

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій
ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих
технологій та автоматизації
В авторській редакції

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТОТЕХНІКА

навчально-методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для
студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Електронне видання

Дніпро
2025

Упорядник: *Г. І. Манко*

Електронне видання

Схвалено групою забезпечення якості освітньої програми
174.1.04 «Інтелектуальна автоматизація та робототехніка»
Протокол № 1 від 12.12.2024

Інтелектуальна автоматизація та робототехніка : навчально-методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / упоряд. Г. І. Манко; Укр. держ. ун-т науки і технологій, ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет». Електрон. вид. – Дніпро: УДУНТ, ННІ УДХТУ, 2025. – 49 с.

Навчально-методичні рекомендації є нормативним документом, який визначає вимоги до організації дипломного проектування та державної атестації випускників освітньо-кваліфікаційних рівня «бакалавр», підготовка яких здійснюється на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет» ДВНЗ «Український державний університет науки і технологій».

Методичні вказівки регламентують діяльність студентів-випускників та викладачів з організації дипломного проектування та захисту дипломних проектів (робіт), їх тематику, зміст та обсяг.

Іл. 6. Табл.: 16. Бібліогр.: 25 назв.

ЗМІСТ

1 Загальні положення	4
1.1 Вступна частина	4
1.2 Цілі і завдання дипломного проектування	4
1.3 Види кваліфікаційних бакалаврських робіт	5
1.4 Організація дипломного проектування.....	6
1.5 Тематика дипломних проектів (робіт)	7
2 Вимоги до змісту дипломного проекту (роботи)	8
2.1 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи).....	8
2.2 Обсяг дипломного проекту (роботи).....	8
2.3 Структура тому дипломного проекту.....	9
3 Методичні вказівки щодо виконання окремих частин дипломного проекту (роботи).....	12
3.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта керування.....	12
3.2 Опис проектних рішень	13
3.3 Розрахункова частина	20
3.4 Техніко-економічні розрахунки.....	21
3.5 Охорона праці та техніка безпеки	23
3.6 Графічна частина.....	23
4 Організація захисту дипломного проекту (роботи).....	25
5 Рекомендована література	27
Додаток А	29
Додаток Б.....	30
Додаток В	28
Додаток Г.....	31
Додаток Д	32
Додаток Е	33
Додаток Ж	38
Додаток И	41
Додаток К	45

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Вступна частина

Методичні вказівки розроблені на підставі:

- Законів України “Про освіту” та “Про вищу освіту”;
- Стандарту вищої освіти бакалавра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», затвердженого наказом МОН 04.10.2018 р. № 1071;
- Постановою Кабінета Міністрів України від 30 серпня 2024 р. № 1021 «Про внесення змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти»;
- Наказу МОН України від 24 жовтня 2017 року № 1/9-565 «Щодо забезпечення академічної доброчесності у закладах вищої освіти»;
- Освітньо-професійної програми «Інтелектуальна автоматизація та робототехніка», затвердженої Вченою радою УДУНТ, протокол № 10 від 29.05.2024 р., введено в дію наказом ректора УДУНТ № 67 від 29.05.2024 р.

Методичні вказівки є нормативним документом ННІ “УДХТУ”, який визначає вимоги до організації дипломного проектування та державної атестації випускників освітньо-кваліфікаційних рівня «бакалавр», підготовка яких здійснюється в Університеті.

Методичні вказівки регламентують діяльність студентів-випускників та викладачів кафедри КІТтаА з організації дипломного проектування та захисту дипломних проектів (робіт), їх тематику, зміст і обсяг.

Дія Методичних вказівок поширюється на всі форми навчання.

При підготовці кваліфікаційної роботи слід також керуватись методичними матеріалами [2, 13, 14, 18].

1.2 Цілі і завдання дипломного проектування

Дипломне проектування і захист дипломного проекту (роботи) є завершальним етапом навчання майбутнього бакалавра і має на своїй меті систематизацію, закріплення і поглиблення теоретичних і практичних знань за фахом і використання їх при розв’язуванні реальних виробничих питань.

У дипломному проекті (роботі) студент має показати

а) знання:

- загальнотеоретичних дисциплін в обсязі, необхідному для розв’язання виробничих, проектних, конструкторських та дослідницьких задач;
- загальноінженерних дисциплін, і серед них у першу чергу дисциплін, що забезпечують розв’язання задач з широким використанням методів та засобів обчислювальної техніки;
- спеціальних дисциплін, що розкривають, стосовно до спеціалізації, теоретичні основи та методи проектування автоматизованих систем керування технологічними процесами;

- економіки галузі та підприємства, основ 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;
- б) вміння:
- поставити (сформулювати) задачу управління;
 - 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;
 - вибирати технічні засоби автоматизації;
 - розробляти схеми автоматизації, структурні та функціональні схеми;
 - 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.

1.3 Види кваліфікаційних бакалаврських робіт

Дипломний проект являє собою оригінальну розробку технічного пристрою або системи, виконану у суворій відповідності до державних стандартів та інших нормативних документів. Дипломні проекти передбачають синтез об'єкта проектування (системи в широкому значенні, пристрою, технологічного процесу, комп'ютерної програми тощо), який оптимально відповідає вимогам завдання на дипломний проект.

За своїм змістом дипломний проект є викладенням проектно-конструкторських документів, що містять технічні рішення, які дають уявлення про побудову засобів або систем керування, контролю чи діагностики, що розробляються.

Дипломна робота за своїм характером повинна являти собою теоретичне або експериментальне дослідження з практичним виходом, наприклад, у вигляді:

- впровадження результатів дослідження у виробництво або навчальний процес;
- подачі або підготовки патентної заявки;
- публікації наукової статті;
- доповіді на науковій конференції;

- подання звіту про закінчену науково-дослідну роботу на конкурс студентських робіт.

Підвищена складність дипломної роботи в порівнянні з проектом ставить підвищені вимоги до індивідуальних якостей студента (академічної успішності, його участі в науково-дослідних роботах кафедри, науково-технічних заходах, науково-дослідних конференціях тощо).

1.4 Організація дипломного проектування

Студенти, що не мають заборгованостей і успішно пройшли переддипломну практику, допускаються до дипломного проектування. Наказом по інституту офіційно затверджується тема, призначається керівник кожного дипломного проекту (роботи).

Назва теми повинна повністю характеризувати поставлене перед студентом загальне технічне або наукове завдання і містити конкретну вказівку на об'єкт проектування.

Вміст дипломних проектів (робіт) визначається завданням на проектування, оформленим на бланку встановленої форми. Завдання на дипломне проектування для студентів-заочників може формуватися спільно з підприємствами, організаціями за місцем роботи студентів з метою включення в завдання реальних завдань виробництва.

В процесі складання і оформлення завдання його вміст обговорюється із студентом з метою максимального обліку реальних можливостей, після чого підписується керівником і студентом. Підпис студента означає, що він повідомлений про завдання, що стоять перед ним, і у нього відсутні питання, пов'язані з метою, засобами її досягнення, об'ємом роботи і передбачуваними результатами.

Підготовлене завдання у двох екземплярах здається студентом на кафедру, затверджується завідуючим кафедрою, після чого один екземпляр повертається студентові. Зміна завдання в ході проектування не допускається. Як виняток при непередбачених технічних або організаційних труднощах окремі корективи можуть бути введені лише після письмово оформленого пояснення завідувачеві кафедрою, представленого керівником від кафедри не пізніше, ніж за 2 тижні до захисту. Екземпляр такого пояснення з візою завідувача кафедрою слід вважати невід'ємною частиною завдання.

На час проектування встановлюються терміни консультацій з керівником, а також з консультантами (при їх наявності) з економічній частини і частини організації промислового виробництва і безпеки життєдіяльності.

Успішне виконання дипломного проекту (роботи) вимагає чіткої організації роботи студента-дипломника з моменту вибору теми і до представлення готового проекту на кафедру для захисту перед Державною екзаменаційною комісією (ДЕК). Робота над дипломним проектом повинна укладатися в певні календарні терміни, встановлені в завданні на дипломне проектування в пункті "Календарний графік виконання дипломного проекту". Календарний графік є основним плановим документом, по якому

контролюється поточний стан робіт над проектом. У міру виконання певних етапів студент подає матеріал для перевірки керівникові дипломного проекту.

1.5 Тематика дипломних проектів (робіт)

Тематика дипломного проекту (роботи) має відображати завдання, що стоять перед галузями і підприємствами країни. Вона повинна передбачати створення або модернізацію автоматизованих технологій і виробництв, проектування засобів автоматизації, застосування алгоритмічного, апаратного та програмного забезпечення систем і засобів контролю та управління, що забезпечують випуск конкурентоспроможної продукції та звільняють людину повністю або частково від безпосередньої участі в процесах отримання, трансформації, передачі, використання інформації та управління виробництвом. У дипломному проекті (роботі) можуть бути розглянуті:

- а) автоматичні й автоматизовані системи;
- б) засоби технологічного оснащення автоматизації, контролю, діагностування виробництв;
- в) математичне, програмне, інформаційне та технічне забезпечення автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП);
- г) методи, способи і засоби проектування, виготовлення, налагодження, виробничих випробувань систем і засобів автоматизації;
- д) методи наукових досліджень тощо.

Тематика *дипломних проектів* має такі основні напрямки:

- а) розробка нових комп'ютерно-інтегрованих систем управління;
- б) модернізація діючих систем автоматизації і АСКТП;
- в) комплексна автоматизація технологічних процесів та виробництв;
- г) підвищення ефективності управління технологічними процесами і виробництвами;
- д) проектно-конструкторські розробки за завданням промисловості.

Приклади тем дипломних проектів:

- Автоматизація технологічного процесу вироблення певного продукту;
- Модернізація АСКТП певної технологічної установки або цеху;
- Проектування підсистеми аварійного захисту (ПАЗ) вибухонебезпечного виробництва.

Дипломна робота є результатом проведених теоретичних та експериментальних досліджень, комп'ютерного моделювання, математичного аналізу об'єктів і систем управління. Тематика дипломних робіт повинна бути пов'язана з напрямом держбюджетних науково-дослідних робіт, що проводяться на кафедрі. Теми дипломних робіт треба ув'язувати із сучасними підходами, такими як використання нейронних мереж, методів нечіткої логіки, принципів інтервальної невизначеності тощо.

Приклади тем дипломних робіт:

- Математичне моделювання певного технологічного процесу з метою автоматизації;

- Дослідження певної технологічної установки як об'єкта автоматизації;
- Дослідження та удосконалення способу керування певним технологічним об'єктом.

Тема дипломного проекту (роботи) повинна бути сформульована до переддипломної практики, одним із завдань якої має бути збирання відповідних матеріалів.

2 ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

2.1 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи)

Вихідні дані на дипломне проектування формуються залежно від характеру поставленого завдання. Вихідні дані збираються студентом у ході переддипломної практики. Як вихідні дані можуть бути використані:

- технологічний регламент виробництва;
- технічне завдання на проектування АСКТП;
- проектно-конструкторська документація споріднених систем;
- звіти з науково-дослідницьких робіт;
- результати експериментальних досліджень об'єкта автоматизації та його аналогів;
- результати аналізу літературних джерел.

Вихідні дані повинні містити обсяг інформації, що дозволяє розв'язувати задачі, викладені в завданні на дипломний проект.

2.2 Обсяг дипломного проекту (роботи)

Дипломний проект (робота) складається із пояснювальної записки і графічної частини. У пояснювальній записці викладається основний зміст кваліфікаційної бакалаврської роботи. Графічна частина ілюструє зміст дипломного проекту (роботи) кресленнями, схемами, графіками і таблицями. Крім того, проект може містити інші текстові документи – відомості, специфікації тощо. Всі текстові документи зшиваються разом з пояснювальною запискою у єдиний том.

Обсяг пояснювальної записки має бути 60–90 аркушів формату А4, включаючи додатки. Обсяг графічного матеріалу повинен складати 4–6 аркушів формату А1. Креслення менших форматів компонуються на стандартному аркуші А1.

Кількість аркушів графічного матеріалу може бути іншою, коли автор готує для доповіді при захисті комп'ютерну презентацію (Microsoft Power Point), що містить 8–10 слайдів з ілюстраціями, а також комплекти роздавального матеріалу, який дублює вміст слайдів. Безпосередньо перед захистом автор вручає комплект кожному членові ДЕК. Працездатність своєї презентації автор повинен заздалегідь продемонструвати керівнику проекту.

Презентація, записана на компакт-диску, вкладається у паперову кишеню на внутрішній стороні обкладинки пояснювальної записки.

2.3 Структура тому дипломного проекту

У том *дипломного проекту* зшиваються:

- титульний аркуш;
- завдання на дипломний проект (роботу);
- відомість проекту (для дипломної роботи не оформлюється);
- пояснювальна записка;
- інші текстові документи.

Пояснювальна записка повинна містити:

- реферат;
- зміст;
- вступ;
- загальну частину;
- спеціальну частину;
- економічну частину;
- розділ охорони праці;
- розділ охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів;
- висновки;
- перелік використаної літератури;
- додатки.

Відомість проекту оформлюється за формою, яка приведена в Додатку А. Спочатку наводиться заголовок розділу «Документація загальна» (підкреслюється), далі – заголовки підрозділів «Знов розроблена» і «Застосована» (не підкреслюються). Порядок дотримання документів в підрозділах повинен відповідати ГОСТ 2.102-68. Першим іде складальне креслення або креслення загального вигляду, монтажні креслення, потім схеми в довільному порядку, за схемами – специфікації і відомості, в кінці – пояснювальна записка.

Пояснювальна записка оформлюється у відповідності до вимог стандарту ДВНЗ УДХТУ [2] і методичних вказівок [18].

Виклад матеріалу повинен чітко відображати творчий вклад студента в рішення поставленої задачі. Якщо використовуються матеріали інших авторів, повинні бути посилання на відповідні джерела.

Вибір методів проектування, способів розрахунку та прийнятих рішень має бути обґрунтований. Не рекомендується обґрунтовувати очевидні і загальновідомі положення та повторювати однотипні розрахунки.

Приблизний вміст пояснювальної записки типового дипломного проекту наведений в табл. 1.

Усі текстові документи дипломного проекту, включаючи пояснювальну записку, повинні мати на першому аркуші основний надпис згідно ДСТУ ГОСТ

2.104:2006. Кожний документ має свою окрему нумерацію аркушів. Наскрізна нумерація аркушів тому не дозволяється.

Таблиця 1 – Приблизний вміст пояснювальної записки дипломного проекту

Розділ	Вміст	Обсяг
Вступ	Актуальність теми. Основні проблеми автоматизації для об'єкта, що розглядається	1–2 стор.
1 Загальна частина	Опис технологічного процесу як об'єкта керування. Перелік задач контролю та керування процесом. Критичний аналіз існуючих системи автоматизації та постановка задач на розробку системи автоматизації	10–20 стор., до 1 арк. графічної частини
2 Спеціальна частина	Опис проектних рішень. Розрахункова частина	30–60 стор., 2–4 арк. графічної частини
3 Техніко-економічні розрахунки	Техніко-економічне обґрунтування запропонованих проектних рішень	3–5 стор., до 1 арк. графічної частини
4 Охорона праці та техніка безпеки	Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, правила техніки безпеки	3–5 стор.
5 Охорона навколишнього середовища	Характеристика промислових викидів, заходи щодо захисту навколишнього середовища	1–2 стор.
Висновки	Головні результати кваліфікаційної роботи. Перспективи впровадження результатів.	1–2 стор.
Додатки	Таблиці, графіки, схеми, форми документів, тексти програм, форми відеокадрів.	В міру необхідності

В основному написі текстових документів і креслень проставляється шифр документу. На кафедрі КІТтаА прийнята наступна структура побудови шифру документів курсових і дипломних проектів:

АУУ.ХХХ.ЗЗЗ.НН.ЛЛ

Тут:

літера "А" – символ кафедри;

УУ – дві останні цифри року виконання проекту;

XX – порядковий номер у переліку студентів (доповнюється нулями до двох цифр);

ZZZ – марка комплекту документів (див. табл. 2);

Таблиця 2 – Система маркування комплектів робочих креслень

Найменування основного комплекту	Марка
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
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 тепlopостачання (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

NN - порядковий номер креслення згідно "Відомості проекту", для текстових документів проставляються два нулі;

LL - код документа згідно табл. 3.

Таблиця 3 – Коди документів дипломного проекту

Найменування документу	Код документу
Відомість проекту	ВД
Пояснювальна записка	ПЗ
Схема структурна комплексу технічних засобів	С1
Схема функціональної структури	С2
Схема автоматизації	С3
Схема принципова	СБ
Специфікація обладнання, виробів і матеріалів	С

Пояснювальна записка *дипломної роботи* виконується згідно вимог ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання».

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ ЧАСТИН ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

3.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта керування

3.1.1 Загальні положення

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;
- перелік задач контролю та керування процесом;
- критичний аналіз існуючої системи автоматизації та постановка задач на розробку вдосконаленої системи автоматизації.

3.1.2 Опис технологічного процесу як об'єкта керування

В даному підрозділі необхідно вказати:

- а) технічну назву об'єкта автоматизації та його призначення, зв'язок з іншими процесами виробництва;
- б) основні технічні параметри об'єкта, характеристики сировини, палива, основного продукту і його призначення.

А також представити:

- а) схему технологічного процесу та його опис;
- б) відомості з технологічного регламенту, режимної карти, технічних умов;
- в) параметри технологічного режиму і допустимі відхилення значень величин від нормальних, з огляду їх впливу на техніко-економічні показники системи;
- г) основні показники процесу, вхідні, збурюючі та керуючі величини, якісна характеристика зв'язку між технологічними параметрами, яка впливає з фізико-хімічних основ процесу;
- д) експериментальні та аналітичні дослідження статичних та динамічних властивостей об'єкта керування з використанням результатів науково-дослідних робіт студентів, кафедр і літературних джерел.

При описі основного обладнання можуть бути надані відомості про його призначення, конструктивні особливості, технічні характеристики і параметри, а також принципові або конструктивні схеми. Так, наприклад, якщо об'єктом автоматизації є паровий котел, необхідно дати опис котельного агрегату і його елементів (топкова камера, барабан, пароперегрівач, водяний економайзер, підігрівники повітря, пальник, димосос, вентилятор тощо).

Схема технологічного процесу повинна бути представлена у вигляді рисунка, технологічні параметри та їх характеристики – у табличній формі.

3.1.3 Перелік задач контролю та керування процесом

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 параметрів, 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 функціональної частини проекту АСКТП.

3.1.4 Критичний аналіз існуючої системи автоматизації та постановка задач на розробку системи автоматизації

У цьому підрозділі необхідно:

- дати загальний опис існуючої системи управління та вказати її переваги та недоліки;
- охарактеризувати структуру кожної САУ (одноконтурна, каскадна, взаємопов'язана і т.д.) і вказати їх переваги та недоліки в забезпеченні вимог технологічного регламенту;
- проаналізувати якість управління однієї з існуючих САУ з урахуванням вимог, що пред'являються сертифікатом продукції, технологічним регламентом, режимною картою або ТУ.

У разі наявності існуючої на виробництві системи управління на базі локальних або централізованих засобів автоматики (системи СТАРТ, КАСКАД, КОНТУР та ін.) слід описати і проаналізувати системи контролю і управління (СКУ) або системи автоматичного управління (САУ) технологічним процесом. Якщо існуюча система реалізована на базі засобів керуючої обчислювальної техніки (контролери, операторські та інженерні станції), то слід розглядати і аналізувати існуючу АСКТП. У цьому випадку необхідно коротко описати і проаналізувати технічне, інформаційне, математичне та програмне забезпечення АСКТП.

На закінчення слід зробити висновок про необхідність заміни або модернізації системи управління з огляду на недоліки існуючих рішень з автоматизації об'єкта.

3.2 Опис проектних рішень

3.2.1 Призначення, цілі та автоматизовані функції АСКТП

У цьому підрозділі показуються 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 технологічного устаткування;
- 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.

При описі функцій АСКТП треба підрозділяти їх на інформаційні, керуючі і допоміжні.

Інформаційна функція АСКТП – це функція системи, змістом якої є збирання, обробка і представлення оперативному персоналу інформації про стан технологічного процесу або передача цієї інформації для наступної обробки.

Керуюча функція АСКТП – це функція, результатом якої є вироблення і реалізація керуючих впливів на технологічний процес. До керуючих функцій АСКТП відносяться:

- формування керуючих сигналів та передача їх на виконавчі пристрої;
- визначення раціонального режиму ведення технологічного процесу;
- видача оператору рекомендацій з управління технологічним процесом.

Допоміжні функції АСКТП - це функції, що забезпечують вирішення внутрішніх завдань. Допоміжні функції системи призначені, насамперед, для забезпечення власного функціонування АСКТП (забезпечення заданого алгоритму функціонування технічних засобів системи, контроль їх стану, зберігання інформації і т.п.)

3.2.2 Розробка функціональної структури АСКТП

Функції АСКТП знаходяться у певній супідрядності, створюючи функціональну структуру АСКТП. Елементами функціональної структури є окремі підсистеми, функції, задачі (комплекси задач). Функціональна структура дає можливість показати, які дії та в якій послідовності виконує проектувана АСКТП.

При побудові функціональної структури необхідно враховувати сучасну концепцію побудови АСКТП: АСКТП має у своєму складі дві головні підсистеми: розподілену систему управління (PCY), або, англійською, DCS (Distributed Control System), а також підсистему протиаварійного захисту (ПАЗ), англійською SIS (Safety Instrumented System).

Сучасні АСКТП будуються за ієрархічним принципом, є багаторівневими, частіше трирівневими. 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. На середньому рівні здійснюється оперативне керування з використанням автоматизованих робочих місць (АРМ), дистанційне та ручне керування. На верхньому рівні (рівні прийняття рішень) розв'язуються задачі

оптимізації процесу керування, обміну інформацією з суміжними системами і т.п.

Розробку функціональної структури АСКТП належить починати з вибору необхідної кількості рівнів керування. При цьому належить враховувати перелік виконуваних функцій і прийняту на даному підприємстві функціональну структуру АСКТП. Далі необхідно виділити елементи функціональної структури: підсистеми, функції, комплекси задач, задачі і визначити, які функції виконуються на тому чи іншому рівні системи, тобто розподілити функціональні блоки (підсистеми) за рівнями ієрархії.

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

У відповідному підрозділі пояснювальної записки описується функціональна структура АСКТП, в якій повинні бути представлені завдання, які реалізуються інформаційною та керуючою підсистемами АСКТП, а також підсистемою аварійного захисту.

Для інформаційної підсистеми 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 та блокувань;
- розробка алгоритмів реалізації інформаційних функцій обчислювального характеру (непрямих вимірювань, розрахунку техніко-економічних показників, прогнозування ходу технологічного процесу та ін.).

Для керуючої підсистеми 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.

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.

Спрацювання виконавчого механізму від помилкової команди контрольно-вимірювального приладу або в умовах дії «людського чинника» в одному з ланцюгів складного технологічного процесу може спричинити, в кращому випадку, вихід з ладу дорогого устаткування, в гіршому – аварію зі шкодою для життя і здоров'я персоналу. Щоб уникнути подібних інцидентів та аварій, в систему автоматизації виробництва інтегрується ПАЗ, що дозволяє мінімізувати можливість виникнення аварійних ситуацій, своєчасно проінформувати обслуговуючий персонал про виниклі проблеми, в автоматичному режимі відпрацювати позаштатну ситуацію. Система протиаварійного захисту паралельно з основною системою автоматизованого управління стежить за станами аварійних сигнальних датчиків, при спрацюванні яких ПАЗ розриває управління відсічними клапанами, засувками і двигунами від РСУ, в результаті чого вони закриваються або зупиняються.

Сьогодні наявність ПАЗ є обов'язковою вимогою для небезпечних виробничих об'єктів.

Структуру ПАЗ можна розділити на три основні частини:

- пристрої діагностики факторів, що сприяють розвитку аварії (контрольно-вимірювальні прилади, аналізатори);
- пристрої обробки отриманих даних (контролери та інші засоби обробки даних);
- виконавчі механізми (електро- та пневмоприводи запірної арматури, електровимикачі тощо).

Розділення функцій між РСУ і ПАЗ суттєво зменшує ймовірність того, що функції керування і функції захисту стануть недосяжними одночасно, і що неуважні або некваліфіковані дії персоналу впливатимуть на виконання функцій захисту.

Форма представлення схеми функціональної структури наведена у Додатку Б.

3.2.3 Комплекс технічних засобів АСКТП

До складу комплексу технічних засобів (КТЗ) АСКТП входять програмно-технічний комплекс (ПТК) та засоби автоматизації польового рівня.

Сучасні АСКТП створюються з використанням мікропроцесорних ПТК, які різняться способами технічної реалізації, масштабом і набором виконуваних функцій. Основою технічних засобів ПТК є мікропроцесорні контролери, пристрої зв'язку з об'єктом (ПЗО), мережеве обладнання та комп'ютери в звичайному і промисловому виконанні.

Розподілені системи управління – це системи управління технологічними процесами з розподіленим введенням-виведенням інформації та децентралізованою обробкою даних. Сучасні РСУ використовують промислові робочі станції, багатоканальні контролери, станції розподіленого введення-виведення, промислові мережі (Industrial Ethernet, Profibus, CAN та ін),

інтелектуальні пристрої, бездротові пристрої передачі інформації, WEB-технологію обміну даними.

Для побудови АСКТП можуть використовуватися ПТК на основі спеціалізованих моноблочних (компактних) і програмованих модульних (проектно-компонованих) контролерів, а також PC-base (тобто PC-сумісних)

PC-base контролери, у порівнянні з іншими, мають більшу продуктивність, легше стикуються з різними SCADA, MES, ERP системами, системами управління базами даними, відкриті для більшості стандартів в області комунікації і програмування, мають більший обсяг пам'яті, можливості розширення і модернізації, а також кращого діагностування. Однак ці контролери характеризуються надмірністю обчислювальних ресурсів і функцій (зважаючи на їх універсальність), можливістю зависання з тривалим часом рестарту, зниженою надійністю.

При виборі ПТК враховуються такі чинники, як кількість і тип вхідних і вихідних сигналів, межі і необхідна точність вимірювання, метрологічні характеристики, технічні характеристики, область і практика застосування, завод-виробник, доступність, наявність сервісної бази, вартість виробу і його обслуговування, терміни і гарантії поставки, досвід експлуатаційного персоналу та ін.

До складу ПТК повинні входити: програмований контролер (контролери) з модулями введення-виведення вхідних і вихідних сигналів, станція оперативного управління або програмований термінал (термінали), мережеве обладнання, вторинні джерела електроживлення, джерела безперебійного живлення.

До складу ПАЗ зазвичай входять:

- контролер системи безпеки (SCS);
- інженерна станція системи безпеки (SENG);
- шина керування в реальному часі, що поєднує системи SCS та SENG.

Контролер SCS забезпечує експлуатаційну безпеку, а станція SENG виконує функції проектування та поточного обслуговування контролера SCS. Крім того, необхідно передбачати окремі, спеціалізовані власне для ПАЗ польові прилади – сенсори і виконавчі механізми.

Все обладнання ПАЗ повинно бути сертифіковане на застосування в системах безпеки.

Для вибухонебезпечних виробництв слід користуватись рекомендаціями, наведеними у [14].

Приклад схеми структурної КТЗ показаний у Додатку В

3.2.4 Вибір приладів і засобів автоматизації

До приладів і засобів автоматизації належать, крім ПТК, вимірювальні перетворювачі, вторинні прилади, регулятори, пускова і керуюча апаратура, виконавчі пристрої (виконавчі механізми і регулюючі органи), а також допоміжні пристрої, необхідні для роботи засобів автоматики.

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 тощо;
- 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, 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 0–50 °С, основна похибка 1%, робочий тиск 25 МПа, матеріал захисної арматури – ст. 12Х18Н10Т, довжина монтажною 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, датчикам з поширеними функціональними можливостями.

При автоматизації теплоенергетичних процесів переважно використовуються електричні прилади, а при автоматизації хімічних виробництв – прилади у вибухобезпечному виконанні, як виконавчі механізми – пневматичні прилади. Система автоматизації повинна будуватися на однотипних приладах однієї серії або системи.

3.2.5 Розробка схеми автоматизації

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

При розробці схем автоматизації користуються ДСТУ Б А.2.4-16:2008 «СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах», ДСТУ Б А.2.4-3:2009 «СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів» та рекомендації згідно [22–25]

ДСТУ Б А.2.4-16:2008 встановлює два способи побудови функціональних схем автоматизації: спрощений і розгорнутий. При спрощеному способі весь комплект приладів контролю або регулювання параметра зображується одним умовним знаком, розташованим у будь-якому місці креслення і має одне позиційне позначення. При розгорнутому способі кожен прилад системи контролю або регулювання параметра зображується окремим умовним знаком, а прилади, які не пов'язані безпосередньо з технологічним обладнанням, розташовуються в нижній частині креслення, в спеціальних прямокутниках, в залежності від місця монтажу приладу. При цьому способі позиційні позначення всіх приладів контролю або регулювання одного параметра мають один і той ж номер, а кожен з приладів – маленьку літеру алфавіту. Причому буквена індексація проводиться в напрямку проходження сигналу. У Додатку Г наведено приклад такого виконання схеми автоматизації.

В відповідному розділі пояснювальної записки слід представити опис схеми автоматизації. В описі потрібно розкрити всі основні рішення з автоматичного контролю та керування технологічним процесом, показати як і за допомогою яких технічних засобів реалізуються окремі функції і задачі системи, приділяючи особливу увагу найбільш складним та цікавим контурам керування. При описі таких контурів необхідно показати послідовність перетворення інформації у них, починаючи від датчиків і закінчуючи виконавчими пристроями, відобразити призначення всіх технічних засобів, які входять до контуру.

Всі технічні засоби схеми автоматизації повинні бути внесені до специфікації обладнання, яка виконується згідно ДСТУ Б А.2.4-10-95 "СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів".

3.2.6 Принципова схема контуру регулювання

У дипломному проекті бажано розробити схему одного з контурів регулювання. Приклад схеми контуру представлений в Додатку Д.

У відповідному підрозділі пояснювальної записки треба дати опис:

- використаних вимірювальних пристроїв;
- блоків живлення;
- модулів введення;
- модулів виведення;
- блоків ручного керування (якщо застосовуються);
- виконавчих механізмів;
- засобів комутації та ін.

Приблизний опис: регулюючий контур має вимірювальну частину, обчислювальну та керуючу. Вимірювальна частина складається з ультразвукового рівнеміра (B1), клемника (XT1), блоку іскрозахисту (F1), блоку живлення (G1) та модуля аналогового введення (A1).

Обчислювальна частина реалізована за допомогою програмованого контролера (A2), який виконує алгоритм ПІД-регулювання.

Керуюча частина складається з модуля аналогового виведення (A5), блоку ручного управління (A4), блоку живлення (G1), блоку іскрозахисту (F1), клемника (XT2) та виконуючого механізму DVC2000/GX (A3).

Далі треба провести повний опис проходження сигналу починаючи з вимірювального перетворювача і закінчуючи виконавчим пристроєм.

Необхідно також дати опис використаних клемників, конекторів (з'єднувачів), типів сигнальних та цифрових з'єднувальних кабелів.

Слід показати розміщення використаних пристроїв відносно виробничого приміщення.

3.3 Розрахункова частина

Проектні рішення повинні бути обґрунтовані розрахунками. Пояснювальна записка може включати наступні розрахунки:

- а) розрахунок виконавчих пристроїв;
- б) розрахунок налаштувань регуляторів;
- в) розрахунок динаміки САР;
- г) оцінку іскробезпечності електричних кіл;
- д) проектний розрахунок надійності АСКТП.

Розрахунки, що виконуються, мають бути доступними розумінню, тобто містити розрахункові співвідношення (алгоритми), їх обґрунтування, вихідні дані, а також коментарі і обговорення результатів. Результати бажано представляти у вигляді графіків, таблиць, діаграм. Слід уникати в тексті надмірно детального викладу розрахунків, якщо вони не містять принципово нових елементів. При необхідності детальний розрахунок виноситься в додаток, а в основну частину включаються принципові особливості розрахунку, типові приклади і кінцеві результати.

Синтез та аналіз САР описуються у такій послідовності:

- початкові дані та завдання розрахунку;
- вибір методу та розрахунок параметрів налаштування регуляторів;
- аналіз якості перехідних процесів системи регулювання.

Як початкові дані для синтезу САР, окрім динамічних характеристик об'єкта, задаються характеристики збурюючих величин та вимоги до якості процесу регулювання.

Методи розрахунку параметрів налаштування регуляторів (аналогових та цифрових), різних за законами регулювання і різних за структурою систем, і методи аналізу якості регулювання у САР досить докладно подані у дисциплінах «Теорія автоматичного регулювання», «Автоматизація технологічних процесів» і у літературі, наприклад, у [19].

При розрахунках *надійності АСКТП* треба враховувати, що ГОСТ 24.701-86 "Надійність автоматизованих систем управління" і стандарт МЭК ІЕС 61508 від 2000 року вимагають оцінювати надійність за наступними показниками:

- надійність реалізації функцій системи;
- небезпека виникнення в системі аварійних ситуацій.

Тобто поставлено завдання оцінки надійності не тільки компонентів устаткування, а функцій системи.

При виконанні розрахунків слід керуватись навчальним посібником [13].

3.4 Техніко-економічні розрахунки

Відповідно до чинних нормативних документів вищої освіти обов'язковою складовою дипломних проектів і робіт з технічних спеціальностей має бути техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) рішень і заходів. При цьому головним завданням є визначення економічного ефекту від використання в конкретній системі господарювання основних і побічних результатів, отриманих при вирішенні певного технічного або організаційного завдання.

Техніко-економічне обґрунтування *дипломного проекту* повинно містити:

- призначення та основні техніко-експлуатаційні характеристики об'єкта проектування або технічної розробки;
- характеристика основних переваг і факторів, що забезпечують техніко-економічну ефективність проекту;
- оцінка економічної ефективності проекту з визначенням одного з показників – коефіцієнта абсолютної ефективності, терміну окупності, чистої теперішньої вартості, річного економічного ефекту тощо.

Перші два підрозділи ТЕО носять індивідуальний характер і залежать від теми і завдання на дипломне проектування. Приклад розрахунку терміну окупності наведений у Додатку Е.

Техніко-економічне обґрунтування *дипломної роботи* має містити такі розділи:

- призначення розробки і галузь її застосування;
- основні переваги розробки порівняно з відомими аналогами;
- розрахунки собівартості науково-дослідної розробки, виконаної студентом.

Зміст перших двох пунктів ТЕО в науково-дослідних проектах набуває більш принципового значення, тому всі твердження про переваги розробки повинні містити обґрунтування з посиланням на відповідну наукову та технічну літературу. Приклад розрахунку кошторису витрат на проведення дипломної роботи наведений у Додатку Ж.

Як у дипломних проектах, так і у дипломних роботах можна розглянути організаційно-економічні питання планування проектних і дослідницьких робіт з використанням методу мережевого планування і управління.

Мережевий графік (рис. 3.1) є моделлю, що відображає комплекс всіх робіт з урахуванням послідовності, тривалості і залежності робіт, які забезпечують досягнення поставленої мети. Він складається з двох елементів: подій (позначені на графіку колом), робіт (позначені на графіку стрілками) та очікування (позначається пунктиром).

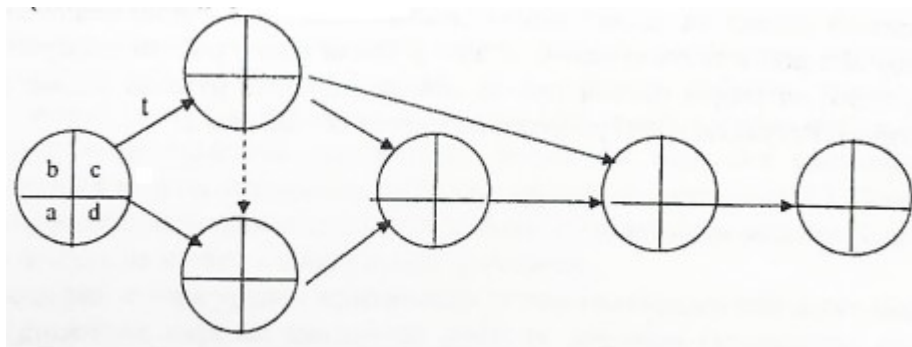


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд мережевого графіка

Подія є результатом виконання однієї або декількох робіт, дозволяючи приступити до виконання наступних робіт. На мережевому графіку усередині події проставляються: порядковий номер (a) і розрахункові параметри (b – ранній термін звершення події; d – пізній термін звершення події; c – резерв часу). Над стрілками позначена тривалість робіт (t).

Робота є трудовим (виробничим) процесом, який відбувається у визначеному просторі та конкретному періоді часу з перетворенню вхідних матеріально-сировинних чи інформаційних ресурсів у подальший (можливо, кінцевий) продукт. У випадку виконання науково-дослідницької роботи, має місце отримання часткового чи завершеного наукового результату: нової інформації, дослідного зразка та інше. Робота характеризується двома параметрами: витратами ресурсів та витратами часу.

Очікуванням є така робота, виконання якої не пов'язано з витратами ресурсів, а потребує (за технологією) лише часу на виконання (наприклад, природне висихання, випадіння залишку), тобто характеризується лише одним параметром: витратами часу.

Кожна робота (очікування) пов'язує пару подій: початкову (яка визначає початок однієї, або декількох вхідних робіт), та кінцеву (що визначає закінчення однієї, або декількох вхідних робіт). Послідовність різних робіт, у якій кінцевих подія попередньої роботи збігається з початковою подією наступної роботи, називається шляхом. Шлях від вихідної до завершальної події є повним шляхом.

Організація планування починається з визначення складу робіт та їх послідовності задля отримання як проміжних подій, так і кінцевої – цільового нового результату. Спираючись на попередній власний досвід та досвід інших дослідників, студент визначає тривалість кожної з робіт та очікуваний шлях (у днях).

Наступним етапом є розрахунок часових параметрів мережевої графічної моделі: тривалість критичного шляху та всіх інших шляхів, резерви часу подій, резерви часу робіт. Визначаємо тривалість всіх без виключення можливих повних шляхів виконання робіт. Повний шлях, що має найбільшу тривалість з усіх шляхів, є критичним шляхом, а роботи, що лежать на ньому – критичними роботами.

Далі визначаються інші часові параметри мережевого графіку: ранні та пізні строки та повний і вільний резерви робіт:

$$\begin{aligned}
t_{ij}^{мп} &= t_{ij}^{пз} - t_{ij}; \\
t_{ij}^{пз} &= t_{ij}^{п}; \\
R^{п} &= t_{ij}^{пз} - t_{ij}^{пз}; \\
t_{ij}^{пп} &= t_{ij}^{п}; \\
t_{ij}^{пз} &= t_{ij}^{пп} + t_{ij}; \\
R^{в} &= t_{ij}^{п} - t_{ij}^{п} - t_{ij},
\end{aligned}$$

де t_{ij} – будь-яка подія; t_{ij} – тривалість події, дні; $t_{ij}^{пп}$ – ранній строк початку роботи (події), дні; $t_{ij}^{пз}$ – ранній строк закінчення роботи, дні; $t_{ij}^{мп}$ – пізній строк початку роботи (події), дні; $t_{ij}^{пз}$ – пізній строк закінчення роботи, дні; $R^{п}$ – повний резерв часу, дні; $R^{в}$ – вільний резерв часу, дні.

Побудова фактичного мережевого графіка з нанесеними на нього фактичними параметрами дозволяє виявити резерви удосконалення організації робіт. Цього можна досягти за рахунок впровадження конкретних заходів, відображення яких на мережевому графіку сприяє удосконаленню як організації роботи, так і самого мережевого графіка.

Приклад вмісту відповідного підрозділу можна побачити у Додатку И.

3.5 Охорона праці та техніка безпеки

У цьому розділі аналізується об'єкт розробки дипломного проекту (роботи) з позицій питань охорони праці і техніки безпеки. Слід виконати аналіз досліджуваних процесів, виробничого обладнання, робочих місць, трудових операцій, умов праці, організації виробництва з метою виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, виникнення можливих аварійних ситуацій. На підставі такого аналізу передбачити заходи щодо усунення несприятливих виробничих факторів, створення безпечних та нешкідливих умов праці. Ці заходи треба обґрунтувати розрахунками згідно документів [4–10], наприклад, можна виконати наступні розрахунки:

- а) освітлення робочих місць;
- б) вентиляції;
- в) засобів захисту від джерел шуму;
- г) захисту від електромагнітного або іонізуючого випромінювання;
- д) вибухобезпеки.

Наведена у розділі інформація має носити конкретний характер, відповідати темі дипломної роботи. Не слід наводити загальних положень або переписувати інструкції з охорони праці, пам'ятки, розділи підручників та інше.

Приклад вмісту цього розділу наведений у Додатку К.

3.6 Графічна частина

Графічна частина дипломного проекту (роботи) включає креслення і плакати, які ілюструють результати виконання дипломного завдання. На аркуші графічної частини виносять:

- функціональні, принципові і структурні схеми, схеми з'єднань;
- алгоритми розробленого програмного забезпечення, їх обґрунтування і матеріали, що підтверджують їх реалізацію;
- розрахункові співвідношення і результати розрахунків у вигляді таблиць, графіків або математичних залежностей;
- графіки, діаграми і таблиці, що ілюструють роботу спроектованого пристрою чи системи;
- для робіт в галузі комп'ютерного моделювання – результати зіставлення модельованих і експериментальних характеристик.

Не допускається зображення на аркушах графічної частини:

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

Креслення мають бути виконані з дотриманням вимог ЄСКД та ЄСПД, включаючи правила розміщення на полі креслення основного напису.

Кожне креслення повинне виконуватися на окремому форматі зі своїм основним написом. Не можна поєднувати на одному кресленні декілька різних креслень зі своїми заголовками. Не можна змішувати види креслень. При необхідності треба давати посилання на відповідні креслення, а не намагатися вміщати все в одне креслення.

Схеми принципові повинні обов'язково мати перелік елементів. Перелік розміщують на першому аркуші креслення з основним написом.

Плакати є частиною ілюстративного матеріалу, яка служить для пояснення вмісту проекту (роботи) при його захисті. На плакати слід виносити інформацію, яка використовується в доповіді для доказу обґрунтованості прийнятих автором рішень і висновків – формули, таблиці, діаграми, фотографії, схеми і первинні документи експериментів. Вміст плакатів має бути максимально лаконічним. Так, наприклад, на схемах можуть бути опущені неprincipові елементи, на діаграмах показані не всі криві, що є на відповідному графіку в записці, і так далі.

Всі плакати забезпечуються заголовками. Заголовок плаката, як правило, повторює заголовок відповідного матеріалу в записці – рисунка, графіка, таблиці. Якщо на плакаті поміщені два або декілька матеріалів, окрім загального заголовка, кожен з них забезпечується підзаголовком.

На плакатах слід поміщати пояснення елементів вмісту. Пояснення елементів графіків або схем раціонально давати безпосередньо на діаграмі (схемі) на полицях-винесеннях. Якщо такі тексти і пояснення захащають схему або діаграму, їх можна помістити в підрисунковому підпису або в таблиці на полі плаката. Тонкі лінії – координатні осі і сітка на графіках, лінії зв'язків на схемах, винесення і ін. – мають бути завтовшки 1...2 мм, основні лінії – 3...4 мм. Ними зображаються, наприклад, криві отриманих залежностей на діаграмах.

Заголовок плаката поміщується над зображенням (текстом), умовні позначення і інші додаткові відомості – під зображенням або поряд з ним.

Шрифт в заголовках плакатів має бути прямий, в тексті – похилий стандартний. Розміри шрифту на плакатах не слід брати менше 10 мм.

При розміщенні ілюстративних матеріалів на плакаті слід залишати поля по краях плаката 40...60 мм, а в разі розміщення на плакаті декількох ілюстрацій інтервали між ними мають бути більше 40 мм.

Усі плакати і креслення мають бути виконані із застосуванням креслярських інструментів тушшю (фломастером) або з використанням комп'ютерної техніки. Масштаб і якість графічних матеріалів повинні забезпечувати достатню розрізнюваність на відстані не менше 2–3 метрів, особливо значень і розмірності величин.

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

До державної атестації допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчальних програм та планів з напряму підготовки. Після завершення дипломного проектування студент повинен отримати відгук керівника. Відгук складається на спеціальному бланку і передбачає виставлення оцінок по декількох позиціях. Дипломний проект (робота) оцінюється за 100-бальною шкалою. При виставленні оцінок керівник повинен об'єктивно і критично оцінити роботу студента; при виставлянні оцінок нижче 96 балів обов'язково слід записати зауваження в розділі “Додаткові зауваження”. Якщо виникає необхідність додаткової розширеної оцінки роботи студента, така оцінка робиться керівником на окремому аркуші, який додається до роботи. При цьому на бланку відгуку робиться позначка про наявність додаткового відгуку.

Не пізніше ніж за три дні до захисту дипломний проект (робота) передається рецензентові. Рецензент призначається з числа викладачів або наукових співробітників кафедри.

На рецензію подаються:

- пояснювальна записка, підписана автором, керівником і всіма консультантами;
- аркуші графічної частини з підписами автора і керівника;
- відгук керівника;
- документи про використання результатів кваліфікаційної роботи (при наявності таких документів).

Рецензія пишеться на спеціальному бланку. В процесі рецензування рецензентом виставляється кількісна оцінка по кожній з виділених в бланку позицій. Рецензентові слід оцінювати роботу з критичних позицій, виходячи з вимог цих методичних вказівок. Особлива увага звертається на необхідність критичних зауважень принципового характеру, записуваних в розділ бланка “Додаткові зауваження”. Якщо хоч би по одній з позицій бланка не виставлена вища оцінка, наявність зауважень по вказаному розділу обов'язкова. У тому випадку, коли є необхідність в розширеному викладі зауважень або питань, рецензент записує їх на окремому аркуші і вкладає в роботу (з вказівкою наявності цього аркуша в бланку рецензії).

Після рецензування дипломний проект (робота) передається рецензентом в ДЕК (не пізніше, ніж за один день до захисту), підписується завідуючим кафедрою і вважається допущеним до захисту. Негативна рецензія не є підставою для недопущення проекту (роботи) до її захисту.

Студент має бути ознайомлений з рецензією до захисту. При наявності зауважень він готує короткі відповіді або заперечення, які може висказати в ході захисту. Проте після рецензії ніякі виправлення у проекті не дозволяються.

Згідно «Положення про порядок створення та організацію роботи державної екзаменаційної (кваліфікаційної) комісії у вищих навчальних закладах України» регламент проведення засідання державної комісії включає:

- оголошення секретарем державної комісії прізвища, імені та по батькові студента, теми його проекту (роботи) та загальних результатів навчання за програмою – до однієї хвилини;

- оголошення здобутків студента (наукових, творчих, рекомендацій випускаючої кафедри) – до двох хвилин;

- доповідь студента (10–15 хвилин) у довільній формі про сутність проекту (роботи), основні технічні (наукові) рішення, отримані результати та ступінь виконання завдання; при цьому можуть використовуватися різні форми візуалізації доповіді: обов'язковий графічний матеріал проекту, визначений завданням на дипломне проектування, слайди, мультимедійні проектори, аудіо-, відеоапаратура тощо;

- відповіді на запитання членів комісії (до 15 хвилин);

- оголошення секретарем державної комісії відзиву керівника або виступ керівника зі стислою характеристикою роботи випускника в процесі підготовки проекту (роботи), ступеня його самостійності у вирішенні питань завдання на дипломне проектування, сильні та слабкі сторони як майбутнього фахівця, можливість присвоєння кваліфікації, особиста думка щодо подальшого використання (до двох хвилин);

- оголошення секретарем державної комісії рецензії на проект (роботу);

- відповіді студента на зауваження керівника проекту (роботи) та рецензента (3-5 хвилин);

- оголошення голови державної комісії про закінчення захисту.

Рішення державної комісії про оцінку результатів захисту проектів (робіт), а також про видачу випускникам дипломів (звичайних або з відзнакою) про закінчення вищого навчального закладу та здобуття кваліфікації «бакалавр» приймається на закритому засіданні комісії відкритим голосуванням звичайною більшістю голосів членів комісії, які брали участь у її засіданні. При однаковій кількості голосів голова комісії має вирішальний голос. Оцінки виставляє кожен член комісії, а голова підсумовує їх результати по кожному студенту.

Повторний захист проекту (роботи) з метою підвищення оцінки не дозволяється.

Якщо результати захисту проекту (роботи) не відповідають вимогам галузових стандартів і встановленим критеріям, студенту, за рішенням державної комісії, виставляється оцінка “незадовільно”. У цих випадках

державна комісія встановлює, чи може студент подати на повторний захист той самий проект (роботу) з доопрацюванням, чи він повинен опрацювати нову тему, визначену кафедрою КІТтаА.

5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої : навч. посібник / За заг. ред. А.К. Бабіченка. – Харків : НТУ “НТІ”, 2001. – 470 с.
2. 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.
3. 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.
4. ДБН В 2.5.28-2006. Природне та штучне освітлення.
5. ДСанПіН 3.3.2-007-98. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами
6. ДСН 3.3.6.037.99. Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку.
7. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
8. ДСНіП 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
9. Жданкин В.К. Вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» / В.К.Жданкин // Современные технологии автоматизации. – 1999. – № 2. – С. 72-83.
10. Жданкин В.К. Некоторые вопросы обеспечения взрывоопасности оборудования / В.К.Жданкин // Современные технологии автоматизации. – 1998. – № 2. – С. 98–106.
11. Компьютерный справочник проектировщика АСУТП [эл. ресурс] / Сост. Г.И. Манко. – Днепропетровск : УГХТУ, 2003–2018.
12. Лагунов, А.М. Схемотехника систем автоматизации : учеб. пособие / А.М.Лагунов. – СПб : ГМТУ, 2005. – 104 с.
13. Манко, Г.І. Методика виконання розрахункової частини дипломних проектів для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальностями 151 і 152 : Навчальний посібник / Г.І. Манко, Ю.К. Тараненко, О.В. Тітова, В.Я. Трішкін, О.І. Швачка, Л.Д. Чумаков. – Дніпро : УДХТУ, 2018. – 142 с.
14. Методичні вказівки з дипломного проектування систем автоматизації вибухонебезпечних виробництв / Укл. : Г.І. Манко, І.Л. Левчук, К.О. Довгопола. – Дніпропетровськ : ДВНЗ УДХТУ. – 2015. – 60 с.
15. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Методическое пособие. Книга 1 / А.Л.Нестеров. — СПб : Изд-во ДЕАН, 2006. – 552 с.

16. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Методическое пособие. Книга 2 / А.Л.Нестеров. — СПб : Изд-во ДЕАН, 2006. — 944 с.
17. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Д. Пиани. - СПб. : Невский Диалект, 2001. — 557 с.
18. 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.
19. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных систем регулирования / В.Я.Ротач. — М. : Энергия, 1973. — 440 с.
20. Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами / Под ред. Г.Л. Смилянского. — К. : Техніка, 1983. — 528 с.
21. Таланчук П.М. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах / П.М. Таланчук та ін.. — К. : Райдуга, 1994. — 372 с.
22. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень з телекомунікацій на залізничному транспорті : Навч. посібник / С.В. Панченко, С.І. Приходько, Л.О. Позднякова, А.О. Єлізаренко. — Харків: УкрДУЗТ, 2016. — 128 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. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка : учебно-методическое пособие / Ю.Н. Федоров. — М. : Инфра-Инженерия, 2008. — 928 с.

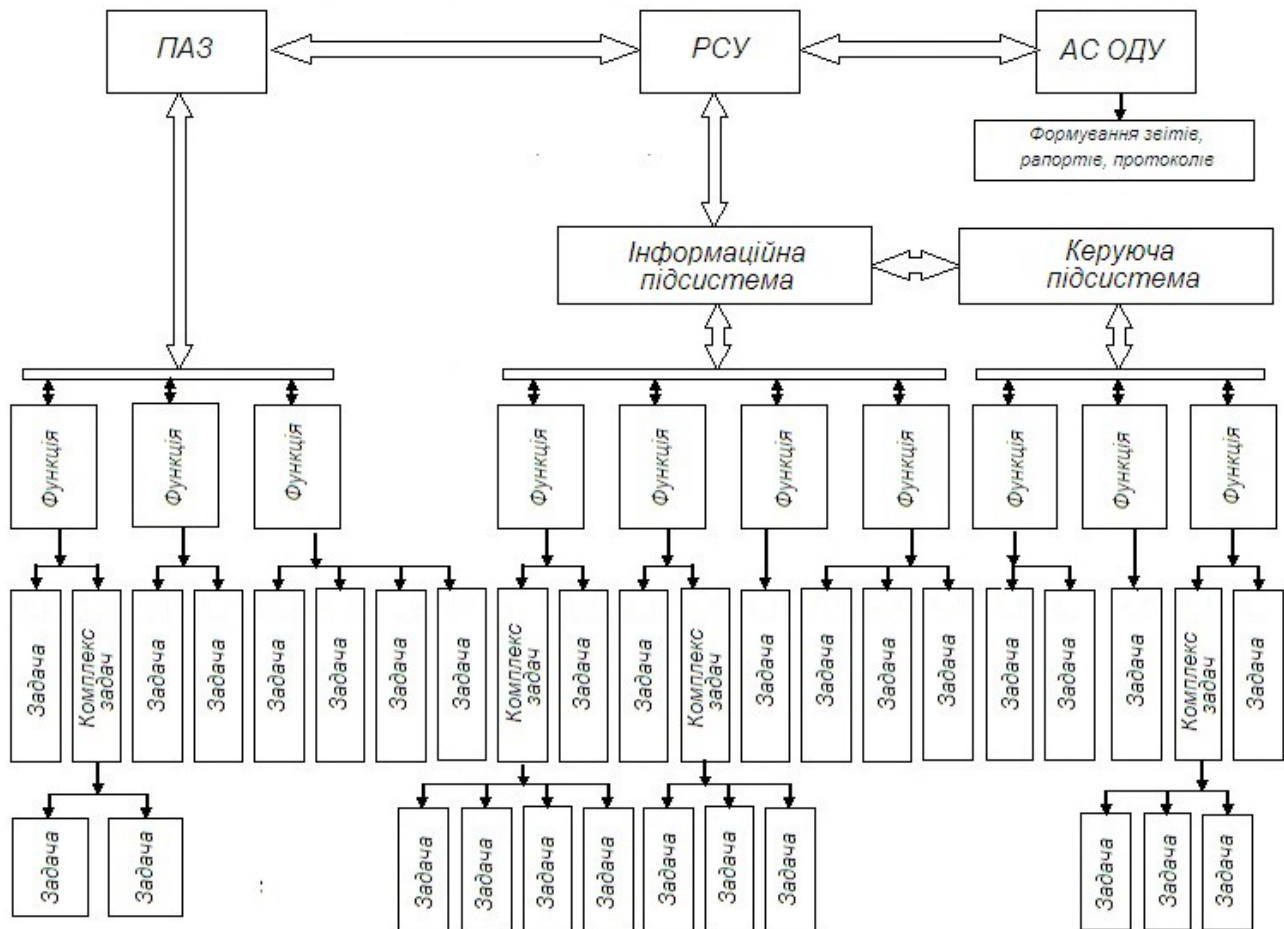
ДОДАТОК А

Форма відомості проекту

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. арк.	№ екз.	Приміт- ка																																																				
1		<u>Документація загальна</u>																																																								
2		<u>Знов розроблена</u>																																																								
3	A1	A13.01.ATX.01.C1	Схема структурна КТЗ	1																																																						
4	A1	A13.01.ATX.02.C2	Схема функціональної	1																																																						
5			структури																																																							
6	A1	A13.01.ATX.03.C3	Схема автоматизації	1																																																						
7	A1	A13.01.ATX.04.EБ	Схема принципова контуру	1																																																						
8			регулювання витрати води																																																							
9	A3	A13.01.ATX.00.C	Специфікація обладнання	3																																																						
10	A4	A13.01.ATX.00.ПЗ	Пояснювальна записка	64																																																						
11																																																										
12																																																										
13																																																										
14																																																										
15																																																										
16																																																										
17																																																										
18																																																										
19																																																										
20																																																										
21																																																										
22																																																										
23																																																										
24																																																										
<table border="1"> <tr> <td colspan="6"></td> <td colspan="3">A 13.01.ATX.01.ВД</td> </tr> <tr> <td>Зм.</td> <td>Кільк.</td> <td>Лист</td> <td>№ док.</td> <td>Підпис</td> <td>Дата</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Розробив</td> <td></td> <td>Дегунов І.Ю.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td rowspan="4"> АСК ТП первинної переробки нафти. Відомість проекту </td> <td>Літ.</td> <td>Аркуш</td> <td>Аркушів</td> </tr> <tr> <td>Перевірив</td> <td></td> <td>Манко Г.І.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" rowspan="2"> ДВНЗ «УДХТУ» гр. 4АВП </td> </tr> <tr> <td>Затвер.</td> <td></td> <td>Мисов О.П.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													A 13.01.ATX.01.ВД			Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата				Розробив		Дегунов І.Ю.				АСК ТП первинної переробки нафти. Відомість проекту	Літ.	Аркуш	Аркушів	Перевірив		Манко Г.І.					1	1	Н.контр.						ДВНЗ «УДХТУ» гр. 4АВП			Затвер.		Мисов О.П.			
						A 13.01.ATX.01.ВД																																																				
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата																																																					
Розробив		Дегунов І.Ю.				АСК ТП первинної переробки нафти. Відомість проекту	Літ.	Аркуш	Аркушів																																																	
Перевірив		Манко Г.І.						1	1																																																	
Н.контр.							ДВНЗ «УДХТУ» гр. 4АВП																																																			
Затвер.		Мисов О.П.																																																								

ДОДАТОК Б

Форма представлення схеми функціональної структури



Умовні позначення:

РСУ - розподілена система управління

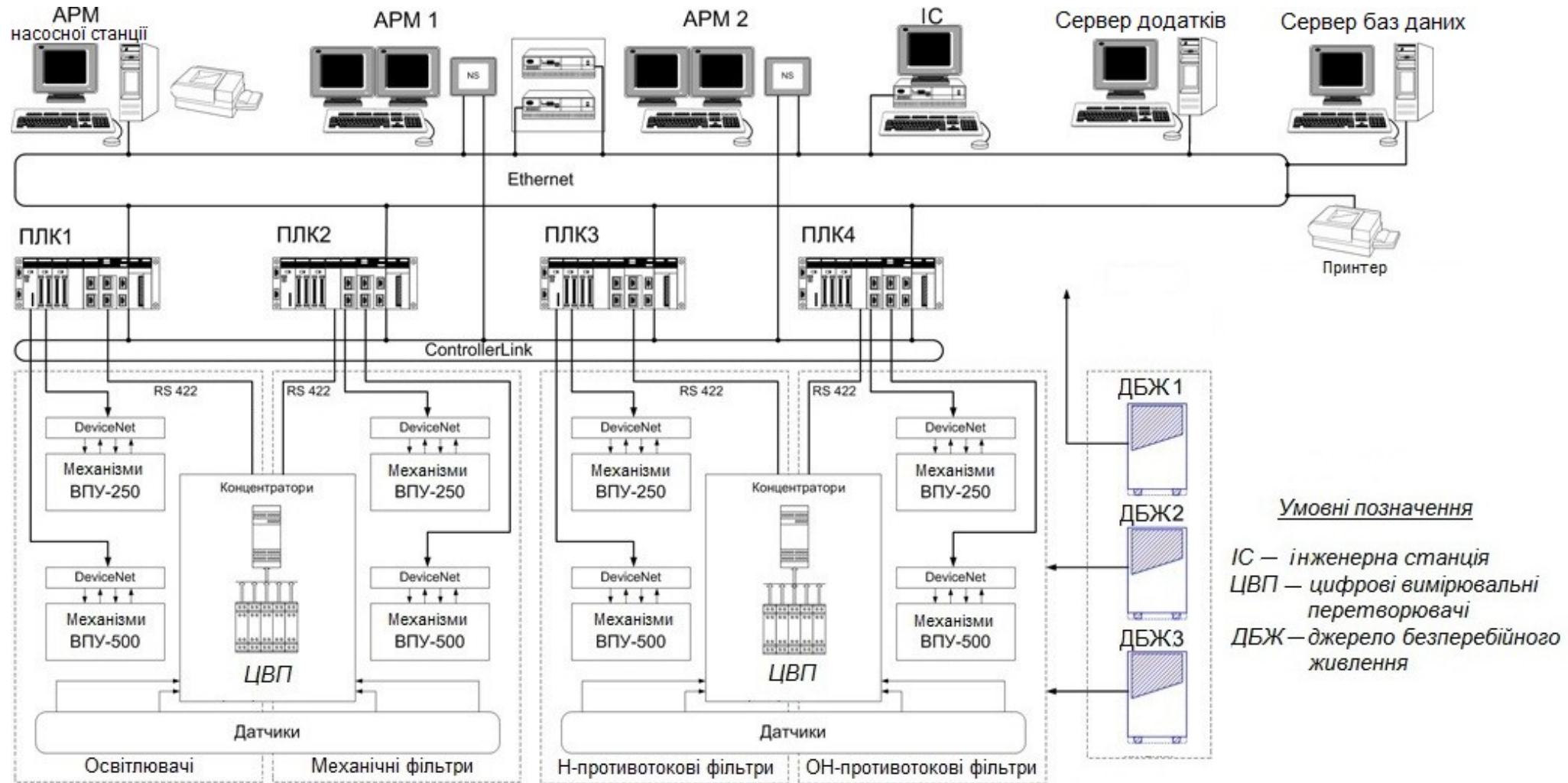
ПАЗ - система протиповітряного захисту

АС ОДУ - автоматизована система

оперативно-диспетчерського управління

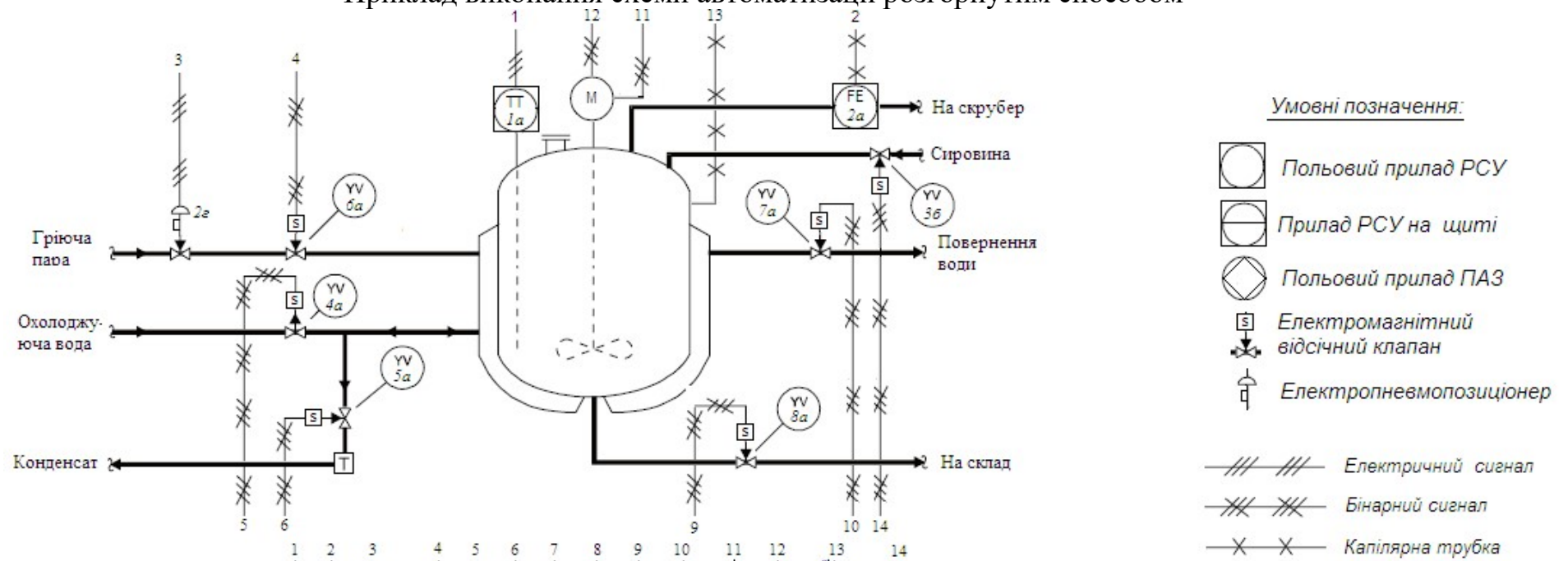
ДОДАТОК В

Приклад схеми структурної КТЗ



ДОДАТОК Г

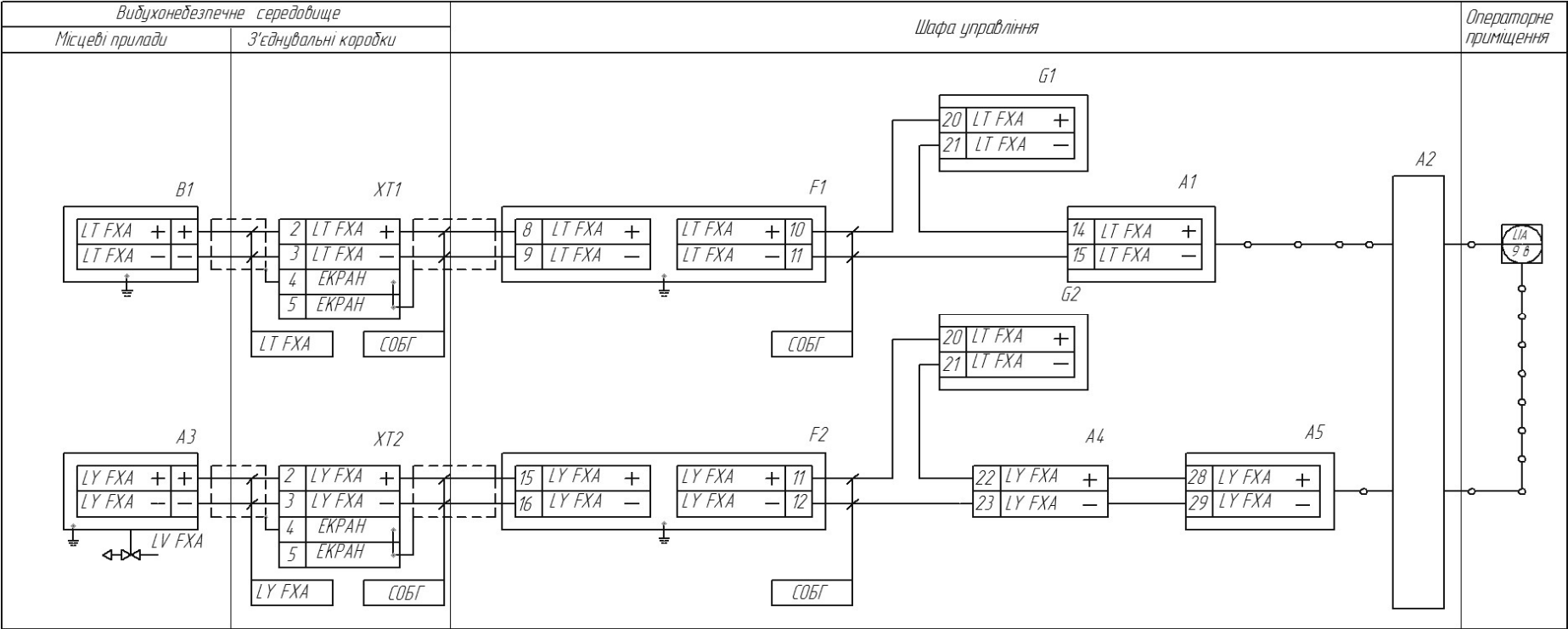
Приклад виконання схеми автоматизації розгорнутим способом



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
		...°C	...м³/г											...МПа		
Місцеві прилади																
Шафа керування																
Контролер ПАЗ																
Контролер РСУ	регулювання		• Ai1	• Ai2	• Ao1									• Ai11	• Do11	
	лог.керування					• Do1	• Do2	• Do3	• Do4	• Do5	• Do6	• Do7	• Di1	• Do8		
	сигналізація														• Do9	• Do10
АРМ оператора	індикація	•	•													
	реєстрація	•	•													
	діагностика											•				
	дистанц. керув.					•	•	•	•	•	•	•	•			

ДОДАТОК Д

Приклад схеми принципової контуру регулювання



Умовні позначення:



Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
B1	Ультразвуковий рівнемір Prasonic FMU 44	1	
XT1, XT2	Безвинтовий клемник DG 250-2.54	2	
F1, F2	Бар'єр іскрозахисту БИЗ ЕхібіАх	2	
G1, G2	Блок живлення Siemens sipar power. U=24В; Ін=5А	2	
A1	Модуль аналогового введення SM331	1	
A2	Контролер Simatik S7-300	1	
A3	Виконавчий пристрій серії GX DN 80 з контролером DVC2000	1	
A4	Блок ручного управління БРУ-10	1	
A5	Модуль аналогового виведення SM332	1	

ДОДАТОК Е

Приклад техніко-економічних розрахунків для дипломного проекту

Е.1 Розрахунок капітальних витрат на автоматизацію виробництва

Капітальні вкладення в автоматизацію ΔK_a складаються з витрат на придбання, виготовлення і монтаж контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації, технологічного й іншого устаткування й інвентарю У загальному виді капітальні витрати на автоматизацію виробничих процесів розраховуються за формулою:

$$\Delta K_a = \Delta K_y + \Delta K_{tr} + \Delta K_{mn}, \quad (E.1)$$

де ΔK_y – вартість покупних пристроїв, приладів, засобів автоматизації і технологічного устаткування, грн.;

ΔK_{tr} – транспортні витрати по доставці придбаних пристроїв, приладів, засобів автоматизації й устаткування, грн.;

ΔK_{mn} – витрати на монтаж і налагодження систем автоматизації, грн.

Величина транспортно-заготівельних витрат (ТЗВ) визначається по укрупнених нормативах у межах 5-7% від вартості приладів і засобів автоматизації. Витрати на матеріали для монтажу приймаються в розмірі 15% від ціни приладів і засобів автоматизації.

Розрахунок капітальних витрат оформлюємо у вигляді таблиці Е.1.

Капітальні витрати на автоматизацію складають $\Delta K_a = 112793$ грн.

Е.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на систему автоматизацію

Е.2.1 Загальні річні експлуатаційні витрати складають:

$$B = B_{to} + B_e + B_a + B_{in}, \quad (E.2)$$

де B_{to} - витрати на обслуговування системи, грн.;

B_e – витрати на енергію, споживану системою, грн.;

B_a – амортизаційні відрахування, грн.;

B_{in} – інші витрати, грн.

Е.2.2 Розрахунок загального коефіцієнту трудомісткості обслуговування устаткування

Розрахунок представлений у табл. Е.2.

Е.2.3 Розрахунок чисельності і фонду заробітної плати з відрахуваннями

Нормативна чисельність персоналу, призначеного для експлуатації технічних засобів АСУТП, визначається з урахуванням кількості і номенклатури комплексу технічних засобів АСУТП.

Кількість приладів виражена в умовних приладоодиницях (УПО). За умовну приладоодиницю прийнята група приладів, повний час на обслуговування і ремонт якої складає 80 годин у рік. Кожна УПО відповідає нормативної чисельності 0,041 людини.

Таблиця Е.1 - Кошторис капітальних витрат на автоматизацію

Найменування приладів і засобів автоматизації	Кількість	Ціна один, грн.	Загальна ціна, грн.	ТЗВ, грн.	Витрати на монтаж	Разом, грн.	На, %	Амортиза- ція, грн
1.Термоперетворювач SITRANSTW	4	710	2840	198,8	426	3464,8	25	866,2
2. Перетворювач тиску SITRANSP	7	835	5845	409,15	876,75	7130,9	25	1782,7
3. Пожежний датчик JA- 63S	1	560	560	39,2	84	683,2	25	170,8
4. Перемикач пакетний серії ПМО Ф90-111777- ПД6	1	185	185	12,95	27,75	225,7	25	56,4
5. Перетворювач САПФИР-2-Ех-М-ДД	4	749	2996	209,72	449,4	3655,1	25	913,8
6. Теплолічильник PolluTherm 2 x E - T QN 15-1,5	1	4213	4213	294,91	631,95	5139,9	25	1285,0
7. Двухходовий клапан SimensVVF45.92	3	1031	3093	216,51	463,95	3773,5	25	943,4
8. Частотний перетворювач Micromaster 440	8	5132	41056	2873,9 2	6158,4	50088,3	25	12522,1
9. Програмований логічний контролер MC8.3011 212	1	9218	9218	645,26	1382,7	11246,0	50	5623,0
10. Програмований логічний контролер MC8.1011 012	1	7800	7800	546	1170	9516,0	50	4758,0
11. Модуль розширення MR 8.1231	3	2560	7680	537,6	1152	9369,6	50	4684,8
12. Модуль розширення MR 8.1221	1	2467	2467	172,69	370,05	3009,7	50	1504,9
13.IBM PC Pentium 4 /Монітор Samtron 78 BDF / Клавіатура / Миша	1	4500	4500	315	675	5490.0	50	2745.0
ВСЬОГО			92453	6472	13868	112793		37856

Примітка. На – відсоток амортизаційних відрахувань

Таблиця Е.2 – Коефіцієнти трудомісткості по усіх видах робіт з обслуговування устаткування локальної автоматики.

Найменування приладів і засобів автоматизації	Кількість	Трудоміст- кість одиниці	Коефіцієнт трудоміст- кості
1.Термоперетворювач SITRANSTW	4	0,76	3,04
2. Перетворювач тиску SITRANSP	7	0,98	6,86
3. Пожежний датчик JA-63S	1	0,96	0,96
4. Перемикач пакетний серії ПМО Ф90-111777-ПД6	1	0,89	0,89
5. Перетворювач	4	0,87	3,48
6. Теплолічильник PolluTherm 2 x E - T QN 15-1,5	1	1,02	1,02
7. Двохходовий клапан SimensVVF45.92	3	3,14	9,42
8. Частотний перетворювач Micromaster 440	8	3,14	25,12
9. Програмований логічний контролер MC8.3011 212	1	0,98	0,98
10. Програмований логічний контролер MC8.1011 012	1	0,76	0,76
11. Модуль розширення MR 8.1231	3	0,98	2,94
12. Модуль розширення MR 8.1221	1	0,96	0,96
10.IBM PC Pentium 4 /Монітор Samtron 78 BDF / Клавіатура / Миша	1	0,89	0,89
Разом			57,32

Нормативна чисельність працюючих визначається формулою:

$$Ч_c = УПЕ \times 0,041 \times K_T, \quad (E.3)$$

де K_T – коефіцієнт тиражування, $K_T=1$.

$$Ч_c = 57,32 \times 0,041 \times 1 \approx 2 \text{ людини.}$$

Фонд основної заробітної плати обслуговуючого персоналу розраховується таким чином:

$$ЗП_o = (T_{ст} \times Ч_c \times T_{эф}) \times (1+0,20), \quad (E.4)$$

де: $T_{ст}$ – тарифна ставка, що відповідає середньому розряду робіт, 13,67 грн/год;

$T_{эф}$ – ефективний фонд роботи одного середньоспискового робітника, $T_{эф}=1784$ год/рік;

0,20 – коефіцієнт, що враховує розмір премії.

$$ЗП_0 = (13,67 \times 2 \times 1784) \times (1 + 0,2) = 68776 \text{ грн.}$$

Фонд додаткової заробітної плати розраховується з розрахунку 10% від фонду основної заробітної плати $ЗП_0$.

$$ЗП_{\text{дод}} = 68776 \times 0,1 = 6877,6 \text{ грн.}$$

Відрахування у фонд соціального страхування визначається в розмірі 37% від фонду основної і додаткової заробітної плати. Загальні витрати на заробітну плату:

$$\begin{aligned} ЗПр &= (ЗП_0 + ЗП_{\text{дод}}) \times (1 + В); \\ ЗПр &= (68776 + 6877,6) \times (1 + 0,37) = 103645 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (E.5)$$

Е.2.4 Витрати на енергію, споживану системою

$$З_e = M_y \times T_{\text{еф}} \times Ц_e, \quad (E.6)$$

де M_y – встановлена потужність системи автоматизації, $M_y = 4 \div 7$ кВт·год;

$Ц_e$ – ціна за одиницю споживаної енергії, 1,18 грн/кВт·год;

$T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд роботи обладнання, 2820 год/рік.

$$З_e = 4,5 \times 2520 \times 1,18 = 13381 \text{ грн.}$$

Е.2.5 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали складають 10% від капіталовкладень на прибори та засоби автоматизації:

$$\begin{aligned} В_{\text{доп}} &= 0,1 \times K_a; \\ В_{\text{доп}} &= 0,1 \times 112793 = 11279 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (E.7)$$

Е.2.6 На підставі проведених розрахунків заповнюємо таблицю Е.3.

Таблиця Е.3 – Кошторис річних експлуатаційних витрат $В_a$

Найменування статей	Сума грн.
Витрати на обслуговування системи автоматизації	103645
Енергетичні витрати	13381
Амортизаційні відрахування	37856
Інші витрати (на допоміжні матеріали й устаткування)	11279
Разом	166161

Е.3 Розрахунок економії на поточних витратах

Практичне застосування автоматизованих систем керування технологічними процесами довело, що економія визначається зміною наступних техніко-економічних показників:

- а) скорочення обслуговуючого персоналу, який виконує функції контролю і регулювання технологічних параметрів;
- б) економія норм витрат сировини та енергії;
- в) підвищення обсягу виробництва продукції за рахунок точної підтримки заданих режимів, оптимального їх коригування

Загальна економія на поточних витрат за рахунок застосування автоматизації у нашому випадку складе:

$$\begin{aligned} E_a &= B_a \times 1,4 ; \\ E_a &= 166161 \times 1,4 = 232626 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (\text{E.8})$$

Е.4 Розрахунок показників економічної ефективності автоматизації

Загальний приріст прибутку $\Delta\P$ в результаті впровадження проекрованої системи в порівнянні з діючою системою дорівнює:

$$\Delta\P = E_a - B_a, \quad (\text{E.9})$$

де B_a – річні експлуатаційні витрати, грн.

$$\Delta\P = 232626 - 166161 = 66465 \text{ грн.}$$

Економічний ефект розраховується за формулою:

$$E = \Delta\P - E_n \times K_a, \quad (\text{E.10})$$

де K_a – капітальні витрати на автоматизацію;

E_n – норматив приведення різночасних витрат і результатів, чисельно дорівнює нормативу ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,15$).

$$E = 66465 - 0,15 \times 112793 = 49546 \text{ грн/рік.}$$

Термін окупності капітальних вкладень:

$$\begin{aligned} T &= \Delta K_a / \Delta\P; \\ T &= 112793 / 66465 = 1,7 \text{ років} \end{aligned} \quad (\text{E.11})$$

ДОДАТОК Ж

Приклад розрахунку кошторису дипломної роботи

Ж.1 Розрахунок кошторису витрат на проведення роботи

Витрати, пов'язані з виконанням дипломної роботи, визначаються за допомогою кошторису. Його складають витрати на основні та допоміжні матеріали, паливо, електричну енергію, заробітну платню та нарахування на неї. Витрати на придбання та утримання обладнання і його амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та допоміжні матеріали, та паливо витрачені на виконання дослідів (М), визначаємо за формулою (Ж.1):

$$M = m_i \cdot C_i, \quad (\text{Ж.1})$$

де m_i - кількість витраченого i -го матеріалу, натуральні одиниці; C_i - ціна одиниці i -го матеріалу, грн./натур.од.

Результати розрахунків заносимо до табл. Ж.2.

Таблиця Ж.2 – Витрати на основні і допоміжні матеріали

№	Найменування залучених ресурсів	Одиниця виміру ресурсу	Витрати в натуральному обсязі	Ціна за одиницю ресурсу, грн/од.	Сума витрат на всю ДР, грн
I. Сировина та основні матеріали					
1	Мережа Internet	Мб	500	0,06	30
2	Програма MS Excel	натур.од.	1	40	40
3	Програма КОМПАС-3D	натур.од.	1	40	40
	Разом				110
II. Допоміжні матеріали					
1	Навчальний посібник з MS Excel	натур.од.	1	30	30
2	Навчальний посібник з КОМПАС-3D	натур.од.	1	20	20
	Разом				50

Всього матеріальних витрат $110+50=160$ грн

Витрати на використання електроенергії (Е) визначаються множенням потужності використаних електроустановок (М) на час роботи кожної установки у процесі, з урахування коефіцієнта використання їх потужностей та тарифу за 1 кВт.год електроенергії:

$$E = M_i \cdot K \cdot T \cdot \alpha \cdot n, \quad (\text{Ж.2})$$

де M_i – потужність i -ї установки, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності установки, $K=0,9$;

T – відрізок часу, протягом якого електроустановка була задіяна для даної ДР, годин;

α – тариф плати за електроенергію, грн./кВт·год;

n – кількість однакових задіяних установок, шт.

В ході виконання дипломної роботи використовувався персональний комп'ютер, що має у своєму складі системний блок HP Compaq 6200, монітор Samsung і лазерний принтер HPLaserJet 2300.

Результати розрахунків заносимо до табл. Ж.3.

Таблиця Ж.3 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Потужність (М), кВт	Коефіцієнт використання потужності (К)	Кількість працюючого часу (Т), годин	Тариф (α) за 1 кВт·год	Вартість споживаної енергії (Е), грн.
Системний блок	0,3	0,9	90	1,68	40,824
Монітор	0,2	0,9	90	1,68	27,216
Принтер	0,5	0,9	2	1,68	1,512
Разом					69,55

Далі розраховуємо витрати на малоцінні та швидкозношувані предмети (табл. Ж.4)

Таблиця Ж.4 – Розрахунок на малоцінні та швидкозношувані предмети

Устаткування	Кількість. шт	Вартість за одиницю, грн	Загальна вартість, грн	Витрати на амортизацію, тис.грн
Флеш-пам'ять	1	160	160	0,004
Програма MS Excel	1	40	40	0,001
Програма КОМПАС-3D	1	40	40	0,001
Папір для друку	300	0,1	30	30
Разом				30,01

Витрати на заробітну плату визначаємо множенням середньогодинного заробітку на кількість витраченого часу на виконання даної роботи (270 годин

згідно навчальному плану для бакалаврів). Середньогодинний заробіток СгЗ розрахуємо виходячи з розміру стипендії 1100 гривень і вважаючи, що студент працює 25 днів на місяць по 8 годин:

$$\text{СгЗ} = 1100/25/8 = 5,5 \text{ грн.}$$

Розрахунки занесемо в табл. Ж.5.

Таблиця Ж.5 – Витрати на заробітну плату

Професія	Заробітна плата, грн/міс.	Середньогодинний заробіток, грн/год	Кількість витраченого часу, год	Витрати на заробітну плату, грн
Студент	1100	5,5	270	1485

Відповідно до діючого законодавства слід зробити нарахування на заробітну плату і включити їх до кошторису витрат. Всього 38,8 % нарахувань від суми заробітної плати. Проте на студентів нарахування не виконуються.

Накладні витрати (H_v) включають різні витрати, які пов'язані з обслуговуванням (ремonti, освітлення, опалення приміщення). Їх приймають у розмірі 80% розрахункової заробітної плати дослідників (ЗП).

$$H_v = \text{ЗП} \cdot \beta = 1485 \cdot 0.8 = 1188 \text{ грн.}$$

Усі витрати, що пов'язані з виконанням науково-дослідної роботи зводяться у кошторис, приведений у табл. Ж.6.

Таблиця Ж.6 – Кошторис виконання роботи

№	Витрати за статтями	Сума, грн.
1	Основні матеріали	110
2	Допоміжні матеріали	50
3	Заробітна плата	1485
4	Енергетичні витрати	69,55
5	Малоцінні та швидкозношувані предмети	30,01
6	Накладні витрати	1188
	Разом	2932,56

Дипломна робота є економічно обґрунтованою, оскільки її вартість є не високою.

ДОДАТОК II

Приклад використання методу мережевого планування і управління

II.1 Організація дослідження та її оптимізація на засадах мережевої моделі

Організація виконання дипломної роботи починається з планування складу робіт та їх послідовності задля отримання як проміжних подій, так і кінцевої – цільового нового результату. Після цього роботи диференціюються за змістом: на творчі (більш творчі, ніж рутинні), та рутинні (більш рутинні, ніж творчі). Результати цього етапу заносяться до таблиці II.1.

Пошуково-теоретична дослідницька дипломна робота зазвичай, складається, перш за все, з вивчення наукової літератури з фундаментальних, прикладних, конструкторських робіт з даного питання, висвітлених в роботах вітчизняних і зарубіжних науковців, узагальнення їх підходів до досліджень такого ж роду, що й те, що складає предмет даної дослідницької дипломної роботи, аналіз та узагальнення результатів, опис їх.

Практичні рутинні роботи частіше за все складають роботи з підготування обладнання, технологічних машин, приладів до роботи, приготування реагентів та вихідних реактивів, виконання вимірів, виконання дослідів та інші.

За даними таблиці II.1, із застосуванням логічного аналізу складу та послідовності робіт (очікувань), будується безпосередньо мережевий графік, на якому позначаються коди робіт, тривалість та резерви часу (за плановими показниками, фактичний мережевий графік, рис. II.1).

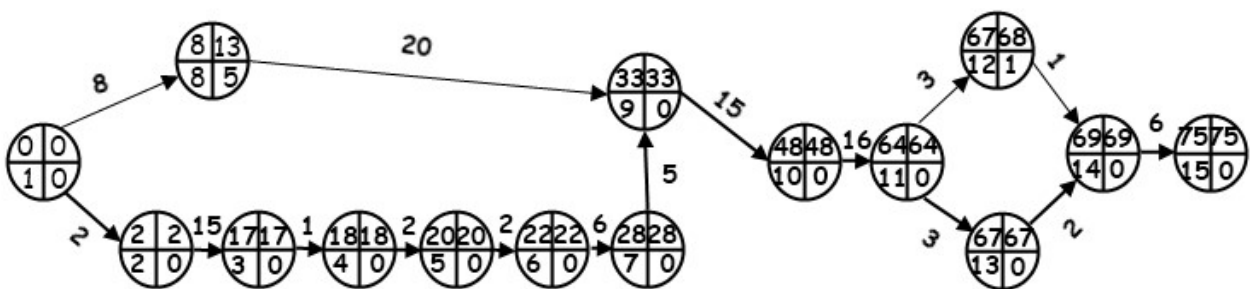


Рисунок II.1 – Мережевий графік виконання дипломної роботи

Наступним етапом є розрахунок часових параметрів мережевої графічної моделі організації виконання дослідницької роботи: тривалість критичного шляху та всіх інших шляхів, резерви часу подій, резерви часу робіт.

За фактичним графіком визначаємо тривалість всіх без виключення можливих повних шляхів виконання робіт (від першої до останньої події: L). Повний шлях, що має найбільшу тривалість з усіх шляхів, є *критичним шляхом* ($L_{кр}$), а роботи, що лежать на ньому – *критичними роботами*.

Таблиця И.1 – План виконання дослідження (перелік робіт)

Найменування роботи	Код роботи	Тривалість роботи, дні	Розподіл робіт за змістовністю праці, днів	
			Творчі, теоретичні, пошукові	Практичні, більш рутинні
Тема та мета дипломної роботи	1-2	2	1	1
Характеристика проблеми досліджень	1-8	8	6	2
Аналіз сучасного стану проблеми (літературний огляд)	2-3	15	11	4
Постановка задач досліджень	3-4	1	1	0
Вибір методів досліджень	4-5	2	1	1
Опис об'єкта досліджень	5-6	2	1	1
Вибір контрольних точок і засобів вимірювання	6-7	6	4	2
Експериментальні дослідження технологічного процесу.	7-9	5	4	1
Статистичний аналіз результатів експериментальних досліджень	8-9	20	5	15
Математичне моделювання технологічних процесів	9-10	15	3	12
Проектування та створення АСК ТП	10-11	16	4	12
Розрахунок розділу «Охорона праці»	11-12	3	1	2
Розрахунок організаційно-економічної частини	11-13	3	1	2
Аналіз отриманих результатів	12-14	1	1	0
Висновки	13-14	2	1	1
Оформлення пояснювальної записки дипломної роботи	14-15	6	0	6
Усього (сумарна тривалість всіх робіт і очікувань), днів	15-16	107	45	62
Довжина критичного шляху, днів	16-17	75	32	43

Визначаємо конфігурацію критичного шляху (на рис. И1 цей шлях виділений більш помітними рисками); перелік критичних робіт та довжину (тривалість) цього шляху. Результати розрахунків заносимо до таблиці И.2.

Таблиця И.2 – Розрахунок тривалості шляхів

Шлях	Склад (шифр) робіт цього шляху	Тривалість робіт цього шляху, днів	Тривалість шляху, днів
L ₁	1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-9, 9-10, 10-11, 11-12, 12-14, 14-15	2, 15, 1, 2, 2, 6, 5, 15, 16, 3, 1, 6	74
L _{2(кр)}	1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-9, 9-10, 10-11, 11-13, 13-14, 14-15	2, 15, 1, 2, 2, 6, 5, 15, 16, 3, 2, 6	75
L ₃	1-8, 8-9, 9-10, 10-11, 11-12, 12-14, 14-15	8, 20, 15, 16, 3, 1, 6	69
L ₄	1-8, 8-9, 9-10, 10-11, 11-13, 13-14, 14-15	8, 20, 15, 16, 3, 2, 6	70

Наступним кроком визначаємо інші часові параметри мережевого графіку: ранні та пізні строки, повний і вільний резерви робіт. Розрахунки здійснюємо за формулами:

$$\begin{aligned}
 t_{ij}^{\text{пп}} &= t_{ij}^{\text{пз}} - t_{ij}; \\
 t_{ij}^{\text{пз}} &= t_{ij}^{\text{п}}; \\
 R^{\text{п}} &= t_{ij}^{\text{пз}} - t_{ij}^{\text{пз}}; \\
 t_{ij}^{\text{пп}} &= t_{ij}^{\text{п}}; \\
 t_{ij}^{\text{пз}} &= t_{ij}^{\text{пп}} + t_{ij}; \\
 R^{\text{в}} &= t_j^{\text{п}} - t_i^{\text{п}} - t_{ij},
 \end{aligned}$$

де ij – будь-яка подія;

t_{ij} – тривалість події, дні;

$t_{ij}^{\text{пп}}$ – ранній строк початку роботи (події), дні;

$t_{ij}^{\text{пз}}$ – ранній строк закінчення роботи, дні;

$t_{ij}^{\text{пп}}$ – пізній строк початку роботи (події), дні;

$t_{ij}^{\text{пз}}$ – пізній строк закінчення роботи, дні;

$R^{\text{п}}$ – повний резерв часу, дні;

$R^{\text{в}}$ – вільний резерв часу, дні.

Результати розрахунків заносимо до таблиці И.3.

Таблиця И.3 – Часові параметри мережевого графіку

Роботи	Тривалість події	Ранній строк початку	Ранній строк закінчення	Пізній строк початку	Пізній строк закінчення	Повний резерв часу	Вільний резерв часу
1-2	2	0	2	0	2	0	0
1-8	8	0	8	0	13	5	0
2-3	15	2	17	2	17	0	0
3-4	1	17	18	17	18	0	0

Продовження таблиці И.3

Роботи	Тривалість події	Ранній строк початку	Ранній строк закінчення	Пізній строк початку	Пізній строк закінчення	Повний резерв часу	Вільний резерв часу
4-5	2	18	20	18	20	0	0
5-6	2	20	22	20	22	0	0
6-7	6	22	28	22	28	0	0
7-9	5	28	33	28	33	0	0
8-9	20	8	28	13	33	5	5
9-10	15	33	48	33	48	0	0
10-11	16	48	64	48	64	0	0
11-12	3	64	67	64	67	0	0
11-13	3	64	67	64	67	0	0
12-14	1	67	68	68	69	1	1
13-14	2	67	69	67	69	0	0
14-15	6	69	75	69	75	0	0

Оскільки кожний наступний етап дипломної роботи пов'язаний з попереднім і може виконуватися лише у випадку, коли попередній етап виконаний, подальше вдосконалення організації робіт неможливе.

ДОДАТОК К

Приклад вмісту розділу 4

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1 Характеристика негативних факторів праці оператора АСК ТП

4.1.1 За НПБ-105-95 приміщення пункту управління належить до категорії Д (негорючі речовини та матеріали у холодному стані). Відповідно до ПУЕ приміщення лабораторії відноситься до 1 класу – без підвищеної небезпеки (сухі, безпиллові приміщення з нормальною температурою повітря та ізолюючими дерев'яними підлогами).

4.1.2 До фізичних негативних факторів відносяться:

- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- підвищена напруженість електричного поля;
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- підвищений рівень статичної електрики;
- відсутність або нестача природного світла;

4.1.3 До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників належать:

- монотонність праці;
- підвищена напруженість у роботі.

4.2 Профілактичні заходи з охорони праці

4.2.1 Освітленість

Нормованим параметром природного освітлення являється коефіцієнт природного освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт.

Робота оператора відноситься до робіт середньої точності (IV розряд зорових робіт, мінімальний розмір об'єкту розрізнення складає 0,5 – 1,0 мм), для яких при використанні бокового освітлення $K_{ПО}=1,5\%$.

Для штучного освітлення нормованим параметром виступає $E_{\min}$ - мінімальний рівень освітленості, та K_{Π} – коефіцієнт пульсації світлового потоку, який не повинний бути більшим ніж 2% .

Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 200–500 лк.

4.2.2 Шум

В операторському приміщенні знаходиться сім робочих місць, кожне з яких устатковане монітором, вінчестером в системному блоці, трьома вентиляторами системи охолодження та клавіатурою. Крім того поряд працює периферійна техніка. Таким чином у приміщенні мають місце шуми механічного і аеродинамічного походження, широкосмугові із аперіодичним підсиленням при роботі принтерів.

Орієнтовні еквівалентні рівні звукового тиску джерел шуму, що діють на оператора на його робочому місці, представлені в табл. 4.1.

Згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98, допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця оператора складає 65 дБА.

Таблиця 4.1 – Рівні звукового тиску від різних джерел

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск	45
Вентилятор	45
Принтер	55
Сканер	50

4.3 Розрахунок штучного освітлення

Виробниче приміщення:

- а) тип приміщення: операторна кімната;
 - б) розміри: довжина – 6 м, ширина – 6 м, висота – 3,6 м.
- Норми освітленості при штучному освітленні приміщень:

- а) характеристика зорової роботи: середньої точності;
- б) зорова робота: розряд – IV, підрозряд – з;
- в) контраст об'єкта розрізнення з фоном: великий;
- г) характеристика фону: середній;
- д) освітленість при загальному освітленні: 200 лк.

Характеристика світильників з газорозрядними лампами низького тиску:

- а) тип світильника – ЛСП 02В–1×40
- б) лампа: тип ЛБ–40, світловий потік 3100 лм.

Показник приміщення φ розраховується за формулою:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}, \quad (4.1)$$

де a – довжина приміщення, 6 м;

b – ширина приміщення, 6 м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, $3,6 - 0,8 = 2,8$ м.

$$\varphi = \frac{6 \cdot 6}{2,8 \cdot (6 + 6)} = 1,07.$$

Необхідна кількість світильників для виробничих приміщень визначається з формули:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{F \cdot n \cdot u}, \quad (4.2)$$

де E – нормативна освітленість для IV з розряду зорових робіт, 200 лк;

S – площа приміщення, 36 м^2 ;

K – коефіцієнт запасу, від 1,3 до 1,5;

Z – поправковий коефіцієнт світильника, від 1,1 до 1,3;

F – світловий потік однієї лампи у світильнику, 3100 лм

n – кількість ламп у світильнику, 1;

u – коефіцієнт використання освітлювальної установки 0,45 (у долях одиниці).

Коефіцієнт використання освітлювальної установки u визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення ϕ та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

Коефіцієнти відбиття стелі та стін залежать від їх кольору. Якщо стеля й стіни пофарбовані у світлий колір, $\rho_{\text{стелі}}=70\%$, $\rho_{\text{стіни}}=50\%$.

$$N = \frac{200 \cdot 36 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3100 \cdot 1 \cdot 0,45} = 8,67 \text{ шт.}$$

Приймаємо 9 світильників ЛСП 02В–1×40. Для покращення умов праці рекомендуємо збільшити рівень загальної освітленості приміщення шляхом встановлення 5 додаткових ламп.

4.4 Розрахунок звукоізоляції

Рівень шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, що працюють одночасно, підраховується на підставі принципу енергетичного підсумовування рівня інтенсивності окремих джерел:

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg \sum 10^{0,1L_i}, \quad (4.3)$$

де L_i – рівень звукового тиску i -го джерела шуму.

Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду устаткування у формулу (4.3), отримаємо:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(104,5 + 104,5 + 105,5 + 105) = 44,2 \text{ дБ.}$$

За наявності декількох джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності L_i загальний рівень шуму визначають за формулою:

$$L_{\Sigma} = L_i + 10 \cdot \lg n, \quad (4.4)$$

де n - кількість джерел шуму.

Отже загальний рівень шуму буде визначатися так:

$$L_{\Sigma} = 44,2 + 10 \lg 7 = 52,7 \text{ дБ.}$$

Розраховане значення середнього рівня шуму не перевищує гранично допустимого рівня шуму для робочого місця оператора 65 дБ. Проте необхідно

ізолювати операторську від зовнішніх шумів технологічного обладнання, для якого приймемо значення звукового тиску 100 дБ.

Визначимо потрібну звукоізолюючу здатність перегородки R , дБ:

$$\begin{aligned} R &= L_3 - L_{\text{дон}}; \\ R &= 100 - 65 = 35 \text{ дБ.} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Звукоізолююча здатність перегородки залежить від властивостей будівельного матеріалу, із якого виконано перегородку:

$$m_e = 10^{\left(\frac{R+10}{23}\right)}, \quad (4.5)$$

де m_e — еквівалентна поверхнева густина будівельного матеріалу, кг/м².
Тип матеріалу - силікатна цегла:

$$m_e = 10^{\left(\frac{35+10}{23}\right)} = 144,54 \text{ кг/м}^2.$$

Знайдемо поверхневу густина будівельного матеріалу, кг/м²:

$$m = \frac{m_e}{k}. \quad (4.6)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від типу матеріалу, для силікатної цегли $k=1,1$.

$$m = \frac{144,54}{1,1} = 131,4 \text{ кг/м}^2.$$

Потрібну товщину звукоізолюючої перегородки знаходять із співвідношення:

$$\delta = \frac{m}{\rho}. \quad (4.7)$$

де ρ – густина будівельного матеріалу перегородки, кг/м³.

$$\delta = \frac{131,4}{1800} = 0,073 \text{ м.}$$

Таким чином, необхідна товщина звукоізолюючої перегородки 0,073м.

Навчально-методичне видання

Манко Геннадій Іванович

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТОТЕХНІКА

навчально-методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для
студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Електронне видання

Експертний висновок склав зав. каф. КІТтаА, канд. техн. наук, доц. Олег Мисов

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ _____ від _____ 2024 р.)

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка – Тетяна КІЖЛО

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,08. Обл.-вид. арк. 2,11.
Зам. №

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022.

Адреса дільниці оперативної поліграфії:

ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»
просп. Науки, 8, м. Дніпро, 49005.