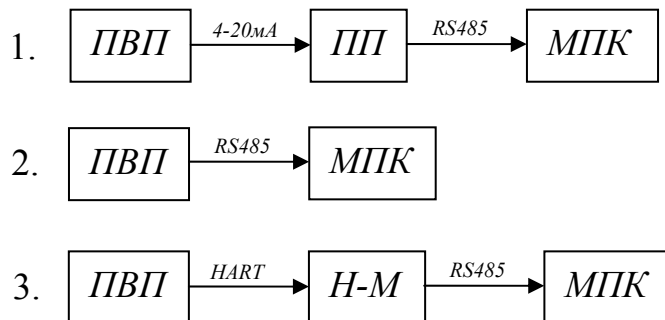


Рисунок 3.1 – Структурні схеми вимірювальних каналів при підключенні різних технічних засобів до МПК ISP-DAS 7188:

ПВП – первинні вимірювальні перетворювачі (1. ТСМУ Метран-274; 2- Метран-100 МП4; 3- Метран-350); ПП – проміжний перетворювач, модуль ПЗО серії I-7000, одноканальний модуль аналогового введення I-7011; H-M – проміжний перетворювач, HART-мультиплексор Метран-670, перетворить інформаційний сигнал HART в цифровий сигнал інтерфейсу RS-485; МПК – ISP-DAS 7188

Очевидно, що при використанні в якості основного керуючого елемента АСК, що розробляється, МПК ISP-DAS 7188 «Lagoon 7000», оптимально застосовувати датчики з вихідним сигналом цифрового інтерфейсу RS-485.

Підключення вимірювальних перетворювачів до МПК Simatic S7-400

Для МПК німецького концерну Siemens, Simatic S7-300 і S7-400 базовим є цифровий послідовний інтерфейс PROFIBUS DP. Не дивлячись на те, що фізичний рівень реалізації даного інтерфейсу близький до RS-485, використовуваний на каналному рівні протокол обміну має істотні відмінності від RS-485. Тому для організації обміну з пристроями не підтримуючими PROFIBUS необхідно використовувати відповідні модулі введення-виводу (ПЗО), які випускаються фірмою Siemens в широкому асортименті.

Розглянемо способи підключення вимірювальних перетворювачів до МПК старшої моделі Simatic S7-400.

Для введення аналогових уніфікованих сигналів фірма Siemens випускає сумісні з S7-400 8-и 16-и каналні модулі аналогового введення SM-431.

Для перетворення сигналів цифрових інтерфейсів RS-422/485 в сигнал послідовної шини PROFIBUS DP необхідно укомплектувати контролер комунікаційним процесором CP 441 зі встановленим інтерфейсним субмодулем марки X.27.

Для підключення датчиків з HART виходом необхідно спільно з контролером S7-400 використовувати станцію розподіленого уводу-виводу Simatic ET 200M. Дана станція є окремим пристроєм, комутованим з S7-400 за допомогою шини PROFIBUS, і використовує як модулі розширення сигнальні та функціональні модулі програмованого контролера SIMATIC S7-300. Для забезпечення HART обміну станція повинна бути укомплектована HART-модулем введення аналогових сигналів Ex-виконання. Слід пам'ятати, що Simatic ET 200M спочатку розроблялася для розширення можливостей МПК серії Simatic S7-300 і, хоча вона може працювати в комплекті з МПК S7-400, це не завжди є оптимальним.

Використання станції Simatic ET 200M виправдане у разі браку посадочних місць під модулі введення-виводу на основній платі контролера S7-400. Додаткові посадочні місця станції ET 200M у такому разі задіюються для розширення можливостей системи. Використання ж станції ET 200M тільки для підключення невеликої кількості датчиків з HART виходом економічно не вигідно.

Структурні схеми вимірювальних каналів при підключенні різних технічних засобів до МПК Simatic S7-400 представлені на рис. 3.2.

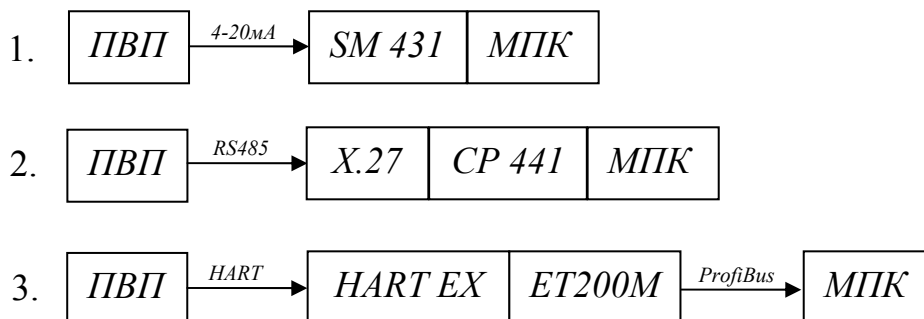


Рисунок 3.2 – Структурні схеми вимірювальних каналів при підключенні різних технічних засобів до МПК Simatic S7-400:

ПВП – первинні вимірювальні перетворювачі (1. ТСМУ Метран-274; 2- Метран-100 МП4; 3- Метран-350); SM 431 – модуль аналогового введення Simatic SM431, 8 каналів; CP 441 – комунікаційний процесор Simatic CP 441; X.27 – інтерфейсний субмодуль; HARTEX–HART модуль введення аналогових сигналів; ET200M – станція розподіленого уводу-виводу Simatic ET 200M; МПК – Simatic S7-400

Очевидно, що при використанні в якості основного керуючого елемента АСК, що розробляється, МПК Simatic S7-400 достатньо ефективно буде застосування датчиків з аналоговими уніфікованими вихідними сигналами, а так само датчиків з цифровим виходом послідовного інтерфейсу RS-485. У разі ж використання датчиків з HART виходом, необхідно в комплекті з МПК додатково придбавати

станцію розподіленого уводу-виводу Simatic ET 200M в комплекті з модулем HART EX.

Підключення вимірювальних перетворювачів до МПК Реміконт Р-130

Малоканальний МПК Реміконт Р-130 виробляється російським ТОВ ЧП «Зеім», м. Чебоксари і до цих пір використовується на багатьох вітчизняних і зарубіжних підприємствах. Найближчими аналогами є МПК Реміконт Р-120/122, Ломіконт Л-122, ЛОМІКОНТ-ТМ.

Даний МПК комплектується модулями ПЗО на заводі виробнику, відповідно до коду замовленої модифікації контролера. Надалі, заміна модулів ПЗО в процесі експлуатації неможлива без звернення в спеціалізований сервісний центр. Приклади найбільш затребуваних модифікацій МПК Реміконт Р-130 представлені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Модифікації МПК Реміконт Р-130

№ модифікації	Кількість входів-виходів			
	Анал. вхід	Анал. вихід	Дискр. вхід	Дискр. вихід
10	8	8	-	-
11	16	4	-	-
14	8	2	4	12
17	8	2	16	-
25	8	-	8	12
27	8	-	16	4
33	-	-	-	32
53	-	-	8	24
77	-	-	32	-

Залежно від модифікації даний МПК може мати до 16 аналогових і 32 дискретних входів, за допомогою яких сприймає стандартні уніфіковані аналогові та дискретні сигнали. Підтримка цифрових протоколів для обміну даними з вимірювальними перетворювачами у даного МПК відсутня.

Підключення датчиків з аналоговим уніфікованим сигналом (ТСМУ Метран-274) до МПК Реміконт Р-130 здійснюється за схемою представленою на рис. 3.3

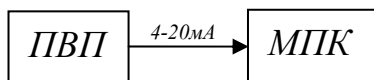


Рисунок 3.3 – Структурна схема вимірювального каналу для підключення ТСМУ Метран-274 до МПК Реміконт Р-130

За аналогічною схемою можливе підключення інтелектуального витратоміру Метран-350 шляхом використання аналогового виходу датчика. Проте при цьому буде недоступна більшість «інтелектуальних» функцій вимірювального перетворювача.

Підключити до даного МПК датчик з цифровими вихідним сигналом інтерфейсу RS-485 скрутно і найбільш розумно буде змінити код виконання датчика, з МП4/5 (вихід RS-485) на МП/МП1 (аналоговий вихід 4-20 мА) .

Принципи підключення МПК до керуючих ЕОМ верхнього рівня

В даний час більшість ЕОМ мають наступні інтерфейси, що дозволяють здійснювати обмін даними з керуючими пристроями нижнього рівня.

1. Послідовний інтерфейс RS232

- а) максимальна швидкість передачі 115,2 Кбіт/с;
- б) максимальна довжина лінії зв'язку до 15 метрів;
- в) кількість комутованих пристроїв 2;

2. Інтерфейс Ethernet (Industrial Ethernet)

- а) максимальна швидкість передачі 100 Мбіт/с (100BASE-T);
- б) максимальна довжина лінії зв'язку – до 100 метрів;
- в) кількість комутованих пристроїв – умовно необмежено;

Спеціалізовані промислові ЕОМ, а також одноплатні комп'ютери, призначені для використання в області промислової автоматизації, можуть мати додаткові модулі, що дозволяють здійснювати обмін даними із зовнішніми пристроями за допомогою інтерфейсів RS422/485, ProfiBus і так далі.

Для більшості сучасних МПК розробниками передбачена можливість зв'язку з ЕОМ для обміну даними в процесі роботи, а також для конфігурації МПК перед початком експлуатації. Вичерпні подробиці по використовуваному інтерфейсу і організації даного зв'язку зазвичай містяться в технічній документації МПК.

Основна задача при організації зв'язку між МПК нижнього рівня і керуючою ЕОМ верхнього рівня полягає в забезпеченні сумісності інтерфейсів обміну даними між цими пристроями. Найчастіше використовуються наступні варіанти:

1. Вибір спеціалізованої модифікації МПК, що має однотипний з ЕОМ інтерфейс обміну даними. Наприклад, МПК ISP-DAS 7188 в модифікації 7188D забезпечений інтерфейсом RS232 для зв'язку з ЕОМ, а в модифікації 7188EXD – інтерфейсом Ethernet для зв'язку з ЕОМ.
2. Комплектація МПК спеціальним інтерфейсним модулем, що дозволяє перетворити сигнали внутрішнього інтерфейсу МПК в сигнали інтерфейсу використовуваного ЕОМ. Наприклад, для зв'язку МПК Simatic S7-400 з ЕОМ за допомогою інтерфейсу Ethernet необхідно використовувати комунікаційний модуль Simatic CP443-1, а для зв'язку за допомогою послідовного інтерфейсу RS232 – комунікаційний модуль Simatic CP441 з відповідним субмодулем.
3. Використання зовнішнього приладу – перетворювача інтерфейсів. У випадку, якщо розробники МПК не передбачили наявності постійного зв'язку з ЕОМ верхнього рівня в процесі роботи, що можливо для невеликих, малоканалних пристроїв, розв'язуючих локальні задачі, організувати подібний зв'язок можливо використовуючи різні пристрої – перетворювачі сигналів базового інтерфейсу МПК в сигнали інтерфейсу підтримуваного ЕОМ. Наприклад, перетворювач інтерфейсів RS485 - RS232 типу I-7522 компанії ISP-DAS. Слід враховувати, що при подібній

організації зв'язку з високою імовірністю доведеться розробляти власне програмне забезпечення для обробки даних, що поступають з МПК.

Структурні схеми підключення різних МПК до ЕОМ представлені на рис. 3.4.

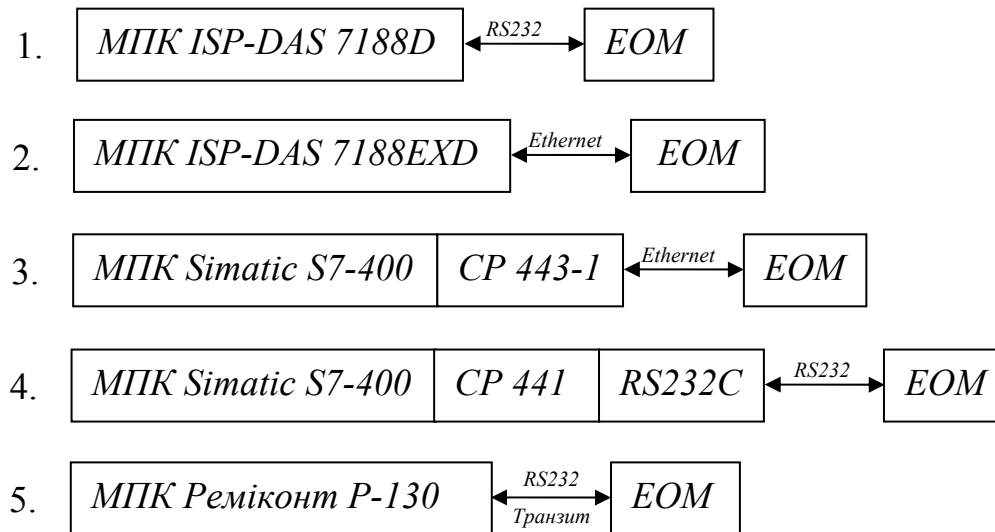


Рисунок 3.4 – Структурні схеми підключення різних МПК до ЕОМ:

1. Підключення МПК ISP-DAS 7188 до ЕОМ з використанням стандартного послідовного інтерфейсу RS232;
2. Підключення МПК ISP-DAS 7188 до ЕОМ з використанням інтерфейсу Ethernet;
3. Підключення МПК Simatic S7-400 до ЕОМ з використанням інтерфейсу Ethernet;
4. Підключення МПК Simatic S7-400 до ЕОМ з використанням стандартного послідовного інтерфейсу RS232;
5. Підключення МПК Реміконт P-130 до ЕОМ за допомогою мережі «Транзит» на базі послідовного інтерфейсу RS232;

Для збільшення максимальної довжини лінії зв'язку між МПК і ЕОМ використовуються наступні методи:

1. Для інтерфейсу Ethernet – використовувати підсилювачі сигналу з власним живленням (HUB або Switch).
2. Для інтерфейсу RS232 – використовувати подвійне перетворення сигналу RS232-RS485 $\longleftrightarrow$ RS485-RS232 на обох кінцях лінії зв'язку. Це дозволить збільшити максимальну протяжність лінії з 15м (RS232) до 1.2 км. (RS485).
3. Використовувати безпроводні подовжувачі послідовних інтерфейсів – радіо або GSM модеми.

3.2.7.3 Технічна структура АСКТП

Елементами технічної структури є основні конструктивні частини КТЗ АСКТП, які застосовуються у системі. Зв'язками у цій структурі є технічні засоби, які об'єднують основні конструктивні частини у спільно функціонуючий комплекс (електричні проводи, кабелі, пневмолінії і т.п.). Повна технічна структура АСКТП повинна відображати весь комплекс технічних засобів, тобто усю сукупність засобів одержання, передачі, перетворення та використання інформації, які необхідні для функціонування системи.

Серед технічних структур АСКТП здобули поширення централізовані, централізовані супервізорні та розподілені (децентралізовані) структури. Треба зазначити, що локальні підсистеми розподілених АСКТП (АСКТП окремих агрегатів виробництва), як правило, являють собою одну із централізованих структур.

Для побудови ієрархічних систем високої живучості застосовуються багатомашинні та багатопроцесорні КОК.

У цьому підрозділі пояснювальної записки обґрунтовується вибір технічної структури АСКТП; дається характеристика вибраної структури з зазначенням технічних засобів, які використовуються на кожному рівні системи, їх розміщення.

Значну частину схеми структурної КТЗ становлять засоби обчислювального комплексу, які можуть створювати свою ієрархічну структуру. Як правило, нижній рівень її складають програмовані контролери зі своєю периферією, які з'єднуються між собою та засобами верхніх рівнів через польову шину. На другому рівні розміщуються автоматизовані робочі місця персоналу, АСКТП на базі робочих станцій та (або) панельних промислових комп'ютерів. Коли передбачаються функції оптимізації та адаптації, що потребують значних об'ємів обчислень, то при необхідності може бути введений третій рівень КОК на базі промислових комп'ютерів. Якщо зовнішні умови дозволяють, тут можна використовувати більш дешеві персональні комп'ютери.

На другому і третьому рівнях КОК показують відповідні засоби інтерфейсного зв'язку. Приклади структурних схем КТЗ наведені у [25].

У цьому підрозділі відповідно до завдання на дипломний проект можуть бути подані розрахунки, пов'язані з вибором технічних засобів автоматизації (наприклад, розрахунок звужуючого пристрою витратоміра, вибір та розрахунок виконавчого пристрою, або регулюючого органу та інші).

3.2.7.4 Опис функціонування КТЗ

Опис функціонування вибраних технічних засобів автоматизації виконується за розробленою схемою автоматизації.

Схема автоматизації є проектним документом, який відображує суть усіх основних рішень з керування автоматизованим технологічним процесом. Тут повинні бути подані основи технологічного процесу: технологічні апарати та зв'язки між ними, вимірювані та регульовані величини технологічного процесу і засоби організації керуючих дій.

При описі схеми автоматизації потрібно розкрити всі основні рішення з автоматичного контролю та керування технологічним процесом, показати як і за допомогою яких технічних засобів реалізуються окремі функції і функціональні задачі системи, приділяючи особливу увагу найбільш складним та цікавим контурам керування з точки зору організації взаємозв'язків у процесі. При описі таких контурів необхідно показати послідовність перетворення інформації у ньому, починаючи від датчиків і закінчуючи виконавчими пристроями, відобразити призначення всіх технічних засобів, які входять до контуру. Всім технічним засобам указувати позицію відповідно до специфікації обладнання.

3.2.7.5 Проектування системи електроживлення

Проектування системи електроживлення повинне виконуватися відповідно до керівних матеріалів "Проектмонтажавтоматики" РМ4-4-85. При описі розробленої системи електроживлення необхідно надати матеріал у такій послідовності:

- призначення системи електроживлення;
- вибір напруги та джерела живлення;
- вибір живлячої та розподільної мережі;
- вибір кількості незалежних вводів, АВР;
- вибір конфігурації розподільної мережі;
- опис принципової схеми розподільної мережі системи електроживлення;
- призначення та розміщення вибраних апаратів керування і захисту;
- технічна характеристика електроприймачів, згрупованих за позиціями розподільної мережі, у табличному вигляді;
- розрахунок потужності окремих груп електроприймачів і загальної потужності джерела живлення;
- визначення розрахункових струмів окремих ліній;
- вибір апаратів керування;
- вибір апаратів захисту;
- вибір перетинів проводів.

3.2.7.6 Проектування системи пневможивлення

При проектуванні систем пневможивлення розв'язуються такі задачі: вибирається джерело живлення стисненим повітрям; визначається витрата повітря для живлення пневмоприймачів; вибирається схема пневможивлення; здійснюється розрахунок і вибір діаметрів групових розподільних колекторів та індивідуальних трубопроводів; вибирається необхідна апаратура і трубопровідна арматура.

3.2.7.7 Проектування систем сигналізації, захисту і блокування

- обґрунтування і вибір попереджувальної й аварійної сигналізації;
- розробка й опис структурних схем блокування і захисту;
- розробка й опис принципових логічних схем захисту;
- розробка й опис принципових схем сигналізації, блокування і захисту;
- вибір апаратури сигналізації, блокування і захисту.

3.2.7.8 Розробка проектної документації на щити, пульти

Проектною документацією на щити та пульти є:

- замовна специфікація на щити та пульти;
- загальний вигляд щита та пульта.

В дипломному проекті виконується креслення загального вигляду одиничного щита (пульта), яке містить: перелік складових частин; вигляд спереду; вигляд на внутрішні площини; технічні вимоги; таблицю надписів.

У пояснювальній записці наводиться аргументований опис розміщення приладів на щиті (пульті).

3.2.7.9 Розробка та опис схеми зовнішніх електричних і трубних проводок

У цьому підрозділі наводиться спочатку обґрунтований вибір виду електропроводки і способу її виконання, з урахуванням характеристики навколишнього середовища і ступеня вогнестійкості будинку, споруд та окремих конструкцій, по яких прокладаються електропроводки.

Вибір способу виконання електропроводок рекомендується вести у наступній послідовності:

а) залежно від умов навколишнього середовища вибираються допустимі марки проводів або кабелів і спосіб їх прокладки;

б) із можливих способів відбираються ті, перевага яких визначається вимогами технологічного процесу, зручності експлуатації і технічної естетики;

в) з відібраних способів вибирається найменш трудомісткий та економічно доцільний.

Потім наводиться вибір проводів і кабелів. Перетини проводів та жил кабелів ланцюжків керування, сигналізації і вимірювання вибираються з огляду на припустимі струмові навантаження, втрати напруги і механічну міцність та спосіб прокладки. При виборі необхідно враховувати, щоб ізоляція, захисні оболонки і зовнішні покриття проводів та кабелів відповідали умовам навантаження середовища і прийнятому способу виконання електропроводки.

Вибір сортаменту і матеріалу труб та пневмокабелів для імпульсних, командних і живлячих ліній зв'язку здійснюється залежно від їх довжини, характеристики середовища та їх параметрів (тиску, температури).

Наприкінці підрозділу треба дати опис графічного документа – схеми зовнішніх електричних і трубних проводок.

3.2.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Розділ являє собою окрему частину дипломного проекту або роботи і складається з описової частини та індивідуального завдання.

Студенти спеціальності 7.05020201 виконують розділ згідно методичних вказівок №1939, розроблених кафедрою біотехнології та безпеки життєдіяльності.

3.2.9 Економічна частина

Економічна частина проекту виконується у відповідності з методичними вказівками кафедри економіки промисловості і організації виробництва.

Завдання цієї частини дипломного проекту надає консультант з економічної частини.

Розрахунок економічної ефективності систем автоматизації проводиться для обґрунтування створення цих систем на конкретному об'єкті і здійснюється шляхом співставлення капітальних і експлуатаційних витрат з економією, яка отримується внаслідок їх створення і впровадження.

В окремих випадках за вказівками консультанта з економічної частини виконуються розрахунки не економічної ефективності систем автоматизації, а собівартості створення проекту систем автоматизації.

3.2.10 Висновок

У висновку у стислій формі дається загальна характеристика функціональної та технічної структури розробленої АСКТП, виділяються нові та оригінальні технічні рішення проекту, за рахунок яких досягається економічний та соціальний ефект, зазначаються джерела економічної ефективності та основні техніко-економічні показники від впровадження розробленої АСКТП.

4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНИХ І ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ

4.1 Вимоги до оформлення графічних документів

Вимоги до оформлення конкретних графічних документів надані у відповідних нормативних документах (див. табл. 2.2) і в літературі [1–4]. Деякі загальні вимоги до оформлення графічних проектних документів подані нижче.

Основні вимоги до креслень наведені у [Н21]. Основний надпис і додаткові графи до нього виконують згідно з [Н3]. Товщину ліній на схемі вибирають у відповідності з [Н24]. Розміри цифр і букв для надписів вибирають у відповідності з [Н25]. Формати креслень вибирають у відповідності з [Н22]. Масштаби вибирають згідно з [Н23]. Нанесення розмірів і допустимих відхилень – [Н28]. Правила нанесення на кресленнях надписів, технічних вимог і таблиць – [Н29].

Пояснювальний текст на кресленнях, згідно [Н29], розташовують над основним надписом. Між текстовими та основними надписами не допускається вміщувати зображення, таблиці і т.п., пункти пояснювального тексту повинні мати наскрізну нумерацію. Кожен пункт записується з абзацного відступу. Заголовок "примітка" не пишуть. У тексті напису не допускається скорочення слів, за винятком встановлених у [Н29] і доповнених у [Н3].

Якщо є необхідність дати таблицю умовних позначень або перелік елементів, її розташовують на полі креслення над основним надписом. Таблиця заповнюється зверху вниз. При великій кількості даних продовження таблиці розташовують ліворуч від основного напису з тим же порядком заповнення, повторюючи заголовок таблиці. Для полегшення внесення змін у зміст таблиці допускається залишати декілька незавершених рядків між окремими групами елементів, а при великій кількості елементів груп – і між елементами.

Загальні вимоги до виконання схем наведені у [Н30]. Електричні схеми виконуються у відповідності з [Н31–Н42]. Схеми обов'язково повинні мати перелік елементів, форма якого надана у [Н30]. Перелік розміщують на першому аркуші креслення з основним написом.

Не допускається зображення на аркушах графічної частини:

- схем і креслень пристроїв, що серійно випускаються;
- текстів програм ЕОМ;
- друкованих плат пристроїв;
- окремих специфікацій.

Кожне креслення повинне виконуватися на окремому форматі зі своїм основним написом. Не можна поєднувати на одному кресленні декілька різних креслень зі своїми заголовками.

4.2 Вимоги до оформлення текстових документів

Оформлення текстових документів повинно виконуватися згідно з методичними вказівками [27,33,34]. Специфікація на засоби автоматизації виконується у відповідності з [Н6].

4.3 Порядок нумерації текстових та графічних документів

Відповідно до діючих стандартів пропонується така нумерація текстових і графічних матеріалів.

Структурна схема наведена нижче.

1	2	3	.	4	5	.	6	7	8	.	9	10	.	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	----	----

У графах записується:

1,2,3 – символ кафедри і рік випуску;

4,5 – номер проекту за списком групи;

6,7,8 – позначення марки основного комплекту креслень АС (дивись табл. 2.3);

9,10 – номер графічного документа;

11,12 – місце для буквеної індексації графічних та текстових документів (код документа у відповідності з табл. 2.2).

Текстові документи нумеруються в такий спосіб:

А 13.05.АТХ.00.ПЗ – пояснювальна записка;

А 13.05.АТХ.00.ВД – відомість проекту;

А 13.05.АТХ.00.СО – специфікація обладнання;

А 13.05.АТХ.00.ВС – відомість специфікацій;

А 13.05.АТХ.00.ВП – відомість покупних виробів.

Приклади нумерації графічних документів систем автоматизації технологічних процесів:

А13.05.АТХ.01.С1 – схема структурна комплексу технічних засобів;

А13.05.АТХ.02.С2 – схема функціональної структури;

А13.05.АТХ.03.С3 – схема автоматизації;

А13.05.АТХ.04.СБ – схема електрична принципова живлення;

А13.05.АТХ.05.СБ – схема електрична принципова сигналізації;

А13.05.АТХ.06.ВО – щит оператора. Загальний вигляд;

А13.05.АТХ.07.С4 – схема зовнішніх електричних і трубних проводок;

А13.05.АТХ.08.С5 – схема підключень зовнішніх проводок.

5 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

5.1 Процедура оформлення документів перед захистом

Для останньої перевірки дипломний проект представляється керівникові в закінченому виді, з підписами на титульному листі студента і консультантів по окремих розділах.

Після перевірки дипломного проекту керівник підписує пояснювальну записку і графічну частину і складає письмовий відгук за установленою формою.

Потім дипломний проект підписує викладач відповідальний за нормоконтроль, який перевіряє:

- відповідність теми дипломного проекту і її частин затвердженому завданню;
- правильність оформлення завдання на дипломний проект, наявність у завданні дати і номера наказу ректора про затвердження тем дипломних проектів, підписів керівника і консультантів по всіх розділах;
- відповідність обсягу пояснювальної записки і графічної частини дипломного проекту установленим нормам;
- відповідність оформлення текстових і графічних матеріалів дипломного проекту вимогам діючої нормативної документації і методичним вказівкам кафедри.

Усі зауваження відповідний за нормоконтроль записує чорнилом на полях пояснювальної записки і на кресленнях.

Після перевірки нормоконтролер пише рецензію на дипломний проект за установленою формою.

Після перевірки дипломного проекту відповідальним за нормоконтроль і рецензування завідувач кафедри переглядає пояснювальну записку і графічну частину дипломного проекту.

На підставі ознайомлення з роботою і бесіди з автором завідувач кафедрою вирішує питання про допуск студента до захисту.

Завідувач кафедри з керівниками проектів організують попередній захист, під час якого особлива увага приділяється опрацюванню форми і змісту доповіді. При цьому визначається готовність студента до захисту.

Перед захистом студент представляє секретарю ДЕК повний комплект документів ДП, який включає:

- 1) пояснювальну записку та інші текстові документи ДП, підписані автором, керівником, консультантами, нормоконтролером, рецензентом і завідувачем кафедрою;
- 2) підписані графічні матеріали;
- 3) відгук керівника;
- 4) рецензію на дипломний проект.

5.2 Зміст відгуку керівника ДП

Відгук керівника повинен мати наступну форму:

- стисла загальна оцінка дипломного проекту;
- тема проекту, тема спеціальної частини, ким вони були видані (завдання кафедри на проектування, завдання виробництва, частина науково-дослідних робіт кафедри);
- відповідність завданню повноти і об'єму виконання розділів проекту;
- систематичність роботи студента над проектом;
- ступінь самостійності роботи студента;
- об'єм та повнота використання студентом літературних джерел по темі (вітчизняних та зарубіжних), додаткові дослідження і роботи проведені студентом;
- висновок про можливість впровадження результатів ДП;
- висновок про можливість допуску проекту до захисту і присвоєння його автору відповідної кваліфікації;
- оцінка дипломного проекту.

5.3 Зміст рецензії на дипломний проект

Рецензія повинна мати наступну форму:

- актуальність теми проекту;
- відповідність виконаного проекту технічному завданню;
- всебічність розробки завдання: техніко-економічне обґрунтування, конструктивні рішення, методика досліджень, технічні розрахунки, графіки, економічна частина, використання обчислювальної техніки;
- теоретичний рівень досліджень, рівень інженерних рішень окремих розділів дипломного проекту; урахування практичних умов виробництва; використання досвіду вітчизняної і зарубіжної науки і техніки;
- оригінальність інженерних рішень та отриманих наукових результатів;
- якість графічних робіт і оформлення пояснювальної записки (у відповідності з діючими стандартами і нормативною документацією);
- загальна оцінка роботи;
- висновки про присвоєння студенту відповідної кваліфікації.

5.4 Процедура захисту

Захист дипломних проектів проводиться на відкритому засіданні ДЕК. На захисті дозволяється бути присутнім усім бажаючим.

У ДЕК до початку захисту дипломних проектів представляються наступні документи:

- довідка про виконання студентом навчального плану та оцінках, які він отримав по теоретичних дисциплінах, курсовим проектам і роботам за весь період навчання;
- пояснювальна записка і графічний матеріал із усіма необхідними підписами;
- відгук керівника і рецензію за установленними формами.

У ДЕК також можуть бути представлені інші матеріали, що характеризують наукову і практичну цінність виконаного дипломного проекту: друківані статті і тези доповідей по темі роботи, документи, що вказують на її практичне застосування.

На початку кожного захисту оголошуються дані про успішність студента за весь час навчання в університеті. Для повідомлення змісту дипломного проекту студентові відводиться до 15 хвилин, протягом яких він повинний сформулювати мету і задачі дипломного проекту, шляхи рішення поставлених задач, отримані результати, висновки. Головна увага в доповіді повинна бути приділена узагальнюючим висновкам і обґрунтуванню рекомендацій, що можуть бути використані в практиці конкретного підприємства, або при виконанні проектних робіт.

Після закінчення доповіді члени ДЕК, а також присутні, задають дипломникові питання, що відносяться до теми дипломного проекту і спеціальності, по якій здійснюється захист.

Після відповідей на питання секретар ДЕК зачитує відгук керівника і рецензію, після чого надається дипломнику заключне слово, у якому він може відповісти на зауваження керівника, нормоконтролера, рецензента і членів ДЕК.

Результати захисту дипломного проекту визначають відповідними оцінками. При визначенні оцінки роботи приймається до уваги рівень теоретичної і практичної підготовки студента.

Результати захисту дипломних проектів повідомляють у той же день після оформлення протоколів засідань ДЕК.

Студентові, що захистив дипломний проект, рішенням ДЕК привласнюється кваліфікація фахівця з зазначеної спеціальності і видається диплом устанавленого державного зразка.

5.5 Зміст доповіді на захисті дипломного проекту

Приблизна структура доповіді і бюджет часу мають бути наступними:

- тема дипломного проекту, її актуальність і вихідні дані на проектування (0,5-1хв);
- короткий аналіз існуючих рішень даної проблеми з вказівками переваг і недоліків, а також врахуванням вітчизняного і зарубіжного досвіду, обґрунтування вибраного напрямку вирішення задачі (1-1,5хв);
- спеціальна частина повинна бути висвітлена таким чином, щоб підкреслити самостійну творчість дипломника, суть виконаної роботи, новину проекту (5-6хв);
- по розділу охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях вказати міри по забезпеченню безпечної роботи на даному об'єкті (0,5-1хв);
- по економічній частині необхідно виділити вихідні дані для розрахунку і відзначити економічну ефективність розробки (0,5-1хв);
- заключення і висновки про виконану роботу, перспективи робіт по темі проекту (0,5-1хв).

ПЕРЕЛІК НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

- Н1. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. СПДБ. Умовні зображення і позначки трубопроводів та їх елементів
- Н2. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів
- Н3. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації
- Н4. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. СПДБ. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень
- Н5. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. СПДБ. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем
- Н6. ДСТУ Б А.2.4-10-95. СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів
- Н7. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах
- Н8. ДСТУ Б А.2.4-19:2008 СПДБ. Зображення умовні графічні електрообладнання та проводок на планах
- Н9. ДСТУ Б А.2.4-38:2008 СПДБ. Зображення умовні графічні у схемах. Устаткування енергетичне
- Н10. ДСТУ Б А.2.4-40:2009 СПДБ. Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Умовні графічні зображення на схемах та планах
- Н11. ДСТУ 2864-94. Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення
- Н12. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними
- Н13. ДСТУ 3582-97. Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила
- Н14. ДСТУ ІЕС/TR 60668:2005 Розміри фронтальних частин приладів вимірювання та керування в промислових процесах і вирізів у панелях для їх розташування
- Н15. ДСТУ ГОСТ ИСО 8790:2003. Системи оброблення інформації. Символи й умовні позначки для схем конфігурації обчислювальної системи
- Н16. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006. ЄСКД. Електронні документи. Загальні положення
- Н17. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. ЄСКД. Основні написи
- Н18. ГОСТ 2.102-68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
- Н19. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

- Н20. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы
- Н21. ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежам
- Н22. ГОСТ 2.301-68. ЕСКД. Форматы
- Н23. ГОСТ 2.302-68. ЕСКД. Масштабы
- Н24. ГОСТ 2.303-68. ЕСКД. Линии
- Н25. ГОСТ 2.304-81. ЕСКД. Шрифты чертежные
- Н26. ГОСТ 2.305-2008. ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения
- Н27. ГОСТ 2.306-68. ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах
- Н28. ГОСТ 2.307-68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений
- Н29. ГОСТ 2.316-2008. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
- Н30. ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
- Н31. ГОСТ 2.702-84. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем
- Н32. ГОСТ 2.708-84. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
- Н33. ГОСТ 2.709-84. ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах
- Н34. ГОСТ 2.710-84. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах
- Н35. ГОСТ 2.721-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения
- Н36. ГОСТ 2.722-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические
- Н37. ГОСТ 2.725-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие
- Н38. ГОСТ 2.727-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители
- Н39. ГОСТ 2.729-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные
- Н40. ГОСТ 2.741-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические
- Н41. ГОСТ 2.743-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники
- Н42. ГОСТ 2.747-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений
- Н43. ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Библиографическая запись. Библиографическое описание
- Н44. ГОСТ 19.301-79. ЕСПД. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению
- Н45. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения

- Н46. ГОСТ 24.301-80. СТО АСУ. Общие требования к текстовым документам
- Н47. ГОСТ 24.302-80. СТО АСУ. Общие требования к выполнению схем
- Н48. ГОСТ 34.602-89. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы
- Н49. ДБН Д.2.3-11-99 Збірка 11. Прилади, засоби автоматизації і обчислювальної техніки.
- Н50. ДБН Д.2.6-2-2000 Збірка 2. Системи автоматизації.
- Н51. РД 50-34.698—90. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
- Н52. Р 50-34.119-90. Рекомендации. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Архитектура локальных вычислительных сетей в системах промышленной автоматизации. Общие положения
- Н53. РМ4-223-89. Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению электроустановок систем автоматизации во взрывоопасных зонах.
- Н54. РМ4-224-89. Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению электроустановок систем автоматизации в пожароопасных зонах.
- Н55. РМ4-4-85. Проектирование схем электропитания систем автоматизации технологических процессов.
- Н56. РМ4-6-84. Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Часть 1. Электрические проводки.
- Н57. РМ4-6-86. Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Часть 2. Трубные проводки.
- Н58. РМ4-6-81. Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Часть 3. Основные положения и схемы соединений внешних проводок, планы расположения оборудования и проводок.
- Н59. РМ 4-107-82 Системы автоматизации. Требования к выполнению проектной документации на щиты и пульты
- Н60. РМ4-51-90. Системы автоматизации. Принципы компоновки щитов и пультов управления

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
2. Дружинин Е.А. Проектирование автоматизированных производственных систем : учеб. пособие / Е.А. Дружинин, М.А. Латкин. – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 41 с.
3. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Методическое пособие. Книга 1 / А.Л.Нестеров. — СПб : Изд-во ДЕАН, 2006. – 552 с.
4. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Методическое пособие. Книга 2 / А.Л.Нестеров. — СПб : Изд-во ДЕАН, 2006. – 944 с.
5. Липатов Л.Н. Типовые процессы химической технологии как объекты управления. – М.: Химия, 1973. – 320 с.
6. Таубман Е.И. Расчет и моделирование выпарных установок. – М.: Химия, 1970. – 216 с.
7. Автоматическое управление в химической промышленности. Учебник / Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
8. Анисимов И.В., Бодров В.И., Покровский В.Б. Математическое моделирование и оптимизация ректификационных установок. – М.: Химия, 1975. – 216 с.
9. Олейников В.А., Зотов И.С. Автоматическое регулирование процессов в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Гостопиздат, 1962. – 321 с.
10. Фрэнкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 272 с.
11. Балакирев В.С. и др. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. – М.: Энергия, 1967. – 232 с.
12. Стефани Е.П. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов. – М.: Энергия, 1972. – 375 с.
13. Ключев А.С. Двухпозиционные автоматические регуляторы и их настройка. – М.: Энергия, 1967. – 236 с.
14. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных систем регулирования. – М.: Энергия, 1973. – 440 с.
15. Лагунов А.М. Схемотехника систем автоматизации : учеб. пособие / А.М. Лагунов. – СПб: ГМТУ, 2005. – 104 с.
16. Балакирев В.С. и др. Технические средства автоматизации химических производств: Справочник. – М.: Химия, 1991. – 271 с.
17. Кузьмин С.Т., Липаевский В.Н., Смирнов П.Ф. Промышленные приборы и средства автоматизации в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Справочник. – М.: Химия, 1987. – 268 с.
18. Бабіченко А.К. та ін. Промислові засоби автоматизації. Ч.1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. А.К. Бабіченка: Навч. посібник. –Харків: НТУ «НТІ», 2001. – 470 с.

19. Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами / Под ред. Г.Л. Смилянского. – К.: Техніка, 1983. – 528 с.
20. Монтаж средств измерений и автоматизации : справочник / под ред. Л. С. Ключева. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 448 с.
21. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г.Олссон, Д.Пиани. - СПб. : Невский Диалект, 2001. - 557 с.
22. Кравцов А.Ф. Расчет автоматических систем контроля и регулирования металлургических процессов / Кравцов А.Ф., Зайцева Е.В., Чуйко Ю.Н. – Киев, Донецк: Вышш. шк., Главное изд-во, 1981. –320 с.
23. Федоров Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. Т.2 "Проектирование" / Ю.Н. Федоров. - М. : СИНТЕГ, 2006. - 632 с.
24. Федоров Ю.Н. Порядок создания, модеризации и сопровождения АСУТП – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 576 с.
25. Компьютерный справочник проектировщика АСУТП / Сост. Г.И. Манко. – Днепропетровск: УГХТУ, 2003.
26. Барабаш У.П. Основи цифрових систем / У.П. Барабаш та ін., Підручник. – Харків: Національний аерокосмічний університет, 2002. – 672 с.
27. Голеус В.У. Загальні вимоги до текстових документів. Оформлення пояснювальної записки навчальної роботи: стандарт ДВНЗ УДХТУ для студентів всіх напрямків підготовки / В.У. Голеус, Л.М. Кулакевич, І.І. Начовний та ін.: – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2009. – 29 с.
28. Азизов А.М. Информационные системы контроля параметров технологических процессов. – Я.: Химия 1983. – 328 с.
29. Жданкин В.К. Некоторые вопросы обеспечения взрывоопасности оборудования // Современные технологии автоматизации. – 1998. – №2. – с. 98 – 106.
30. Жданкин В.К. Вид взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь» // Современные технологии автоматизации. – 1999. – №2. – с. 72 – 83.
31. Мартиненко В.Є. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Автоматизація безперервних та періодичних процесів для студентів V–VI курсів спеціальностей 7.092501, 7.091302 / Укл. В.Є.Мартиненко, В.І. Пінський, Г.І. Манко. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2005. – 31 с.
32. Таланчук П.М. та ін. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах. – К.: Райдуга, 1994. – 372 с.
33. Атаманчук Л.І. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Проектування, монтаж, експлуатація” для студентів V–VI курсів спеціальностей 7.091302, 7.092501 / Укл.: Л.І.Атаманчук. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2006. – 27 с.
34. Радіна Т.М. Методичні рекомендації до структури дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр” / Укл.: Т.М. Радіна, Р.В. Смотраєв. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 22 с.
35. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-методическое пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с, 12 ил.

ДОДАТОК А

Можливий зміст пояснювальної записки

Вступ

- 1 Технічне завдання на проектування АСК ТП
 - 1.1 Загальні відомості
 - 1.1.1 Найменування системи
 - 1.1.2 Шифр теми
 - 1.2 Призначення і мета створення системи
 - 1.3 Характеристика об'єкта автоматизації
 - 1.3.1 Опис технологічного процесу як об'єкта керування
 - 1.3.1.1 Призначення процесу
 - 1.3.1.2 Фізико-хімічні основи процесу
 - 1.3.1.3 Технологічна схема
 - 1.3.1.4 Вимоги до технологічного режиму
 - 1.3.1.5 Аналіз технологічних величин
 - 1.3.2 Розміщення устаткування
 - 1.3.3 Умови експлуатації технологічного об'єкта керування
 - 1.4 Вимоги до системи
 - 1.4.1. Вимоги до системи в цілому
 - 1.4.1.1 Вимоги до структури і функціонування системи
 - 1.4.1.2 Вимоги до чисельності та кваліфікації персоналу
 - 1.4.1.3 Показники призначення
 - 1.4.1.4 Вимоги до надійності
 - 1.4.1.5 Вимоги безпеки
 - 1.4.2 Вимоги до видів забезпечення
 - 1.4.2.1 Вимоги до математичного забезпечення
 - 1.4.2.2 Вимоги до інформаційного забезпечення
 - 1.4.2.3 Вимоги до лінгвістичного забезпечення
 - 1.4.2.4 Вимоги до програмного забезпечення
 - 1.4.2.5 Вимоги до технічного забезпечення
 - 1.4.2.6 Вимоги до метрологічного забезпечення
 - 1.4.2.7 Вимоги до організаційного забезпечення
- 2 Функціональна частина проекту
 - 2.1 Опис схеми функціональної структури
 - 2.2 Характеристика комплексів задач
- 3 Математичне забезпечення АСКТП
 - 3.1 Математична модель технологічного процесу
 - 3.2 Імітаційне моделювання об'єкта
 - 3.3 Задачі та алгоритми інформаційної підсистеми
 - 3.4. Задачі та алгоритми керуючої підсистеми
- 4 Інформаційне забезпечення АСКТП
 - 4.1 Принципи організації інформаційного забезпечення
 - 4.2 Організація збирання, обробки і передачі інформації
 - 4.3 Переліки вхідних і вихідних сигналів
 - 4.4 Опис форм відеокadrів і документів

- 5 Програмне забезпечення АСКТП
- 6 Технічне забезпечення АСКТП
 - 6.1 Вибір КТЗ
 - 6.2 Технічна структура АСКТП
 - 6.3 Опис функціонування КТЗ
 - 6.4 Проектування системи електроживлення
 - 6.4.1 Вибір напруги і вимоги до джерел живлення
 - 6.4.2 Розробка та опис принципової схеми
 - 6.5 Проектування системи пневможивлення
 - 6.6 Проектування систем сигналізації, захисту і блокування
 - 6.6.1 Обґрунтування і вибір попереджувальної та аварійної сигналізації
 - 6.6.2 Розробка та опис структурних схем блокування і захисту
 - 6.6.3 Розробка та опис принципів схем
 - 6.7 Розробка проектної документації на щити, пульти
 - 6.8 Розробка та опис схеми зовнішніх електричних і трубних проводок
 - 6.9 Розробка принципів схем контурів керування
- 7 Розрахункова частина
 - 7.1 Розрахунок системи автоматичного регулювання
 - 7.2 Розрахунок регулюючого органу та виконавчого механізму
 - 7.3 Розрахунок характеристик безпеки
 - 7.4 Оцінка іскробезпеки електричних кіл
 - 7.5 Проектний розрахунок надійності АСКТП
- 8 Економічна частина
- 9 Охорона праці
- 10 Охорона навколишнього середовища
- Висновки
- Список літератури
- Додаток А
- Додаток Б

ДОДАТОК Б

Форми таблиць сигналів

Таблиця Б1 – Форма таблиці вхідних сигналів

Найменування сигналу	Одиниця вимірювання	Межі вимірювання	Допустима наведена похибка вимірювання	Джерело сигналу		Тип та рівень сигналу	Примітка
				Тип	Позиційне позначення на схемі		
Витрата природного газу	м ³ /год	0-4	0,5%	Метран - 100	15б	Аналоговий 4-20 мА	
Нижній рівень у кристалізаторі	мм	150		БОИ-3	21в	Дискретний «0» або «1»	

Таблиця Б2 – Форма таблиці вихідних сигналів

Найменування сигналу	Джерело сигналу	Тип та рівень сигналу	Отримувач сигналу		Примітка
			Найменування, тип	Позиційне позначення на схемі	
Керування витратою газу	Контролер	Імпульсний «0» або «1»	Виконавчий механізм МЕО-16 з пускателем ПБР-2М	15ж	
Керування витратою кисню	Контролер	Аналоговий 4-20 мА	Електропневмоперетворювач ЕПП	25е	
Керування відсічним клапаном на воді поз. 27ж	Контролер	Дискретний «0» або «1»	Пневморозподільювач П-РСЗ/2,5	27е	

Розмір а повинен вибиратися з ряду 10, 15, 20 мм. Допускається збільшувати a на число, кратне 5. Розмір b рівний $1,5a$

49

Символ даних (рис. В1,б) відображає дані, представлені на довільному носіїві.

Символ зумовленого процесу (рис. В1,в) відображає процес, що складається з однієї або декількох операцій або кроків програми, які визначені у іншому місці програми, підпрограми, модуля.

Символ підготовки (рис. В1,г) відображає модифікацію команди або групи команд з метою дії на деяку подальшу функцію, наприклад, модифікацію індексного регістра і т.д.

Символ рішення відображає рішення або функцію типу (рис. В1,д) перемикача, що має один вхід і декілька виходів, лише один з яких може бути активізований після обчислення умов, визначених всередині цього символу. Результати обчислень можна записати по сусідству з лініями, які відображають відповідні альтернативні шляхи.

Символ термінатора (рис. В1,е) відображає вихід в зовнішнє середовище і вхід із зовнішнього середовища, наприклад, початок і кінець схеми програми, зовнішнє використання і джерело або пункт призначення даних.

Символ лінії (рис. В1,ж) відображає напрями потоків даних.

Символ з'єднувача (рис. В1,з) відображає вихід з частини схеми і вхід в іншу частину схеми і використовується для обриву лінії і продовження її у іншому місці. Відповідні символи-з'єднувачі повинні містити одне і те ж унікальне позначення.

Символ коментаря (рис. В1,и) використовується для додавання описових коментарів або записів пояснень в цілях пояснення. Пунктирні лінії в символі коментаря пов'язані з відповідним символом або можуть обводити групу символів. Текст коментарів або приміток повинен бути поміщений біля обмежуючої прямокутної дужки.

Символ документа (рис. В1,к) використовується для введення-виведення даних, носієм яких служить папір

Символ неавтономної пам'яті (рис. В1,л) використовується для введення-виведення даних у разі використання пристрою, що запам'ятовує, керованого безпосередньо процесором