

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

# **Правила виконання дипломного проєкту бакалавра**

**Навчальний посібник**

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології кібер-  
енергетичних систем»  
спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

Електронне мережне навчальне видання

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2023

- Укладачі: *Баган Тарас Григорович* – к.т.н., доцент кафедри Автоматизації енергетичних процесів НН ІАТЕ НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"  
*Батюк Сергій Георгійович* – к.т.н., доцент кафедри Автоматизації енергетичних процесів НН ІАТЕ НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"  
*Гікало Павло Валерійович* – старший викладач кафедри Автоматизації енергетичних процесів НН ІАТЕ НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"  
*Любицький Сергій Вікторович* – старший викладач кафедри Автоматизації енергетичних процесів НН ІАТЕ НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"  
*Некрашевич Олена Василівна* – старший викладач кафедри Автоматизації енергетичних процесів НН ІАТЕ НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"
- Рецензент: *Складанний Денис Миколайович* канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технічних та програмних засобів автоматизації, Інженерно-хімічний факультет, «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
- Відповідальний редактор: *Степанець Олександр Васильович*, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АТЕП, ННІ АТЕ, «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*(протокол № \_\_ від \_\_.\_\_.20\_\_ р.)*

*за поданням Вченої ради Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики*

*(протокол № \_\_ від \_\_.\_\_.20\_\_ р.)*

Правила виконання дипломного проєкту бакалавра. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ВО рівня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», ОПП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» / Т.Г. Баган, С.Г. Батюк, П.В. Гікало, С.В. Любицький, О.В. Некрашевич; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 0,6 МБайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 62 с.

У навчальному посібнику наведені вимоги до змісту, структури, обсягу, оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр», а також порядок її захисту на рівні, що відповідає освітньо-професійній програмі підготовки бакалавра.

Посібник призначений для бакалаврів, які навчаються за спеціальністю 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" освітньої програми "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем".

Реєстр. № 21/22-695. Обсяг 3,0 авт. арк.

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

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

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....</b>	<b>4</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....</b>	<b>5</b>
<b>2 КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ.....</b>	<b>8</b>
<b>3 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ БАКАЛАВРА.....</b>	<b>9</b>
3.1 Пояснювальна записка дипломного проєкту бакалавра.....	12
3.2 Перелік графічних матеріалів .....	32
3.3 Перелік відомостей і специфікацій .....	32
<b>4 ОФОРМЛЕННЯ ДОКУМЕНТІВ ПРОЄКТУ .....</b>	<b>34</b>
4.1 Пояснювальна записка .....	34
4.2 Графічний матеріал .....	41
<b>5 ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ БАКАЛАВРА .....</b>	<b>42</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>46</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>48</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>49</b>
<b>ДОДАТОК А ВАРІАНТИ ТЕМ ДЛЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ БАКАЛАВРА .....</b>	<b>49</b>
<b>ДОДАТОК Б ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ .....</b>	<b>53</b>
<b>ДОДАТОК В ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ .....</b>	<b>54</b>
<b>ДОДАТОК Г ПРИКЛАД ВІДОМОСТІ ДОКУМЕНТІВ ПРОЄКТУ.....</b>	<b>56</b>
<b>ДОДАТОК Д ФОРМА СПЕЦИФІКАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ.....</b>	<b>56</b>
<b>ДОДАТОК Е ОСНОВНИЙ НАПИС ТА ДОДАТКОВІ ГРАФИ ДЛЯ КРЕСЛЕНИКІВ ПРОЄКТУ.....</b>	<b>57</b>
<b>ДОДАТОК Ж ОСНОВНИЙ НАПИС ТА ДОДАТКОВІ ГРАФИ ДЛЯ КРЕСЛЕНИКІВ ТА ВСІХ ВИДІВ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ (НАСТУПНІ АРКУШІ) .....</b>	<b>58</b>
<b>ДОДАТОК К ОФОРМЛЕННЯ ОСНОВНОГО НАПISУ ДО ДОКУМЕНТІВ ПРОЄКТУ.....</b>	<b>59</b>
<b>ДОДАТОК Л ВІДГУК КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ .....</b>	<b>60</b>
<b>ДОДАТОК М РЕЦЕНЗІЯ НА ПРОЄКТ .....</b>	<b>61</b>

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АСР – автоматична система регулювання  
АСУ – автоматизована система управління  
АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом  
АТК – автоматизований технологічний комплекс  
ВК – вимірювальні канали  
ВМ – виконавчий механізм  
ДПБ – дипломний проєкт бакалавра  
ЕК – екзаменаційна комісія  
ІВС – інформаційно-вимірювальна система  
ІМ – імітаційна модель  
КЕС – кібер-енергетична система  
КПЕ – ключові показники ефективності.  
КФС – кібер-фізична система  
ОПР – особа, що приймає рішення  
ОУ – об'єкт управління  
ПЗ – пояснювальна записка  
ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальний  
ПЛК – програмований логічний контролер  
ПТЗ – програмно-технічні засоби  
ПТКЗА – програмно-технічного комплексу засобів автоматизації  
РАФХ – розширена амплітудо-фазова характеристика  
РВК – регулювально-виконавчий канал в складі РВС  
РВС – регулювально-виконавча система АСУТП  
РО – регулюючий орган  
САР – система автоматичного регулювання  
СКМ – система комп'ютерної математики  
ТЕС – теплова електрична станція  
ТОУ – технологічного об'єкту управління  
ФБ – функціональний блок  
ECTS – european credit transfer and accumulation system, європейська система трансферу і накопичення кредитів  
HMI – human-machine interface, людино-машинний інтерфейс  
MES – manufacturing execution system, система управління виробничими процесами  
PLC – programmable logic controller, програмований логічний контролер  
SCADA – supervisory control and data acquisition, диспетчерське управління і збір даних

# 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Підготовка та захист випускової кваліфікаційної роботи є завершальним етапом навчання студентів в університеті, що показує вміння самостійно виконувати поставлену задачу прикладного характеру на основі отриманих знань та професійних умінь відповідно до вимог стандартів вищої освіти [1].

Основними задачами випускової роботи є узагальнення набутих знань, розвиток навичок самостійної роботи та визначення відповідності рівня підготовки студента-випускника вимогам Стандарту вищої освіти.

Випускова робота повинна бути заснована на знаннях і навичках, отриманих при вивченні дисциплін за весь період навчання в університеті, і може базуватися на результатах курсового проєктування, а також на матеріалі, зібраному студентом під час виробничої практики. У ній необхідно показати вміння глибоко та всебічно досліджувати поставлені питання, робити обґрунтовані висновки та формувати конкретні пропозиції. Крім того, випускова бакалаврська робота ставить за мету визначення загального науково-технічного, професійного та культурного рівнів студента шляхом контролю його знань та умінь згідно освітньо-професійної програми підготовки та оцінку його вміння самостійно (за типовими методиками) проводити аналіз об'єкту, формулювати задачі та висновки, подавати письмово та усно матеріал роботи та захищати його.

Для здобувачів ступеня вищої освіти рівня «бакалавр» таким видом випускової кваліфікаційної роботи є *дипломний проєкт бакалавра* (ДПБ).

Тема бакалаврського проєкту та його керівник призначаються студенту кафедрою не пізніше 4-го тижня 8-го семестру. Теми кваліфікаційних робіт обираються з типового переліку (див. Додаток А) або призначаються керівником проєкту. Студент може самостійно запропонувати тему випускової роботи з однієї з проблем, яка не відображена в тематиці кафедри з необхідним обґрунтуванням доцільності її розробки та можливості виконання. Остаточне затвердження теми дипломного проєкту здійснюється до початку практики, яка передує виконанню кваліфікаційної роботи, за заявою студента на ім'я завідувача кафедри з обов'язковим узгодженням з керівником дипломного проєкту.

Бакалаврський проєкт виконується лише українською мовою. Рішення про дозвіл щодо підготовки та захисту дипломного проєкту іноземною мовою приймається рішенням кафедри за результатами розгляду відповідної заяви здобувача на ім'я завідувача кафедри з відповідним узгодженням з керівником кваліфікаційної роботи.

Завдання на виконання дипломного проєкту видається студенту під час направлення на переддипломну практику та узгоджується з керівником від підприємства.

Метою ДПБ є проєктування автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУТП) промислового технологічного об'єкту управління (ТОУ). АСУТП є дворівневою: рівні контролерної і супервізорної автоматизації. ТОУ з АСУТП є автоматизованим технологічним

комплексом (АТК).

Платформою локального рівня програмно-технічного комплексу засобів автоматизації (ПТКЗА) є програмований логічний контролер (ПЛК) за вибором керівника і студента. Платформою супервізорного рівня ПТК є HMI/SCADA-система за вибором керівника і студента.

За погодженням з керівником метою ДПБ може бути деталізована розробка програмно-технічного комплексу (ПТК) в складі АСУТП для реалізації операційної технології.

Основним і вихідним поняттям є ТОУ. Метою є розробка АСУТП ТОУ, тобто автоматизація ТОУ в цілому, а не окремої системи автоматичного регулювання (САР) режимного параметру. Розрахунки виконуються хоча б для однієї САР у складі АСУТП.

Студент розробляє пояснювальну записку (ПЗ) і графічну частину. В графічній частині переважають схеми і кресленики, частково використовуються ілюстративні плакати. Основним креслеником є схема автоматизації функціональна, інші аркуші розглядаються як деталізація схеми автоматизації. Обов'язковою є наявність структурної схеми програмно-технічного комплексу засобів автоматизації.

#### Приклади формулювання теми ДПБ:

- Автоматизація п'ятизонної методичної печі прокатного стану;
- Автоматизація управління п'ятизною методичною піччю прокатного стану;
- Автоматизація технологічних процесів п'ятизонної методичної печі прокатного стану;
- Автоматизація управління технологічними процесами п'ятизонної методичної печі прокатного стану;
- Автоматизація підготовки слябів в п'ятизонній методичній печі до прокатки на прокатному стані;
- Автоматизація управління підготовкою слябів в п'ятизонній методичній печі до прокатки на прокатному стані.

Зауваження до термінології. Примітка 1. Терміни «комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації», «кібер-фізична система» і «кібер-енергетична системи» не можуть бути вживаними в назвах тем ДПБ. Термін «комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації (операційні технології)» – це цифрові технології автоматизації технологічних процесів і виробництв; відповідно, комп'ютерно-інтегровані технології – це методи і способи вирішення задач автоматизації, але не самі задачі автоматизації. У тому ж сенсі, що і термін «кібер-фізична система (КФС)», вживається класичний термін «автоматизований технологічний комплекс (АТК)». Термін «КЕС» (або «енергетична кібер-фізична система (КФС)» – це загальна назва для промислових автоматизованих ТОУ з процесами тепломасообміну, тобто для теплоенергетичних АТК).

Зауваження до термінології. Примітка 2. Технології цифровізації технологічних процесів і виробництв (а в цілому – і підприємств, і промисловості, і економіки), за усталеною сучасною класифікацією, підрозділяються на:

- 1) операційні технології (комп'ютерно-інтегровані, тобто цифрові, технології автоматизації операцій, тобто технологічних операцій – технологічних процесів і виробництв);
- 2) інформаційні технології (цифрові, тобто комп'ютерно-інтегровані, технології інформатизації технологічних процесів і виробництв).

Приблизний перелік тем ДПБ наведено у Додатку А.

## 2 КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

Календарний план виконання дипломного проєкту бакалавра керівником дипломного проєкту і узгоджується зі студентом.

Стандартна форма календарного плану наведена у Таблиці 2.1. В колонці «Термін виконання» замість номерів тижнів керівник проєкту вказує календарні дати.

Таблиця 2.1 – Форма і зміст календарного плану

Номер етапу	Зміст етапу	Термін виконання	Звітні матеріали
<b>1. Постановка задачі автоматизації ТОВ</b>			
1.1	Постановка задачі автоматизації ТОВ	2 тиждень	ПЗ, розділ 1
<b>2. Проєктування АСУ ТОВ</b>			
2.1	Схема автоматизації. Схема структурна ПТК	3 тиждень	Аркуш 1. Аркуш 2. Специфікація обладнання
2.2	Схема принципова електрична АСР	4 тиждень	Аркуш 3
2.3	Креслення щита загального виду	5 тиждень	Аркуш 4
2.4	Схема монтажна. Схема зовнішніх з'єднань	6 тиждень	Аркуш 5. Аркуш 6
2.5	Опис графічних документів	6 тиждень	ПЗ, розділ 3
<b>3. Інженерні розрахунки САР</b>			
3.1	Розрахунок вимірювальних каналів АТК	4 тиждень	ПЗ, підрозділ 2.1
3.2	Розрахунок регулювально-виконавчих каналів АТК	5 тиждень	ПЗ, підрозділ 2.2
3.3	Графічні ілюстрації до розрахункової частини проєкту	5 тиждень	Аркуш 7
<b>4. Імітаційне моделювання і аналіз функціонування АТК</b>			
4.1	Програмування ПТКЗА	6 тиждень	ПЗ, розділ 4
4.2	Полігонні випробування ІМ і аналіз функціонування АСУ	7 тиждень	ПЗ, розділ 5
<b>5. Охорона праці і техніко-економічна ефективність АСУ</b>			
5.1	Охорона праці	7 тиждень	ПЗ, розділ 6
5.2	Техніко-економічної розрахунок АСУ	7 тиждень	ПЗ, розділ 7
<b>6. Попередній захист ДПБ</b>			
6.1	Презентація ДПБ	8 тиждень	ПЗ. Аркуші. Доповідь перед комісією
6.2	Полігон імітаційного моделювання АТК		Демонстрація на прикладі
<b>7. Захист ДПБ</b>			
7.1	Презентація ДПБ	ПЗ. Аркуші. Доповідь перед комісією	
7.2	Полігонні випробування ІМ АТК	Демонстрація на прикладі	



### 3 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ БАКАЛАВРА

Орієнтовний обсяг дипломних проєктів бакалавра складає:

- пояснювальна записка (ПЗ) орієнтовно 50–70 сторінок (не враховуючи додатків);
- обов'язковий графічний (ілюстративний) матеріал – не менше 6 аркушів креслеників (плакатів) формату А1 чи А2.

Матеріал в розділах слід намагатися викладати рівномірно. Певні відхилення в обсязі різних розділів допускаються, але не рекомендується, щоб обсяг одного розділу складав 50 і більше відсотків загального обсягу роботи або обмежувався декількома сторінками.

**Загальний склад** дипломного проєкту бакалавра:

- Пояснювальна записка (ПЗ);
- Графічна частина (графічні кресленики і графічні ілюстрації)  
Аркуші графічної частини виконуються окремо від ПЗ, але обов'язково описуються в ПЗ;
- Відомість документів проєкту  
Відомість виконується окремо від ПЗ. Не описується в ПЗ;
- Специфікація обладнання  
Специфікація виконується окремо від ПЗ, але обов'язково описується в ПЗ.

**Пояснювальна записка** має містити наступні структурні елементи:

- титульний аркуш (див. додаток Б);
- завдання на проєктування (див. додаток В);
- реферат українською та іноземною (тією, яку вивчав студент) мовами;
- перелік скорочень та умовних позначень (за необхідністю);
- зміст;
- вступ;
- основна частина;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки (за необхідності).

**Реферат** обсягом до однієї сторінки державною та іноземною мовами повинен стисло відобразити загальну характеристику та основний зміст дипломного проєкту.

Зміст реферату:

- відомості про обсяг пояснювальної записки, кількість ілюстрацій, таблиць, креслеників, додатків і бібліографічних найменувань за списком використаних джерел;
- об'єкт дипломного проєктування;
- предмет дипломного проєктування;

- мету проєктування, використані методи та отримані результати;
- результат дипломного проєктування;
- апробація матеріалів дипломного проєктування;
- перелік ключових слів (від 6 до 8).

Об'єктом дипломного проєктування є АТК ТООУ.

Приклади. Об'єкт дипломного проєктування – це:

- автоматизований технологічний комплекс п'ятизонної методичної печі прокатного стану;
- автоматизований технологічний комплекс підготовки слябів в п'ятизонній методичній печі до прокатки на прокатному стані.

Предметом дипломного проєктування є АСУ АТК ТООУ.

Приклади. Предмет дипломного проєктування – це:

- автоматизована система управління технологічними процесами п'ятизонної методичної печі прокатного стану;
- автоматизована система управління п'ятизонною методичною піччю прокатного стану.

Результатом дипломного проєктування є розроблений техно-робочий проєкт АСУТП.

Приклад. Результат дипломного проєктування – техно-робочий проєкт:

- автоматизованої системи управління технологічними процесами п'ятизонної методичної печі прокатного стану;
- автоматизованої системи управління п'ятизонною методичною піччю прокатного стану.

Приклад формулювання апробації матеріалів дипломного проєктування:

Основні положення і результати роботи оприлюднені на конференціях:

- Студент С.С. Автоматизація управління п'ятизонною методичною піччю прокатного стану. / В.В. Викладач, С.С. Студент. // XIX міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 22.04.2021.

Основні результати роботи висвітлені в статтях:

- Викладач В.В., Студент С.С. Імітаційне моделювання автоматизованого технологічного комплексу п'ятизонної методичної печі прокатного стану. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2022. Том XX (YY). № Z. С. 39-47.

У **Вступі** вказуються мета дипломного проєкту і завдання на розробку дипломного проєкту.

**Основна частина** пояснювальної записки ділиться на окремі структурні елементи: розділи, підрозділи, пункти, підпункти, що нумеруються по порядку арабськими цифрами.

У **Висновках** підводять загальний підсумок проєкту. Висновки узгоджуються з метою, задекларованими завданнями і повинні містити як констатуючу, так і конструктивну частини.

Висновки по роботі повинні включати:

- загальний аналіз одержаних результатів та їх порівнянням з аналогами;
- узагальнення часткових висновків розділів;
- пропозиції та рекомендації щодо використання одержаних результатів або необхідності додаткових досліджень.

**Список використаних джерел** у випусковій роботі розміщується згідно з вимогами чинного стандарту щодо бібліографічного опису літературного джерела і складається з переліку літератури та інших джерел, використаних при написанні. Список використаних джерел повинен включати фундаментальну, навчальну літературу, науково-технічні видання, статті в наукових журналах, посилання на Internet-джерела.

Рекомендується використовувати літературу, видану за останні 5-8 років. Допускаються посилання на фундаментальні монографії та посібники, видані раніше.

В **Додатках** до пояснювальної записки в бакалаврському проєкті можуть розміщуватися додаткові матеріали: лістинги розроблених комп'ютерних програм; результати розрахунків великого об'єму; громіздкі таблиці; складні схеми; алгоритми вирішення задач чи моделювання; математичні викладки, що заважають полегшеному опануванню тексту основної частини.

Зауваження щодо змісту ПЗ ДПБ. Наведений нижче зміст ПЗ ДПБ є рекомендованим для ДПБ у більшості випадків. Зміст ПЗ ДПБ може бути адаптований під конкретний випадок проєктування. У випадку, коли бакалаврантом розроблюється нестандартний проєкт, пов'язаний з великим обсягом спеціалізованої програмної або технічної розробки/доброби задач цифровізації технологічного агрегату/підприємства, зміст ДПБ, за погодженням з керівником дипломного проєкту, може бути змінений в потрібних межах, в тому числі доволіно і докорінно. Повну відповідальність за результати і наслідки такої зміни змісту ДПБ несе керівник дипломного проєкту.

### **3.1 Пояснювальна записка дипломного проєкту бакалавра**

Пояснювальна записка дипломного проєкту бакалавра має включати наступні основні структурні елементи:

#### **ВСТУП**

#### **РОЗДІЛ 1 ПРОЄКТУВАННЯ АСУТП**

- 1.1 Характеристика технологічного об'єкту управління
- 1.2 Вибір і обґрунтування структури АСУТП ТОУ
- 1.3 Технологічні параметри АСУТП ТОУ
- 1.4 Функції АСУТП
- 1.5 Схема автоматизації функціональна
- 1.6 Схема структурна програмно-технічного комплексу
- 1.7 Перелік і аналіз джерел техніко-економічної ефективності АТК ТОУ

#### **РОЗДІЛ 2 ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК САР**

- 2.1 Інженерний розрахунок вимірювальних каналів САР
  - 2.1.1 Перелік вимірювальних каналів (ВК)
  - 2.1.2 Схеми структурні вимірювальних каналів
  - 2.1.3 Особливості електричних підключень давачів вимірювальних каналів
  - 2.1.4 Монтаж технічних засобів вимірювальних каналів
  - 2.1.5 Захист технічних засобів вимірювальних каналів від перешкод
  - 2.1.6 Схеми структурні надійності вимірювальних каналів
  - 2.1.7 Метрологічний розрахунок вимірювальних каналів
  - 2.1.8 Розрахунок надійності вимірювальних каналів
  - 2.1.9 Функції первинної обробки даних вимірювання в ПЛК
  - 2.1.10 Висновок щодо роботоздатності вимірювальних каналів САР
- 2.2 Інженерний розрахунок регулювально-виконавчих каналів САР
  - 2.2.1 Перелік систем автоматичного регулювання
  - 2.2.2 Функціональна і структурна схеми САР
  - 2.2.3 Схема структурна регулювально-виконавчого каналу САР
  - 2.2.4 Схема структурна програмно-технічних засобів САР
  - 2.2.5 Схема структурна надійності реалізації управляючої функції САР
  - 2.2.6 Розрахунок надійності реалізації управляючої функції САР
  - 2.2.7 Ідентифікація об'єкта управління
  - 2.2.8 Розрахунок регуляторів САР
  - 2.2.9 Функціональне моделювання САР
  - 2.2.10 Висновки щодо роботоздатності РВК САР

#### **РОЗДІЛ 3 ОПИС ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЄКТУ**

- 3.1 Схема функціональна автоматизації ТОУ

- 3.2 Схема структурна ПТК
- 3.3 Схема принципова електрична АСР
- 3.4 Креслення загального виду щита
- 3.5 Схема монтажна щита (таблиця з'єднань)
- 3.6 Схема зовнішніх з'єднань
- 3.7 Специфікація обладнання

#### РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМУВАННЯ ПТКЗА

- 4.1 Програмування функціональності ПЛК
- 4.2 Програмування функціональності SCADA-системи

#### РОЗДІЛ 5 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АТК

- 5.1 Схема структурна полігону імітаційного моделювання АТК ТОО
- 5.2 Функціональне моделювання ОУ в СКМ Matlab Simulink
- 5.3 Реалізація контролерної функціональності САР в софтПЛК CoDeSys
- 5.4 Реалізація супервізорної HMI-Standard функціональності в HMI/SCADA-системі WebStudio
- 5.5 Реалізація супервізорної MES-Lite функціональності в HMI/SCADA-системі WebStudio
- 5.6 Структурне моделювання АТК в програмно-технічному симуляторі

#### РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

#### РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

#### ВИСНОВКИ

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

##### 3.1.1 Вступ до проекту

У Вступі надається:

- інформація загального характеру про ДПБ відповідно до Завдання на проектування;
- актуальність розробки/модернізації системи автоматизації.

*Актуальність дипломного проектування* зумовлена актуальністю автоматизації ТОО. Бакалаврант має аргументувати актуальність і доцільність автоматизації ТОО або модернізації існуючої АСУТП і перерахувати актуальні задачі автоматизації.

Задачами автоматизації є:

- збільшення доходів від реалізації виробленої продукції шляхом досягнення техніко-економічного ефекту від автоматизації ТОО (зниження собівартості виробленої продукції за рахунок зниження питомих витрат матеріалів і енергоносіїв на виробництво продукції; збільшення виробництва продукції);
- забезпечення безлюдного функціонування ТОО, якщо експлуатація ТОО неможлива без його автоматизації (навіть за відсутності техніко-економічного ефекту).

У кінці Вступу вказується мета дипломного проектування.

*Метою дипломного проектування є розробка техно-робочого проекту АСУТП ТООУ.*

Приклад. Мета дипломного проектування – розробити техно-робочий проект автоматизованої системи управління технологічними процесами п'ятизонної методичної печі прокатного стану.

### **3.1.2 Склад і опис Розділу 1 дипломного проекту**

Розділ 1 ДПБ має назву "ПРОЄКТУВАННЯ АСУТП" і присвячений опису технологічного об'єкту управління та структурі і функціям АСУ.

У підрозділі "*1.1 Характеристика технологічного об'єкту управління*" слід надати детальний опис технологічного агрегату і технологічних процесів в агрегаті. Охарактеризувати вхідні, проміжні і вихідні матеріальні та енергетичні потоки (сировина, продукція, енергія). Надати технологічну схему ТООУ, детально описати її. Надати кількісні характеристики параметрів і режимів роботи ТООУ.

У підрозділі "*1.2 Вибір і обґрунтування структури АСУТП ТООУ*" на основі літературних джерел та матеріалів практики зробити огляд існуючих АСУТП ТООУ. Проаналізувати переваги і недоліки існуючих АСУТП ТООУ.

Охарактеризувати місце АСУТП ТООУ в ієрархії інтегрованої АСУ масштабу підприємства за стандартом ISA-95.

Для рівнів автоматизації L0 (вимірювальна апаратура і виконавча апаратура), L1 (контролерний рівень ПТК) і L2 (супервізорна автоматизація) АСУТП ТООУ обґрунтувати і вказати:

- задачі управління;
- осіб, що приймають рішення (ОПР);
- терміни і ключові показники ефективності (КПЕ) управління.

Обґрунтувати вибір дворівневої (або іншої) структури АСУТП і тривірневої (або іншої) структури ПТКЗА.

У підрозділі "*1.3 Технологічні параметри АСУТП ТООУ*" надати повний перелік і опис технологічних параметрів: режимні; захисні; контрольні.

Режимний параметр – вимірюваний регульований технологічний параметр для реалізації управляючої функції.

Захисний параметр – вимірюваний технологічний параметр для реалізації функцій попереджувального і аварійного захисту.

Контрольний параметр – додатковий виміряний технологічний параметр для додаткового контролю технологічного процесу без використання в управляючих і захисних функціях.

У підрозділі "**1.4 Функції АСУТП**" вказати функції АСУТП: управляючі; захисні; інформаційні (саме в такому порядку переліку).

Управляюча функція – стабілізація режимного параметру шляхом зміни регулювальної дії.

Захисна функція – реалізація попереджувального або аварійного захисту шляхом контролю захисних параметрів і формування команди на включення або відключення.

Інформаційна функція – вимірювання режимного, захисного або контрольного параметру.

У підрозділі "**1.5 Схема автоматизації функціональна**" розробити схему функціональну автоматизації ТОУ першим (розширеним) або другим (спрощеним) способом.

На схемі автоматизації мають бути зображені:

- деталізована мнемосхема або технологічна схема ТОУ;
- вимірювальна апаратура і точки вимірювання параметрів;
- вхідні шини ПЛК;
- вихідні шини ПЛК;
- блоки ручного управління;
- виконавча апаратура;
- регулюючі органи і місця їх установки;
- польова шина контролерного рівня АСУТП та/або інформаційна магістраль АСУТП;
- робочі станції SCADA-системи.

Схема автоматизації має бути описана. Зокрема, слід вказати і аргументувати наступне: місця точок вимірювання; порядок формування, передачі і підключення вимірювальних сигналів і команд управління; огляд функціональності ПЛК; реалізація режимів управління (автомат, напівавтомат, ручний); місця установки регулюючих органів; призначення польової шини та/або інформаційної магістралі, характеристика інтерфейсів і протоколів; місця монтажу і розташування ПЛК і робочих станцій SCADA-системи.

У підрозділі "**1.6 Схема структурна програмно-технічного комплексу**" розробити схему структурну ПТК.

Схема структурна повинна відображати архітектуру ПТК, тобто логіку та ієрархію прийняття рішень в АТК. Схема є ілюстративною і виконується спрощено.

АСУТП повинна бути дворівневою (рівні контролерної і супервізорної автоматизації), ПТК – тривірневим (контролерний, серверний і клієнтський рівні). Повинні бути виокремлені рівні автоматизації ТОУ:

- 1) рівень L0 – вимірювальна апаратура (ВМА) і виконавча апаратура (ВКА);
- 2) рівень L1 – рівень контролерної автоматизації (контролерний рівень ПТК);
- 3) рівень L2 – рівень супервізорної автоматизації (серверний і клієнтський рівні ПТК).

Вказати системи передачі сигналів, інтерфейси і протоколи польової шини та/або інформаційної магістралі. Описати призначення і взаємодію ВМА, ВКА, ПЛК, SCADA, промислових мереж (описати їх інтерфейси і протоколи), серверних і клієнтських робочих станцій.

У підрозділі "**1.7 Перелік і аналіз джерел техніко-економічної ефективності АСУТП ТОВ**" вказати джерела техніко-економічної ефективності для управляючих функцій АСУТП (для кожної функції), захисних функцій АСУТП (для кожної функції), інформаційних функцій АСУТП (загалом).

### **3.1.3 Склад і опис Розділу 2 дипломного проєкту**

Інженерний розрахунок АСУТП – це спрощений (арифметичні і алгебраїчні дії) і комплексний розрахунок (метрологічний розрахунок; розрахунок надійності; вибір РО; розрахунок і функціональне моделювання динаміки) основних показників роботоздатності САР в складі АСУТП, на основі якого приймаються рішення щодо експлуатації САР.

Розділ 2 ДПБ має назву "ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК САР" і повинен складатися з наступних підрозділів і пунктів:

Підрозділ "**2.1 Інженерний розрахунок вимірювальних каналів САР**" присвячений розрахунку вимірювальних каналів САР.

У пункті "**2.1.1 Перелік вимірювальних каналів**" надати перелік всіх вимірювальних каналів АСУТП ТОВ.

У пункті "**2.1.2 Схеми структурні вимірювальних каналів**" надати схеми структурні всіх вимірювальних каналів інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) АСУТП ТОВ та їх описи. Вказати типи давачів (без прив'язки до виробника) та типи і рівні електричних сигналів. Окремо вказати номенклатуру (моделі) давачів від конкретних виробників.

Схеми є ілюстративними і виконуються спрощено.

У пункті "**2.1.3 Особливості електричних підключень давачів вимірювальних каналів**" вказати особливості підключень уніфікованих вихідних сигналів давачів за напругою і струмових (з обов'язковим використанням захисних стабілітронів). Вказати особливості підключень термопар з природним вихідним сигналом (використання компенсаційних провідників; компенсація температури холодного спаю; лінеаризація). Вказати особливості підключень



термометрів опору (за чотирипровідниковою, трипровідниковою, двопровідниковою схемами).

У пункті "**2.1.4 Монтаж технічних засобів вимірювальних каналів**" описати типові способи монтажу вимірювальної апаратури АСУТП на ТОУ. Навести ілюстрації (рисунок; схеми; фотографії).

У пункті "**2.1.5 Захист технічних засобів вимірювальних каналів від перешкод**" описати типові способи захисту (екранізація і заземлення) вимірювальної апаратури АСУТП від електромагнітних наведень (зовнішня фільтрація сигналів). Вказати типи кабельної продукції і способи прокладання кабелів. Охарактеризувати способи іскрозахисту та іскробезпечного монтажу (якщо такий використовується). Описати доцільність і способи внутрішньої фільтрації сигналів (програмна фільтрація даних в ПЛК).

У пункті "**2.1.6 Схеми структурні надійності вимірювальних каналів**" надати схеми структурні надійності всіх ВК для одної, погодженої з керівником проекту, САР, та їх опис. Схеми є ілюстративними і виконуються спрощено.

У пункті "**2.1.7 Метрологічний розрахунок вимірювальних каналів**" виконати розрахунок для всіх ВК одної, погодженої з керівником проекту, САР.

Попередньо обґрунтувати і сформулювати для кожного ВК вимоги щодо точності вимірювання.

Використати паспортні дані вимірювальної апаратури щодо класів точності вимірювальної апаратури.

Для кожного ВК розрахувати межу основної допустимої приведенної похибки. Розрахувати для кожного ВК межу абсолютної похибки. Зробити висновок про те, чи задовольняють розраховані похибки ВК заданій точності вимірювання.

У пункті "**2.1.8 Розрахунок надійності вимірювальних каналів**" виконати розрахунок для всіх ВК одної, погодженої з керівником проекту, САР.

Попередньо обґрунтувати і сформулювати для кожного ВК вимоги щодо надійності реалізації інформаційних функцій.

Використати паспортні дані вимірювальної апаратури щодо інтенсивностей відмов або середніх термінів напрацювання на відмову (рекомендується перерахувати в інтенсивності відмов для подальших розрахунків).

Для кожного ВК розрахувати:

- середній час напрацювання ВК на відмову;
- імовірність безвідмовної роботи ВК за заданий час;

- середній час відновлення роботоспроможності кожного ВК.

У пункті "**2.1.9 Функції первинної обробки даних вимірювання в ПЛК**" надати перелік функцій первинної обробки сигналів в ПЛК для всіх ВК одної, погодженої з керівником проєкту, САР, обґрунтувати їх необхідність або відсутність.

У пункті "**2.1.10 Висновок щодо роботоздатності вимірювальних каналів САР**" зробити висновок щодо роботоздатності вимірювальних каналів ІВС одної, погодженої з керівником проєкту, САР, врахувавши точність вимірювання, надійність реалізації інформаційних функцій і необхідність реалізації функцій первинної обробки сигналів в ПЛК.

Підрозділ "**2.2 Інженерний розрахунок регульовально-виконавчих каналів САР**" присвячений розрахункам регульовально-виконавчих каналів САР.

Позначення: РВС – регульовально-виконавча система АСУТП. РВК – регульовально-виконавчий канал в складі РВС, складається з регульовального каналу і виконавчого каналу.

У пункті "**2.2.1 Перелік систем автоматичного регулювання**" надати перелік всіх САР АТК. Вказати для кожної САР:

- тип САР (одноконтурна; комбінована; двоімпульсна; каскадна; релейна) та обґрунтувати вибраний тип САР;
- завдання – задане значення (уставка) регульованого параметру;
- регульований параметр – виміряний режимний параметр;
- об'єкт управління (канал передачі дії «регульовальна дія – виміряний регульований параметр»; об'єкт з самовирівнюванням, без самовирівнювання);
- відповідну управляючу функцію АСУТП – стабілізація регульованого параметру шляхом зміни регульовальної дії (обов'язково вказати, якої конкретно; вказати, який використовується регулюючий орган).

У пункті "**2.2.2 Функціональна і структурна схеми САР**" зробити опис для одної, погодженої з керівником проєкту, САР. Схеми є ілюстративними і виконуються спрощено.

Надати схему функціональну САР (на основі відповідного фрагменту схеми функціональної автоматизації ТОУ). Надати відповідну схему структурну САР (одноконтурна; комбінована; двоімпульсна; каскадна; релейна). Вказати всі характеристики, перераховані в п. 2.2.1 ПЗ, і їх відповідності на схемах функціональній і структурній САР. Вказати на схемах функціональній і структурній САР збурення зі сторони РО і за навантаженням. Навести конкретні приклади збурень зі сторони РО і за навантаженням, вказати джерела і причини походжень збурень.

У пункті "2.2.3 *Схема структурна регульовально-виконавчого каналу САР*" зробити опис для одної, погодженої з керівником проєкту, САР. Схема є ілюстративною і виконується спрощено.

Регульовальний канал реалізується в ПЛК.

На схемі РВК вказати: функціональні блоки регуляторів; уставки; виміряні регульовані параметри. Стрілками вказати напрямки передачі інформації. Вказати знаки вхідних імпульсів регуляторів.

Виконавчий канал передає команди управління від ПЛК на регулюючий орган.

На схемі РВК вказати: вихідні модулі ПЛК; блоки ручного управління; пускачі (підсилювачі); виконавчі механізми; регулюючі органи. Вказати типи і рівні електричних сигналів. Вказати тип виконавчого механізму: аналоговий (ВМ змінної швидкості) або трипозиційний (ВМ постійної швидкості); вказати для ВМ тип сигналу управління від вихідного модуля ПЛК; вказати для ВМ тип функціонального блоку (ФБ) ПД-регулятора в ПЛК.

Вказати, як реалізуються режими автоматичний (напівавтоматичний) і ручний управління регулюючим органом.

Вказати тип регулюючого органу і описати принцип його дії. Вказати, як реалізується лінійність витратної характеристики РО в робочому діапазоні регулювання.

У пункті "2.2.4 *Схема структурна програмно-технічних засобів САР*" зробити опис для одної, погодженої з керівником проєкту, САР. Схема є ілюстративною і виконується спрощено.

Надати схему структурну ПТЗ. Схема структурна ПТЗ САР поєднує схеми структурні вимірювального та регульовально-виконавчого каналів САР. Додатково в схему входять елементи супервізорного рівня АСУТП:

- інформаційна магістраль – інтерфейс і протоколи;
- SCADA-система;
- СУБД.

Описати взаємодію сигналів і даних в ПТЗ САР – від вимірювання регульованих параметрів до переміщення регулюючих органів і візуалізації даних в SCADA-системі і архівування даних в СУБД (архіваторі).

У пункті "2.2.5 *Схема структурна надійності реалізації управляючої функції САР*" надати схему структурну надійності реалізації управляючої функції для одної, погодженої з керівником проєкту, САР, та її опис. Схема є ілюстративною і виконується спрощено.

У пункті "2.2.6 *Розрахунок надійності реалізації управляючої функції САР*" виконати

розрахунок для одної, погодженої з керівником проєкту, САР.

Попередньо обґрунтувати і сформулювати вимоги щодо надійності реалізації управляючої функції.

Використати паспортні дані апаратури в складі РВК САР щодо інтенсивностей відмов або середніх термінів напрацювання на відмову (рекомендується їх перерахувати в інтенсивності відмов для подальших розрахунків).

Для кожного РВК (тобто, для кожної управляючої функції) розрахувати:

- середній час напрацювання РВК на відмову;
- імовірність безвідмовної роботи РВК за заданий час;
- середній час відновлення роботоспроможності кожного РВК.

У пункті **"2.2.7 Ідентифікація об'єкта управління"** виконується ідентифікація об'єкта управління для одної, погодженої з керівником проєкту, САР. Під об'єктом управління (ОУ) в даному випадку мається на увазі канал передачі дії «регульовальна дія – вимірний регульований параметр».

Вказати тип ОУ – з самовирівнюванням чи без самовирівнювання.

Можливі три варіанти ідентифікації ОУ:

- розроблюється та розраховується динамічна фізико-математична модель ТОУ. Для подальших розрахунків і моделювання система отриманих диференціальних (різницевих) рівнянь ОУ має бути представлена структурною схемою ОУ на основі передавальних функцій і перебудована в стандартну модель ОУ;
- на реальному ОУ знімається розгінна характеристика (крива розгону). Розгінна характеристика ОУ перебудовується у перехідну характеристику ОУ. Для подальших розрахунків і моделювання перехідна характеристика ОУ має бути апроксимована і перебудована в стандартну модель ОУ;
- на основі літературних даних відразу формується стандартна модель ОУ.

Стандартна модель ОУ: для ОУ з самовирівнюванням – послідовне з'єднання ланки транспортного запізнення і аперіодичної ланки 1-го або 2-го порядку; для ОУ без самовирівнювання – послідовне з'єднання ланки транспортного запізнення та інтегруючої ланки. Реальний ОУ не містить ланок транспортного запізнення, а має виключно перехідне запізнення. Ланка транспортного запізнення вводиться в стандартну модель ОУ штучно тільки для апроксимації перехідного запізнення в ОУ. В стандартній моделі ОУ з самовирівнюванням, як правило, достатньо одної аперіодичної ланки 1-го порядку. Дві аперіодичні ланки використовують, коли ОУ є коливальним.

У пункті **"2.2.8 Розрахунок регуляторів САР"** попередньо обґрунтувати і сформулювати

для кожної САР вимоги щодо якості регулювання у вигляді вимог до прямих показників якості перехідного процесу – вказати, який тип перехідного процесу є оптимальним:

- 1) аперіодичний (максимальний динамічний викид, нульове перерегулювання, мінімальний час регулювання, відсутність коливань);
- 2) з 20%-им перерегулюванням (середній динамічний викид, перерегулювання, середній час регулювання, тільки два напівперіода коливань);
- 3) з мінімумом квадратичного інтегрального критерію (найменший динамічний викид; практично 40%-не перерегулювання, найбільший час регулювання, три і більше напівперіода коливань).

Для розрахунку ПД-регулятора використати стандартну модель ОУ. Для розрахунку ПД-регулятора використати метод РАФХ і один з експрес-методів (або інші методи).

Вказати, яким функціональним блоком ПЛК реалізується ПД-регулятор. Реалізація ПД-регуляторів САР режимного параметру в функціональний блок ПЛК:

- аналоговий ПД-регулятор (ПД-закон регулювання), якщо регулятор коригуючий або якщо регулятор стабілізуючий з аналоговим виконавчим механізмом (ВМ змінної швидкості = позиціонер);
- імпульсний ПД-регулятор (ДПД<sup>2</sup>-закон регулювання), якщо регулятор стабілізуючий з трипозиційним ВМ (релейний ВМ постійної швидкості = інтегратор).

У пункті "2.2.9 Функціональне моделювання САР" змоделювати САР з розрахованим ПД-регулятором в системі комп'ютерної математики (СКМ) Matlab Simulink. В якості моделі ОУ використати стандартну модель ОУ. ПД-регулятор змоделювати у вигляді послідовно-паралельної структурної схеми.

Моделювання перехідних процесів в САР здійснити по каналах передачі дії «зміна завдання – регульований параметр» і «збурення зі сторони РО – регульований параметр».

Для стабілізуючих САР (підтримання регульованого параметру на уставці, яка не змінюється в перехідному процесі; таких САР в теплоенергетиці – переважна більшість) основним каналом слід вважати канал передачі дії «збурення зі сторони РО – регульований параметр», так як саме цим каналом наноситься регулююча дія і саме цей перехідний процес слід порівнювати з перехідною характеристикою ОУ.

Для слідкуючих САР (підтримання регульованого параметру на уставці, яка змінюється в темпі з перехідним процесом; такі САР для теплоенергетики не є типовими) основним є канал передачі дії «зміна завдання – регульований параметр».

Порівняти перехідний процес в САР з перехідною характеристикою стандартної моделі ОУ, зробити висновки щодо якості регулювання (якості перехідних процесів в замкненій САР).

Стандартно для стабілізуючої САР динамічний викид перехідного процесу має бути

меншим за сталі значення перехідної характеристики ОУ, а час регулювання в перехідному процесі – меншим за час виходу перехідної характеристики ОУ на сталі значення. Стандартно для слідкуючої САР час регулювання в перехідному процесі має бути меншим за час виходу перехідної характеристики ОУ на сталі значення.

Виконати аналіз чутливості САР режимного параметру до параметричних збурень.

Параметричні збурення – погодна, добова, сезонна чи вікова зміна параметрів ТОУ (так званий «дрейф» характеристик ТОУ). В стандартній моделі ОУ з самовирівнюванням дрейф параметрів ТОУ еквівалентний зміні (дрейфу) коефіцієнту передачу ОУ і сталій часу ланки транспортного запізнення. В стандартній моделі ОУ без самовирівнювання дрейф параметрів ТОУ еквівалентний зміні (дрейфу) сталої часу інтегруючої ланки і сталій часу ланки транспортного запізнення. Для лінійних САР дрейф параметрів ОУ еквівалентний зміні оптимальних параметрів налагодження ПІД-регуляторів.

Аналіз чутливості САР режимного параметру до параметричних збурень здійснюється в наступній послідовності:

- 1) обирається один прямий показник якості перехідного процесу в САР, за яким буде здійснюватися аналіз чутливості САР. Рекомендується обрати динамічний викид перехідного процесу в якості такого показника (варіанти: перерегулювання; час регулювання);
- 2) змінюються параметри ОУ: для ОУ з самовирівнюванням – «коефіцієнт передачі ОУ» і «стала часу ланки транспортного запізнення»; для ОУ без самовирівнювання – «стала часу інтегруючої ланки» і «стала часу ланки транспортного запізнення»;
- 3) для кожного значення зміненого параметру ОУ слід визначити нові значення обраного показника якості і обчислити значення коефіцієнта чутливості як співвідношення відносної зміни показника якості і відносної зміни параметру ОУ. САР вважається малочутливою за визначеним показником якості щодо параметричного збурення, якщо значення коефіцієнту чутливості не перевищує одиниці;
- 4) визначаються запаси грубості (малочутливості) САР за обраним показником якості щодо параметричних збурень ОУ. Запас грубості є діапазоном, в якому може змінюватись (дрейфувати) параметр ОУ, допоки САР лишається малочутливою щодо параметричного збурення (тобто, допоки коефіцієнт чутливості залишається меншим одиниці). Всього розраховуються два запаси грубості САР, тобто два діапазони дрейфування параметрів ОУ (так як визначений один показник якості і визначені два параметричних збурення).

У пункті "2.2.10 **Висновки щодо роботоздатності РВК САР**" зробити висновок щодо роботоздатності РВК одної, погодженої з керівником проєкту, САР, враховуючи якість регулювання (якість перехідних процесів в замкненій САР), чутливість прямих показників якості перехідних процесів в замкненій САР до параметричних збурень ОУ, надійність реалізації

управляючих (і захисних) функцій САР.

### **3.1.4** **Склад і опис Розділу 3 дипломного проєкту**

Розділ 3 ДПБ має назву "ОПИС ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЄКТУ" і присвячений огляду графічної частини проєкту.

У підрозділі "**3.1** *Схема функціональна автоматизації ТОУ*" вказати, що опис схеми функціональної автоматизації ТОУ наведений в підрозділі 1.5 ПЗ ДПБ.

У підрозділі "**3.2** *Схема структурна ПТК*" вказати, що опис схеми структурної ПТКЗА наведений в підрозділі 1.6 ПЗ ДПБ.

У підрозділі "**3.3** *Схема принципова електрична АСР*" надати опис схеми принципової електричної АСР:

- блоки живлення;
- підключення давачів, особливості схем підключення;
- підключення виконавчої апаратури;
- призначення елементів схеми;
- описати проходження сигналу від давача до регулюючого органу, вказавши типи і рівні електричних сигналів;
- реалізація режимів управління автомат, напівавтомат, ручний;
- кінцеві вимикачі виконавчих механізмів, діаграми спрацювання (за необхідності).

У підрозділі "**3.4** *Креслення загального виду щита*" надати опис креслення загального виду щита:

- 1) описати принцип і порядок монтажу апаратури на щиті;
- 2) вказати і описати реалізовані ергономічні вимоги до розташування апаратури на щиті/пульті;
- 3) вказати і описати реалізовані ергономічні вимоги до розташування клемників на щиті/пульті.

У підрозділі "**3.5** *Схема монтажна щита (таблиця з'єднань)*" пояснити призначення схеми монтажною щита (таблиці з'єднань). Надати опис схеми монтажною щита (таблиці з'єднань).

У підрозділі "**3.6** *Схема зовнішніх з'єднань*" пояснити призначення схеми зовнішніх

з'єднань. Надати склад і опис схеми зовнішніх з'єднань.

У підрозділі "**3.7 Специфікація обладнання**" надати характеристику всім вказаним в специфікації виробникам (вендорам) вимірювальної апаратури, виконавчої апаратури, програмно-технічних засобів контролерної і супервізорної автоматизації. Вказати наявність дистрибуторів вимірювальної і виконавчої апаратури і програмно-технічних засобів автоматизації, надати характеристику. Надати актуальні посилання на сайти вендорів і дистрибуторів.

### **3.1.5 Склад і опис Розділу 4 дипломного проєкту**

Задачі програмування узгоджуються з керівником проєкту і повинні відповідати тематиці ДПБ. Програмування ПТКЗА охоплює програмування функціональності ПЛК і програмування функціональності SCADA-системи.

Розділ 4 ДПБ має назву "ПРОГРАМУВАННЯ ПТКЗА" і присвячений програмування контролера.

У підрозділі "**4.1 Програмування функціональності ПЛК**" запрограмувати ПЛК, використаний в дипломному проєкті. Розроблена програма має бути протестована в симуляторі або софтПЛК. Результати роботи програми мають бути візуалізовані на екрані операторського ПЛК або у веб-браузері (ПЛК має мати вбудований веб-сервер), або в мобільному застосунку. Надати скриншоти з візуалізацією результатів роботи.

Якщо бакалавр не має можливості запрограмувати функціональність проєктного ПЛК, він може виконати програмування софтПЛК CoDeSys, який вивчається студентами.

Можливі задачі програмування ПЛК:

- програмування задач первинної обробки сигналів (лінеаризація; масштабування; перетворення діапазону; фільтрація; обмеження сигналу; обмеження швидкості зміни сигналу; алармування);
- програмування задач неперервного регулювання (ПД-регулятори і динамічні компенсатори в САР одноконтурній, комбінованій, двоімпульсній, каскадній; двопозиційне регулювання в релейній САР);
- програмування задач програмно-логічного управління (старт-стопне управління конвейерами і рольгангами; схеми лічильників і таймерів; технологічна і аварійна сигналізація; схеми блокувань і аварійного включення резерву; схеми перекидання факелу);
- програмування задач візуалізації (мнемосхеми; метери; поля вводу-виводу даних; командні кнопки; таблиці алармів і подій; тренди);



- програмування задач аутотюнінгу і машинного навчання;
- інші задачі.

Вказати у явному вигляді весь перелік програмного забезпечення, який був використаний для програмування ПЛК, із зазначенням версій програмного забезпечення, які використовувались. Надати весь програмний код, який розроблений автором, з описом та поясненнями (за умови великого обсягу код може бути оформлений у вигляді додатка до пояснювальної записки).

У випадку використання функцій, функціональних блоків, та типів даних, які входять до складу стандартних або загальнодоступних бібліотек, повинно бути вказано назви та версії цих бібліотек. Використання елементів, які входять до складу комерційних бібліотек або мають обмеження щодо використання, не допускається. Не допускається використання елементів, які не є стандартними та не описані у пояснювальній записці.

Рекомендації з розробки програмного забезпечення ПЛК:

- 1) текст програми не повинен містити помилок, які унеможливають компілювання коду;
- 2) всі функції системи автоматизації, які реалізуються за допомогою програмного забезпечення ПЛК, повинні бути відокремлені в явному вигляді одна від одної за допомогою структурування програмного забезпечення, а саме: для кожної функції системи автоматизації повинна бути створена окрема функція, функціональний блок, організаційний блок, програма тощо – залежно від типу обраного програмно-технічного комплексу засобів автоматизації;
- 3) кожен елемент програми повинен мати чітку впорядковану структуру, опис призначення та пояснення обраного методу розв'язання задачі, всі використані змінні, параметри та константи повинні мати назви, за якими можна визначити їх призначення, та коментарі, які в явному вигляді описують їх призначення. При написанні коментарів до програмного коду слід надавати перевагу однорядковим коментарям, які розпочинаються з символів `//`. При використанні текстових мов програмування та написанні коментарів довжина строки не повинна перевищувати 80 символів;
- 4) назви всіх елементів повинні складатись з латинських символів, цифр та знаку нижнього підкреслення, використання кирилических символів, пробілів та спеціальних символів не допускається (навіть якщо обрана система програмування ПЛК дозволяє таке використання). Також не допускається використання назв змінних, які відрізняються лише регістром. Довжина назв програмних елементів не повинна перевищувати 24 символів. Назви констант записуються лише **ВЕЛИКИМИ\_ЛІТЕРАМИ**;
- 5) назви змінних починаються з малої літери, назви функціональних блоків починаються з Великої літери. Назви екземплярів функціональних блоків повинні починатись з символів `"inst"` та повинні містити назву функціонального блоку.

У підрозділі "4.2 Програмування функціональності SCADA-системи" запрограмувати SCADA-систему, використану в дипломному проєкті. Розроблена програма має бути протестована в режимі виконання (ран-тайму). Результати роботи програми мають бути візуалізовані на екрані операторського ПЛК і в веб-браузері (SCADA-система має мати вбудований веб-сервер).

Якщо бакалавр не має можливості запрограмувати функціональність проєктної SCADA-системи, він може виконати програмування SCADA-системи WebStudio, яка вивчається студентами.

Задачі програмування SCADA-системи:

- програмування задач HMI-Standard функціональності (меню; мнемосхеми; алармування; архівування; тренди);
- програмування задач MES-Lite функціональності (рецепти; розклади; звітність);
- програмування задач і сервісів хмарної обробки даних;
- програмування задач діагностики і попереджувального обслуговування;
- програмування задач розрахунку ключових показників ефективності.

Має бути наведена у текстовому, табличному або графічному вигляді структура розробленого людино-машинного інтерфейсу з описом призначення та функцій кожного з екранів, взаємних переходів та (за наявності) рівнів доступу.

Рекомендації з розробки людино-машинного інтерфейсу:

- 1) структура людино-машинного інтерфейсу та переходи між різними рівнями інтерфейсу повинні відповідати завданню, яке вирішує даний рівень інтерфейсу. На кожному екрані повинна бути розміщена така кількість елементів керування та такої обсяг інформації, якого має бути достатньою для оцінки стану і перебігу технологічного процесу та для розв'язання поточної задачі. Слід уникати відображення надлишкової інформації, яка може відвертати увагу оператора від основної задачі;
- 2) основний колір фону екрана повинен бути нейтральним для сприйняття, найбільш вдалим для фону є пастельні кольори, відтінки світло-сірого або світло-коричневого кольору. Для позначення ввімкнених елементів або елементів, які працюють коректно, рекомендовано використовувати білий колір або колір, що світліший за колір фону, а для вимкнених елементів – колір, що темніший за колір фону. Використання яскравих насичених кольорів має бути мінімальним, а їх призначення – виключно для позначення ситуацій, які потребують уваги та втручання оператора;
- 3) при розробці інтерфейсу варто уникати 3-вимірних елементів або елементів, які рухаються чи перекривають інші елементи, містять дрібні деталі, насичені кольори чи градієнтне заповнення. Для позначення ділянок виробничого або технологічного

процесу слід надавати перевагу використанню стандартних позначень схем автоматизації функціональних;

- 4) для уникнення помилкових чи випадкових натиснень розміщення та розмір елементів керування повинні відповідати фізичним розмірам та технічним характеристикам пристрою, за допомогою якого даний інтерфейс буде відображений. Важливі елементи керування, які дозволяють оперативно запобігти появі та розвитку аварійної ситуації, повинні бути доступними на екрані весь час;
- 5) при відображенні основних технологічних параметрів слід надавати перевагу графічному представленню, яке дозволяє оператору оцінювати перебіг технологічного процесу в динаміці та запобігати появі аварійних ситуацій. З цією метою рекомендовано представляти інформацію про технологічні параметри у графічному вигляді, графічно виділяти нормальний діапазон зміни значень та критично низькі чи високі діапазони зміни контрольованих та регульованих параметрів. Слід уникати динамічної зміни ціни поділки графіків, що може спричинити невірну оцінку оператором поточних значень технологічних параметрів;
- б) дотримуватись принципів парадигми візуалізації «Ситуаційна Обізнаність» (Situational Awareness):
  - монохромність;
  - послідовна функціональна визначеність кольорів;
  - аналоговість, дубльована цифрою;
  - мінімізація використання 3D-графіки, транспарентності, градієнтності;
  - вкладеність екранів;
  - ідеологія дашборду.

### 3.1.6 Склад і опис Розділу 5 дипломного проєкту

Імітаційну модель розробити для одної, погодженої з керівником проєкту, САР.

Розділ 5 ДПБ має назву "ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АТК" і присвячений опису моделювання автоматизованого технологічного комплексу.

У підрозділі "5.1 *Схема структурна полігону імітаційного моделювання АТК ТОВ*" програмним інструментарієм імітаційної моделювання АТК ТОВ є програмно-технічний симулятор АТК на платформі Simulink – CoDeSys – WebStudio в лабораторії імітаційного моделювання АТК. До складу симулятора входять:

- модель універсального (з вимірюванням додаткового регульованого параметру в проміжній точці) ОУ в Matlab Simulink;

- універсальна (каскадна) АСР в софтПЛК CoDeSys;
- типова супервізорна функціональність в HMI/SCADA-системі WebStudio.

Бакалаврант може:

- Варіант 1. Розробити свій програмний інструментарій імітаційного моделювання, наприклад, використати розроблене в розділі 4 програмне забезпечення (в тому числі, в системах Matlab Simulink, CoDeSys, WebStudio). Обов'язковою вимогою до такого полігону імітаційного моделювання є реалізація обміну даними в реальному часі між ПЛК і моделлю ОУ в СКМ (наприклад, в СКМ Matlab Simulink).
- Варіант 2. Сконфігурувати програмно-технічний симулятор АТК Simulink – CoDeSys – WebStudio лабораторії імітаційного моделювання АТК (інакше, ПТС ІМ АТК).

Надати схему структурну полігону імітаційного моделювання АТК ТОУ та її опис.

У підрозділі "**5.2 Функціональне моделювання ОУ в СКМ Matlab Simulink**" бакалаврант може:

- варіант 1. Розробити модель ОУ в СКМ Matlab Simulink;
- варіант 2. ПТС ІМ АТК. Сконфігурувати універсальний (з вимірюванням в проміжній точці) ОУ в СКМ Matlab Simulink під ОУ проектної САР.

У підрозділі "**5.3 Реалізація контролерної функціональності САР в софтПЛК CoDeSys**" бакалаврант може:

- варіант 1. Реалізувати контролерну функціональність САР в проектному ПЛК;
- варіант 2. ПТС ІМ АТК. Сконфігурувати універсальну (каскадну) АСР в софтПЛК CoDeSys під АСР проектної САР.

У підрозділі "**5.4 Реалізація супервізорної HMI-Standard функціональності в HMI/SCADA-системі WebStudio**" бакалаврант може:

- варіант 1. Розробити супервізорну функціональність HMI-Standard в проектній HMI/SCADA-системі;
- варіант 2. ПТС ІМ АТК. Сконфігурувати вікна «Menus», «Mimics», «Alarms», «Trends», «Models» під функціональність проектної САР.

У підрозділі "**5.5 Реалізація супервізорної MES-Lite функціональності в HMI/SCADA-системі WebStudio**" бакалаврант може:

- варіант 1. Розробити супервізорну функціональність MES-Lite в проектній HMI/SCADA-системі;

- варіант 2. ПТС ІМ АТК. Сконфігурувати вікна «Models», «Recipes», «Reports», «Schedules» під функціональність проєктної САР.

У підрозділі "5.6 Структурне моделювання АТК в програмно-технічному симуляторі" бакалаврант може:

- варіант 1. Змоделювати проєктну САР в розробленому програмно-технічному симуляторі;
- варіант 2. Змоделювати проєктну САР в сконфігурованому програмно-технічному симуляторі Simulink – CoDeSys – WebStudio лабораторії імітаційного моделювання АТК.

Надати скриншоти функціональної моделі ТОУ в Matlab Simulink та її опис. Надати скриншоти функціональних РОУ і вікон CoDeSys та їх опис. Надати скриншоти функціональних задач і вікон WebStudio та їх опис.

### **3.1.7 Склад і опис Розділу 6 дипломного проєкту**

Розділ 6 ДПБ має назву "ОХОРОНА ПРАЦІ" і направлений на розробку комфортних та безпечних умов праці для обслуговуючого персоналу АСУТП, що представлений в дипломному проєкті.

У даному розділі студент, за погодженням з керівником дипломного проєкту та під керівництвом консультанта, розробляє питання організації безпечних умов праці. У дипломному проєкті мають бути обрані (за згодою керівника) та опрацьовані наступні питання:

- 1) вентиляція та мікроклімат;
- 2) пожежна безпека;
- 3) електробезпека;
- 4) газова безпека та вибухобезпека.

У бакалаврському дипломному проєкті можуть бути розглянуті як усі наведені вище питання, так і деякі, які мають більш вагомий внесок в безпеку технології, що розробляється в дипломному проєкті. Обсяг питань з охорони праці визначається керівником проєкту та погоджується з консультантом. Детальна інформація про зміст та обсяг розділу «Охорона праці» у дипломних проєктах бакалаврів спеціальності "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" надано у навчальному посібнику [2].

Розділ закінчується висновками, в яких зазначаються основні кроки, які забезпечують організацію безпечних умов праці.

### **3.1.8 Склад і опис Розділу 7 дипломного проєкту**

Розділ 7 ДПБ має назву "ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК". В ньому слід вказати конкретно джерела техніко-економічної ефективності АСУТП.

В загальному випадку техніко-економічна ефективність автоматизації ТООу полягає в:

- зниженні собівартості виробленої продукції;
- збільшенні виробництва продукції (навіть при збільшенні собівартості продукції);
- підвищенні ціни продукції за рахунок підвищення її якості та підвищеного попиту (навіть при збільшенні собівартості продукції і зниженні виробництва продукції);

В загальному випадку зниження собівартості виробленої продукції досягається шляхом:

- зниження питомих витрат матеріалів і енергоносіїв на виробництво продукції ТООу;
- зниження коефіцієнту браку, тобто підвищення коефіцієнту виходу придатної продукції ТООу;
- зниження питомих витрат на експлуатацію вже існуючої АСУТП.

Зробити розрахунок техніко-економічної ефективності АСУТП.

В загальному випадку розрахунок техніко-економічної ефективності містить [3]:

- 1) обчислення капіталовкладень (капітальних витрат на проектування, комплектування і введення АСУТП в дію), грн;
- 2) обчислення економії від автоматизації внаслідок досягнення техніко-економічного ефекту (зниження собівартості виробленої продукції за рахунок зниження питомих витрат матеріалів і енергоносіїв на виробництво продукції; збільшення виробництва продукції), грн/рік;
- 3) обчислення додаткових витрат на експлуатацію АСУТП, грн/рік;
- 4) обчислення економічної ефективності як різниці між економією від АСУТП і додатковими витратами на експлуатацію АСУТП, грн/рік;
- 5) обчислення строку окупності капіталовкладень в АСУТП (капітальних витрат на проектування, комплектування і введення АСУТП в дію) як відношення капіталовкладень до економії, рік;
- 6) обчислення економічного ефекту (грн/рік) від автоматизації з урахуванням економії (грн/рік), капіталовкладень (грн) і нормативного коефіцієнту річної економічної ефективності капіталовкладення в нову техніку ( $= 0.15, 1/\text{рік}$ ).

Показниками техніко-економічної ефективності АСУТП є економічна ефективність, строк окупності і економічний ефект. Ці показники повинні використовуватись разом. Окреме використання вказаних показників не має економічного сенсу. Тільки сумісне використання цих показників повністю характеризує техніко-економічну ефективність від створення, введення в дію і експлуатації АСУТП для конкретного ТООу (тобто, техніко-економічну ефективність від створення, введення в дію і експлуатації АТК).

Показник «економічна ефективність, грн/рік» вказує на щорічний чистий дохід від

автоматизації ТОУ. Цей показник є необхідним (обов'язковим) показником економічної ефективності АСУТП, але не є достатнім.

Показник «строк окупності, рік» вказує, за скільки років окупуються разові капітальні витрати на створення АСУТП з урахуванням щорічної економічної ефективності АСУТП. Цей показник є необхідним (обов'язковим) показником економічної ефективності АСУТП, але не є достатнім.

Показник «економічний ефект від автоматизації, грн/рік» (принциповим в терміні є вираз «від автоматизації») вказує, який додатковий щорічний ефект надаватиме саме автоматизація ТОУ порівняно з модернізацією ТОУ або побудовою нового ТОУ (при цьому економічна ефективність автоматизації не змінюється). Економічний ефект завжди менший економічної ефективності. Нормативний строк окупності нової техніки (тобто, модернізації ТОУ або побудови нового ТОУ) є 6 років; звідси нормативний коефіцієнт річної ефективності капіталовкладень в модернізацію (нову техніку) є рівним 0.15 (1/рік). Автоматизація ТОУ повинна окупуватись менше, ніж за 6 років, тобто, швидше, ніж технологічне переобладнання ТОУ; інакше економічно вигідніше, ніж автоматизувати ТОУ, модернізувати ТОУ технологічно без автоматизації або збудувати новий ТОУ без автоматизації (за ті ж самі капіталовкладення і з тією ж самою економічною ефективністю функціонування, що і за автоматизації ТОУ).

Приклад. Економічна ефективність АСУТП складає 1.5 млн грн/рік, строк окупності – 2 роки, економічний ефект – 1 млн грн/рік. Сумісне використання трьох показників вказує на наступне:

- 1) АСУТП приносить чистий щорічний дохід 1.5 млн грн;
- 2) початкові разові капіталовкладення (3 млн грн) в створення і введення АСУТП в дію окупуються за 2 роки;
- 3) АСУТП приносить, порівняно з модернізацією ТОУ або побудовою нового ТОУ, ще додатково щорічно 1.0 млн грн (модернізація ТОУ нормативно приносила б тільки 0.5 млн грн/рік).

### **3.1.9 Склад і опис Розділу "ВИСНОВКИ"**

Основні результати проектування та висновки щодо роботоздатності кожної САР. Рекомендації щодо можливості тиражування АСУТП. Рекомендації щодо перспективи модернізації АСУТП.

#### Приклад формулювання висновків

Розроблено техно-робочий проєкт автоматизованої системи управління технологічними процесами п'ятизонної методичної печі прокатного стану. Проєкт розроблений з використанням сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій (вказати, яких саме: PLC; SCADA-система; САД-система; системи моделювання і цифрові двійники; ІоТ-технології; сучасні регулятори;

спеціальні мережі, наприклад сенсорні; технології Data Science). Автоматизація технологічних процесів п'ятизонної методичної печі прокатного стану відповідно до проекту забезпечить технічний ефект – зниження питомої витрати природного газу на 2%. Проектні капіталовкладення в АСУТП складають 3 млн грн. Проектна економічна ефективність від автоматизації складає 1.5 млн грн. Проектний термін окупності капіталовкладень в АСУТП складає 2 роки. Додатковий економічний ефект від автоматизації ТОО порівняно з модернізацією ТОО складатиме 1.0 млн грн/рік. Проект може бути тиражований для аналогічного ТОО. За рахунок використання сучасних технологій автоматизації (комп'ютерно-інтегрованих технологій) проект може бути швидко і економічно ефективно модернізований для подібних ТОО.

### **3.1.10 Оформлення Списку використаних джерел**

Використані джерела інформації мають бути опублікованими, актуальними, не містити застарілу інформацію. Список використаних джерел оформлюється згідно [4].

## **3.2 Перелік графічних матеріалів**

- Аркуш 1. Схема функціональна автоматизації ТОО;
- Аркуш 2. Схема структурна ПТК;
- Аркуш 3. Схема принципова електрична АСР;
- Аркуш 4. Креслення загального виду щита;
- Аркуш 5. Схема монтажна щита (або таблиця з'єднань);
- Аркуш 6. Схема зовнішніх з'єднань;
- Аркуш 7. Графічні ілюстрації до розрахункової частини проекту.

## **3.3 Перелік відомостей і специфікацій**

У відомість документів проекту включають всі конструкторські документи, які розроблені в цьому проекті. Відомість документів проекту складають згідно форми, яка наведена в Додатку Г.

Специфікація обладнання виконується на аркушах формату А3. В специфікацію обладнання включають всі засоби автоматизації, вироби та матеріали із зазначенням їхніх позицій, технічних найменувань, характеристик, кількості та підприємств-виробників.

Форма специфікації приведена в Додатку Д. Якщо специфікація має два і більше аркушів, то використовується для другого і наступних аркушів рамка з Додатку Ж.

Специфікацію складають за такими розділами:



- прилади;
- комплекси технічних засобів;
- щити і пульти;
- електроапарати (які знаходяться за місцем);
- трубопровідна арматура (регулювальні клапани, заслонки, виконавчі механізми);
- кабелі і дроти;
- монтажні вироби і матеріали;
- технічні засоби автоматизації, що поставляються комплектно з обладнанням.

Найменування кожного розділу записують у вигляді заголовка у колонці 2 та підкреслюють.

У відповідних колонках специфікації вказують [9]:

- 1 – позиційні позначення обладнання, виробів, що передбачені робочими кресленнями відповідного основного комплекту;
- 2 – найменування обладнання, виробу, матеріалу, їх технічну характеристику відповідно до вимог стандартів, технічних умов та іншої технічної документації, а також інші необхідні відомості. При записі матеріалу вказують його умовне позначення, що встановлено у стандарті чи іншому нормативному документі;
- 3 – тип, марку обладнання, виробу, позначення стандарту, технічних умов чи іншого документа, а також позначення опитувального аркуша;
- 4 – код обладнання, виробу, матеріалу за класифікатором промислової та сільськогосподарської продукції;
- 5 – найменування заводу-виготовлювача обладнання (для імпортного обладнання - країну, фірму);
- 6 – позначення одиниці виміру;
- 7 – кількість обладнання, виробів, матеріалів у прийнятих одиницях виміру;
- 8 – масу одиниці обладнання, виробу у кілограмах. Для невеликого обладнання (масою до 25 кг), графу допускається не заповнювати;
- 9 – додаткові відомості.

## 4 ОФОРМЛЕННЯ ДОКУМЕНТІВ ПРОЄКТУ

### 4.1 Пояснювальна записка

Текст пояснювальної записки (ПЗ) дипломного проєкту бакалавра друкують шрифтом *Times New Roman* чорного кольору прямого накреслення через півтора міжрядкові інтервали кеглем 14.

Розмір шрифту для написання заголовків у рядках і колонках таблиць і пояснювальних даних на рисунках і в таблицях встановлює сам автор.

ПЗ друкують на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210 мм x 297 мм). У разі потреби для таблиць та ілюстрацій можна використовувати аркуші формату А3 (297 мм x 420 мм).

Рекомендовано на сторінках ПЗ використовувати береги такої ширини: верхній і нижній – не менше ніж 20 мм, лівий – не менше ніж 25 мм, правий – не менше ніж 10 мм.

Перша сторінка ПЗ зі структурним елементом «ЗМІСТ» має містити рамку з основний надписом, як представлено у Додатку Г. При цьому необхідно вказати назву документа «Пояснювальна записка» та замінити шифр документа з АТХ.ВД на АТХ.П. Наступні сторінки ПЗ, повинні мати рамку з основним надписом з Додатку Ж.

Абзацний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту ПЗ та дорівнювати п'яти знакам.

В тексті ПЗ, крім заголовків, слова та словосполучення дозволено скорочувати згідно з правописними нормами та [5].

Символи в рівняннях і формулах, написи та пояснювальні дані на рисунках, схемах, графіках, діаграмах і в таблицях створюють і вводять у текст з використанням відповідних редакторів комп'ютерної програми.

Структурні елементи ПЗ: «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ» – не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів.

Для розділів і підрозділів наявність заголовка обов'язкова. Пункти та підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки структурних елементів ПЗ та заголовки розділів треба друкувати з абзацного відступу великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці. Дозволено їх розміщувати посередині рядка.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів ПЗ потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці.

Якщо заголовок складається з кількох речень, їх розділяють крапкою. Розривати слова знаком переносу в заголовках заборонено.

Відстань між заголовком, приміткою, прикладом і подальшим або попереднім текстом має бути не менше ніж два міжрядкових інтервали.

Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті ПЗ. Оформлення ПЗ дипломного проєкту бакалавра здійснюється згідно вимог [6].

#### **4.1.1 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів**

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами у межах викладення суті ПЗ і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1».

Підрозділи як складові частини розділу нумерують у межах кожного розділу окремо. Номер підрозділу складається з номера відповідного розділу та номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 і т.д.

Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу або підрозділу.

Номер пункту складається з номера розділу та порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, які відокремлюють крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1, 1.1.2 і т.д.

Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1.1 або 1.1.1.2 і т.д.

Якщо розділ, не маючи підрозділів, поділяють на пункти та підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять.

Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його не нумерують.

#### **4.1.2 Рисунки**

Усі графічні матеріали ПЗ (ескізи, діаграми, графіки, схеми, фотографії, рисунки, кресленики тощо) повинні мати однаковий підпис «Рисунок» та можуть виконуватися у чорно-білому чи кольоровому зображенні.

Рисунок подають одразу після тексту, де вперше посилаються на нього, або якнайближче до нього на наступній сторінці, а за потреби – в додатках до звіту.

Якщо рисунки створені не автором ПЗ, подаючи їх у ПЗ, треба дотримуватися вимог чинного законодавства України про авторське право.

Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім рисунків у додатках.

Дозволено рисунки нумерувати в межах кожного розділу. У цьому разі номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера рисунка в цьому розділі, які відокремлюють крапкою.

### Приклад

«Рисунок 3.2» – другий рисунок третього розділу.

Рисунки кожного додатка нумерують окремо. Номер рисунка додатка складається з позначки додатка та порядкового номера рисунка в додатку, відокремлених крапкою.

### Приклад

Перший рисунок додатка В буде мати позначення:

«Рисунок В.1 – \_\_\_\_\_»  
назва рисунка

Назва рисунка має відображати його зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту ПЗ зрозуміло зміст рисунка, його назву можна не наводити.

За потреби пояснювальні дані до рисунка подають безпосередньо після графічного матеріалу перед назвою рисунка.

Назву рисунка друкують з великої літери та розміщують під ним посередині рядка

### Приклад

«Рисунок 2.1 – Схема устаткування»

Рисунок виконують на одній сторінці аркуша. Якщо він не вміщується на одній сторінці, його можна переносити на наступні сторінки. У такому разі назву рисунка зазначають лише на першій сторінці, пояснювальні дані – на тих сторінках, яких вони стосуються, і під ними друкують:

«Рисунок \_\_\_\_\_, аркуш \_\_\_\_\_».

## 4.1.3 Таблиці

Таблиці ПЗ оформлюються відповідно до форми, яка представлена на Рисунку 4.1.

Таблиця \_\_\_\_\_ — \_\_\_\_\_  
номер назва таблиці

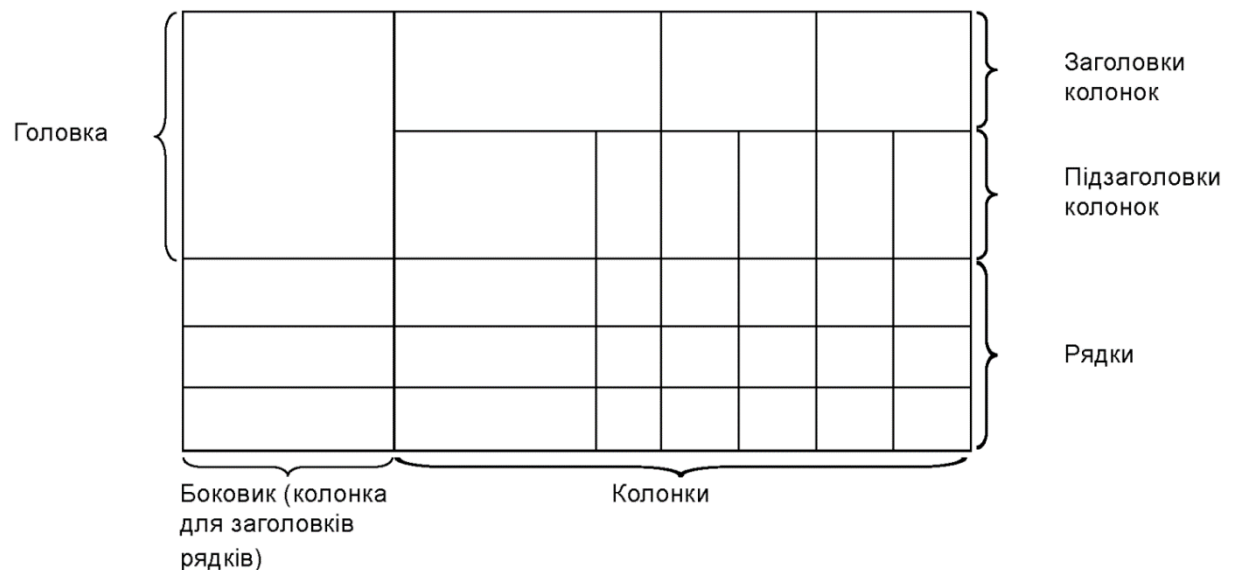


Рисунок 4.1 – Приклад оформлення таблиці у ПЗ

Горизонтальні й вертикальні лінії, що розмежовують рядки таблиці, можна не наводити, якщо це не ускладнює користування таблицею.

Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому її згадано вперше, або на наступній сторінці.

На кожну таблицю має бути посилання в тексті звіту із зазначенням її номера.

Таблиці нумеруються наскрізно арабськими цифрами, крім таблиць у додатках.

Дозволено таблиці нумерувати в межах розділу. У цьому разі номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, «Таблиця 2.1» – перша таблиця другого розділу.

Таблиці кожного додатка нумерують окремо. Номер таблиці додатка складається з позначення додатка та порядкового номера таблиці в додатку, відокремлених крапкою.

#### Приклад

Перша таблиця додатка В буде мати такий підпис:

«Таблиця В.1 – \_\_\_\_\_»  
назва таблиці

Якщо в тексті ПЗ подано лише одну таблицю, її нумерують.

Назва таблиці має відображати її зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту ПЗ можна зрозуміти зміст таблиці, її назву можна не наводити.

Назву таблиці друкують з великої літери і розміщують над таблицею з абзацного відступу.

Якщо рядки або колонки таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою або поруч, чи переносять частину таблиці на наступну сторінку. У кожній частині таблиці повторюють її головку та боковик.

У разі поділу таблиці на частини дозволено її головку чи боковик замінити відповідно номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці. Слово «Таблиця \_\_\_» подають лише один раз над першою частиною таблиці. Над іншими частинами таблиці з абзацного відступу друкують «Продовження таблиці \_\_\_» або «Кінець таблиці \_\_\_\_\_» без повторення її назви.

### **4.1.4 Переліки**

Переліки (за потреби) подають у розділах, підрозділах, пунктах і/або підпунктах. Перед переліком ставлять двокрапку (крім пояснювальних переліків на рисунках).

Після цифри або літери певної позиції переліку ставлять круглу дужку.

У разі розвиненої та складної ієрархії переліків дозволено користуватися можливостями текстових редакторів автоматичного створення нумерації переліків (наприклад, цифра–літера–тире).

Текст кожної позиції переліку треба починати з малої літери з абзацного відступу відносно попереднього рівня підпорядкованості.

### Приклад

- а) \_\_\_\_\_;
1. \_\_\_\_\_;
- \_\_\_\_\_;
- \_\_\_\_\_;
2. \_\_\_\_\_;
- б) \_\_\_\_\_.

#### 4.1.5 Формули та рівняння

Формули та рівняння подають посередині сторінки симетрично тексту окремим рядком безпосередньо після тексту, у якому їх згадано.

Найвище і найнижче розташування запису формул(и) та/чи рівняння(-нь) має бути на відстані не менше ніж один рядок від попереднього й наступного тексту.

Нумерують лише ті формули та/чи рівняння, на які є посилання в тексті звіту чи додатка.

Формули та рівняння у ПЗ, крім формул і рівнянь у додатках, треба нумерувати наскрізно арабськими цифрами. Дозволено їх нумерувати в межах кожного розділу.

Номер формули чи рівняння друкують на їх рівні праворуч у крайньому положенні в круглих дужках, наприклад (3.1). У багаторядкових формулах або рівняннях їхній номер проставляють на рівні останнього рядка.

У кожному додатку номер формули чи рівняння складається з великої літери, що позначає додаток, і порядкового номера формули або рівняння в цьому додатку, відокремлених крапкою, наприклад (А.3).

Якщо в тексті ПЗ чи додатка лише одна формула чи рівняння, їх нумерують так: (1) чи (А.1) відповідно.

Пояснення познач, які входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, у якій їх наведено у формулі або рівнянні без абзацного відступу з нового рядка, починаючи зі слова «де» без двокрапки. Позначки, яким встановлюють визначення чи пояснення, рекомендовано вирівнювати у вертикальному напрямку. Для фізичних формул є обов'язковим запис у поясненні позначки одиниці виміру відповідної фізичної величини. Між останньою цифрою та одиницею виміру залишають проміжок (крім позначення одиниць плоского кута – кутових градусів, кутових секунд, які пишуть безпосередньо біля числа вгорі).

$$m = \frac{F}{a}, \quad (2.2)$$

де  $F$  — сила, що діє на тіло, Н;  
 $a$  — пришвидшення тіла, м/с<sup>2</sup>.

Рисунок 3.2 – Приклад оформлення формули (2.2) у ПЗ

Числові значення величин з допусками наводять так:

$$(65 \pm 3) \% ; 80 \text{ мм} \pm 2 \text{ мм} \text{ або } (80 \pm 2) \text{ мм}.$$

Діапазон чисел фізичних величин наводять, використовуючи прикметники «від» і «до».

#### Приклад

Від 1 мм до 5 мм (а не від 1 до 5 мм).

Якщо треба зазначити два чи три виміри, їх подають так: 80 мм х 25 мм х 50 мм (а не 80 х 25 х 50 мм).

### **4.1.6 Перелік умовних позначень**

Використані у ПЗ незастандартовані умовні позначки, символи, одиниці, скорочення й терміни пояснюють у переліку, який подають безпосередньо після «Змісту», починаючи з наступної сторінки.

Цей перелік слід розташовувати стовпцем за абеткою. Ліворуч в абетковому порядку наводять скорочення або умовні позначки спочатку українською мовою, а потім іншими мовами (за наявності), а праворуч – їх розшифрування.

### **4.1.7 Посилання**

У тексті звіту можна робити посилання на структурні елементи самої ПЗ та інші джерела. У разі посилання на структурні елементи самої ПЗ зазначають відповідно номери розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, позицій переліків, рисунків, формул, рівнянь, таблиць, додатків.

Посилаючись, треба використовувати такі вирази: «у розділі 4», «див. 2.1», «відповідно до 2.3.4.1», «(рисунок 1.3)», «відповідно до таблиці 3.2», «згідно з формулою (3.1)», «у рівняннях (1.23)– (1.25)», «(додаток Г)» тощо.

Дозволено в посиланні використовувати загальноприйняті та застандартовані скорочення згідно з [4], наприклад, «згідно з рис. 10», «див. табл. 3.3» тощо.

Посилаючись на позицію переліку, треба зазначити номер структурного елемента звіту та номер позиції переліку з круглою дужкою, відокремлені комою. Якщо переліки мають кілька рівнів – їх зазначають, наприклад: «відповідно до 2.3.4.1, б), 2)».

Посилання на джерело інформації, наведене в переліку джерел посилання, рекомендовано подавати так: номер у квадратних дужках, за яким це джерело зазначено в переліку джерел посилання, наприклад, «у роботах [2–3]».

Дозволено наводити посилання на джерела інформації у виносках. У цьому разі оформлення посилання має відповідати його бібліографічному опису за переліком посилань із зазначеного номера.

### Приклад

Цитата в тексті «... тільки 36 % респондентів відносять процес створення інформаційного суспільства до пріоритетних [3]».

#### **4.1.8 Додатки**

Щоб уникнути переобтяження викладу тексту основної частини ПЗ, у структурному елементі «Додатки» наводять відомості, які доповнюють ПЗ, та:

- є необхідними для повноти ПЗ, але долучення їх до основної частини ПЗ може змінити впорядковане й логічне уявлення про роботу;
- не можуть бути послідовно розміщені в основній частині ПЗ через великий обсяг або способи відтворення.

Додатками можуть бути:

- графічний матеріал;
- таблиці великого формату;
- розрахунки;
- опис алгоритмів і програм задач, що розв’язуються за допомогою обчислювальної техніки.

Додатки розміщують у порядку посилання на них у тексті звіту.

Якщо додатки є продовженням тексту основної частини ПЗ, нумерація сторінок додатків – це продовження нумерації сторінок ПЗ. Кожний додаток повинен мати заголовок, який друкують вгорі малими літерами з першої великої симетрично до тексту сторінки. Над заголовком, але посередині рядка, друкують слово «ДОДАТОК» і відповідну велику літеру української абетки, крім літер Г, Є, З, І, І, Й, О, Ч, Ь, яка позначає додаток. Текст кожного додатка починають з наступної сторінки.

Один додаток позначають як ДОДАТОК А.

За потреби текст додатків можна поділити на розділи, підрозділи, пункти й підпункти, які треба нумерувати в межах кожного додатка. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку.

### Приклад

А.2 – другий розділ додатка А;

Д.4.1.2 – пункт 4.1.2 додатка Д;

рисунок Г.3 – третій рисунок додатка Г;

таблиця А.2 – друга таблиця додатка А;

формула (А.1) – перша формула додатка А.

Якщо в додатку один рисунок, одна таблиця, одна формула чи одне рівняння, їх нумерують, відповідно рисунок А.1, таблиця Г.1, формула (В.1).



#### 4.1.9 Перелік джерел посилання

Цей перелік слід розміщувати одним із таких способів:

- у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні дипломних робіт);
- в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків;
- у хронологічному порядку.

## 4.2 Графічний матеріал

Графічний матеріал дипломного проєкту повинен бути представлений у вигляді схем, креслеників та ілюстрацій, що відображують основні положення та результати. Кресленики та схеми виконуються за допомогою систем автоматизованого проєктування. Склад та об'єм графічного матеріалу наведено у п. 3.2.

Графічний матеріал дипломного проєкту бакалавра оформлюється згідно вимог [7-11].

Текстові надписи на креслениках необхідно виконувати пропорційним курсивним шрифтом для зручного читання документу (мінімальний кегель – 2.5). Товщини ліній в залежності від умов мають бути у межах 0.25 ... 1.4 мм. До того ж на одному аркуші дозволяється застосовувати не більше трьох різних видів ліній за товщиною [12].

Основний напис та додаткові графи для креслеників проєкту представлено у Додатку Е. Якщо кресленик має два і більше аркушів, то використовується для другого і наступних аркушів рамка з Додатку Ж.

Приклад оформлення основного напису графічних матеріалів бакалаврського проєкту представлено у Додатку К.

## 5 ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ БАКАЛАВРА

Захист випускної роботи бакалавра проводиться публічно на засідання екзаменаційної комісії (ЕК) [13].

Керівник надає в електронному форматі текст остаточного варіанту пояснювальної записки проєкту здобувача відповідальній особі від кафедри на перевірку на плагіат (не пізніше, ніж за 8 днів до захисту). За результатами перевірки отримує звіт подібності, який засвідчує відсоток оригінальності/збігів у кваліфікаційній роботі, після чого здійснює експертну оцінку роботи з урахуванням звіту подібності, робить висновок про оригінальність роботи і включає його до відгуку. Рівень оригінальності (схожості) дипломного проєкту бакалавра затверджується на засіданні кафедри та має складати не нижче 70 % (не вище 30 %).

Відгук керівника з висновком про наявність в роботі здобувача текстового збігу, більше ніж на 30 % є підставою для недопущення кваліфікаційної роботи до захисту, а здобувач може бути притягнутий до академічної відповідальності відповідно до чинного законодавства.

В останній тиждень навчального графіку, що відведений для написання бакалаврської роботи кафедра організовує попередній захист кваліфікаційних робіт. Для цього створюються комісії, затверджені розпорядженням завідувача кафедри, які здійснюють перевірку відповідності вимогам до оформлення, змісту та структури, а також перевірку готовності здобувачів до захисту кваліфікаційних робіт. За результатами попередніх захистів комісія робить висновок про можливість допуску здобувача до основного захисту на основі якості виконаної роботи та представленої презентації. За необхідності комісія робить зауваження та надає відповідні рекомендації щодо доопрацювання доповіді чи презентації. В саму роботу (пояснювальну записку чи графічну частину) зміни вносити заборонено.

На виконану роботу керівник проєкту надає письмовий відгук, в якому у вільній формі відмічається її актуальність, теоретичний рівень і практична значимість; глибина розробки; правильність та обґрунтованість висновків; підготовленість студента до виконання самостійної практичної роботи. Зразок приблизних питань, які відображаються у відгуку керівника на випускну роботу наведено у Додатку Л.

Випускова робота разом з відгуком керівника подається на кафедру. Кафедра організовує рецензування роботи і на своєму засіданні приймає рішення про допуск роботи до захисту. Зразок приблизних питань, які освітлюються у рецензії на випускову бакалаврську роботу наведено у Додатку М. Негативна рецензія не є підставою для недопущення здобувача до захисту кваліфікаційної роботи.

Після чого випускові роботи з усією документацією направляються для захисту в екзаменаційну комісію (ЕК).

Тривалість захисту одного проєкту – 30 хвилин. Порядок захисту наступний:

- доповідь студента;
- відповіді на питання членів комісії;
- оголошення відгуку керівника та рецензента;
- відповіді на зауваження, що мають місце у відгуку та рецензії.

Під час підготовки до захисту проєкту студент має підготувати коротку доповідь на 7-10 хв з презентацією основних положень своєї роботи. На початку виступу рекомендується коротко охарактеризувати актуальність теми та об'єкт дослідження. Після цього доцільно перейти до викладання основного змісту роботи: поставлених задач, обраних методів їх розв'язання, отриманих результатів та висновків. Під час доповіді треба використовувати ілюстративні матеріали – кресленики та плакати, пояснюючи їх зміст членам ЕК та присутнім. Крім обов'язкового графічного матеріалу, бажано підготувати і попередньо надати голові та членам ЕК презентаційний матеріал. Також можлива комп'ютерна демонстрація полігону моделювання АТК.

Присутність керівника проєкту на захисті проєкту є обов'язковою.

Після доповіді студенти відповідають на питання членів ЕК, а також всіх присутніх на захисті. В кінці надається слово здобувачу для відповіді на зауваження наукового керівника та рецензента.

При проведенні захисту дипломного проєкту кожен член ЕК оцінює якість атестаційної роботи та якість її захисту у 100-бальній шкалі, згідно з критеріями оцінювання, розробленими випусковою кафедрою і узгодженими з головою екзаменаційної комісії.

Після закінчення захисту, на закритому засіданні ЕК, підраховується середній бал оцінок членів ЕК згідно Таблиці 5.1, який вноситься до відповідного протоколу і, далі, відповідно до Таблиці 5.2 переводиться до оцінок у шкалах: національної та ECTS, які також вносяться до протоколу і в цей же день оголошуються студентам головою ЕК.

Таблиця 5.1 – Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Характеристики і критерії оцінки	Бали
<i>1. Відповідність роботи завданню та сучасному стану розвитку автоматизації</i>	
• Проєкт повністю відповідає завданню. Рішення ґрунтуються на сучасному стані розвитку в галузі	10
• Проєкт відповідає завданню. Рішення прийняті на підставі аналізу сучасної літератури	8-9
• Проєкт має невідповідності з завданням. Основні рішення прийняті без достатнього аналізу сучасного стану питання або застарілими засобами	6-7
<i>2. Коректність та повнота розрахунків</i>	

Продовження таблиці 5.1

<ul style="list-style-type: none"> <li>Розрахунки здійснено правильно та в повному обсязі згідно до завдання</li> </ul>	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Розрахунки здійснено в повному обсязі, але є деякі неточності чи зауваження</li> </ul>	8-9
<ul style="list-style-type: none"> <li>Розрахунки є, але вони неповні або мають певні хиби</li> </ul>	6-7
<i>3. Відповідність зробленого моделювання поставленим вимогам</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Моделювання зроблено в повному обсязі і яскраво ілюструє отримані результати</li> </ul>	14-15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Моделювання виконано коректно, але є деякі зауваження</li> </ul>	11-13
<ul style="list-style-type: none"> <li>Деяких частин моделювання бракує, або результати моделювання нерепрезентативні</li> </ul>	8-10
<i>4. Якість оформлення пояснювальної записки</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Зміст пояснювальної записки повністю відповідає завданню та вимогам нормативних документів</li> </ul>	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>Зміст пояснювальної записки відповідає завданню, але є деякі невідповідності чи незначні відхилення від норм</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Зміст пояснювальної записки не містить всіх необхідних розділів, матеріал викладений нечітко, є граматичні помилки.</li> </ul>	3
<i>5. Повнота та якість графічного матеріалу</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Графічний матеріал повністю розкриває зміст проєкту, документи виконані в повному обсязі з дотриманням вимог нормативних документів</li> </ul>	24-25
<ul style="list-style-type: none"> <li>Графічний матеріал розкриває зміст проєкту, документи виконані в повному обсязі, але є певні неточності в представленні чи оформленні</li> </ul>	20-23
<ul style="list-style-type: none"> <li>Бракує деяких графічних документів, є відхилення від вимог нормативних документів. Виконання на задовільному технічному рівні</li> </ul>	15-19
<i>6. Презентація та доповідь на захисті</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Презентація повністю відображає мету проєкту, поставлені завдання та способи їх досягнення. Доповідь стисла, чітка, розкриває прийняті рішення та отримані результати</li> </ul>	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>Презентація відображає основні розділи роботи. Доповідь розкриває прийняті рішення та отримані результати, але є неточності в аргументуванні чи логічності побудови</li> </ul>	4

<ul style="list-style-type: none"> <li>В презентації відсутні якісь основні частини роботи. Доповідь побудована нелогічно і не повністю розкриває весь зміст роботи</li> </ul>	3
<i>7. Відповіді на питання на захисті</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Студент коректно і аргументовано відповів на всі запитання, продемонстрував професійні знання і вміння на сучасному рівні</li> </ul>	28-30
<ul style="list-style-type: none"> <li>Відповіді на запитання вірні, але неповні або недостатньо обґрунтовані</li> </ul>	22-29
<ul style="list-style-type: none"> <li>Відповіді на запитання неповні, спостерігаються суттєві неточності в аргументації прийнятих рішень</li> </ul>	15-21

Таблиця 5.2 – Відповідність балів шкали ECTS до національних оцінок

<b>Бали ECTS</b>	<b>Національна оцінка</b>
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
менше за 60	Незадовільно

У разі позитивного захисту студенту присвоюється кваліфікаційний ступінь «Бакалавр з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій» і видається державний диплом встановленого зразка.

Захищений проєкт разом із супровідною документацією здається секретарю ЕК, який зберігається на кафедрі протягом 5 років.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Перелік нормативних матеріалів

1. Положення про екзаменаційну комісію та атестацію здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського уведеного в дію наказом № 7/178 від 01.10.2020 р. зі змінами, внесеними наказом № НУ/71/2021 від 19.04.2021 р.
2. Положення про випускну атестацію студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] / Уклад.: В. П. Головенкін, В. Ю. Угольніков. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 98 с.
3. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
4. ДСТУ 3582:2013 Інформація та документація. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила (ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ), Мінекономрозвитку України, 2014.
5. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання, ДП «УкрНДНЦ», 2016.
6. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.
7. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації.
8. ДСТУ Б А.2.4-10:2009 СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів.
9. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах.

### Перелік методичної літератури

10. Проектування систем автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для сам. роботи студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладач: Т.Г. Баган; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 555 кБайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 21 с.
11. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги [Текст] : навч. посібник / Д.В. Зеркалов. – К.: Основа, 2011.
12. Полігон імітаційного SIL-моделювання АТК теплоенергетичних систем : навчальний довідник / укладач : С.Г. Батюк. Київ : КПІ, 2022.

### Перелік літератури з питань дослідження і автоматизації ТОК

13. Автоматизація виробничих процесів : підручник / І.В. Ельперін та інші; 2-е видання, виправлене. Київ: Ліра-К, 2017. 378 с.

14. Шмельов Ю.М. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів : навчальний посібник / Ю.М. Шмельов, В.В. Пешков, К.Г. Котляров, С.І. Владов, Н.В. Подгорний, О.В. Омельченко. Кременчук : ПП Щербатих О.В. 2018. 121 с.
15. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізацій «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,98 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 155 с.
16. Ротач В.Я. Теория автоматического управления : учебник для вузов. М.: МЭИ. 2008. 396 с.
17. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС – М.: Астропринт, 2001. 305 с.
18. Основи автоматизації об'єктів теплоенергетики: навч. пос. / Анастасенко С.М., Бугрім Л.І., Білюк І.С., Гаврилов С.О. Жигуліна В.В. Семенов М.М., Шостак О.В. Миколаїв: НУК, Львів, «Новий Світ-2000», 2020. 111 с.

Перелік літератури з питань проектування і розрахунків САР

19. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.Г. Трегуб. Київ : Ліра-К, 2014. 341 с.
20. Проектирование, монтаж и эксплуатация автоматизированных систем управления теплоэнергетическими процессами / Плетнев Г.П., Зайченко Ю.П., Зверев Е.А., Киселев Ю.Е. М.: Издательство МЭИ, 1995. 316 с.
21. Лазарев Ю.Ф. MatLab 5.x.// Серия “Библиотека студента”. Киев: ВНУ, 2000.

Перелік додаткової наукової літератури

22. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах : навч.посіб. / О. М. Пупена, І. В. Ельперін, Н. М. Луцька, А. П. Ладанюк. К. : Ліра-К, 2011. 552 с.
23. Бунке О.С., Саков Р.П., Новіков П.В. Проблеми та передумови вдосконалення автоматизації процесів управління ТЕЦ. Наукові нотатки 61, 2018. с. 20-25.
24. Modern control systems (14th edn) by Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, Pearson Education, 2022. 1022 p.
25. Astrom K.J. Control System Design. Lecture notes for ME 155A [Текст] / Astrom K.J. – Department of Automatic Control Lund Institute of Technology, Sweden, 2002. 168 p.
26. O'Dwyer. Handbook of PI and PID controller tuning rules / O'Dwyer. // Ireland: Imperial College Press. 3rd edition, 2009. 623 p.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про випускну атестацію студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] / Уклад.: В. П. Головенкін, В. Ю. Угольніков. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 98 с.
2. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги [Текст] : навч. посібник / Д.В. Зеркалов. – К.: Основа, 2011.
3. Полігон імітаційного SIL-моделювання АТК теплоенергетичних систем : навчальний довідник / укладач : С.Г. Батюк. Київ : КПІ, 2022.
4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
5. ДСТУ 3582:2013 Інформація та документація. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила (ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ), Мінекономрозвитку України, 2014.
6. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання, ДП «УкрНДНЦ», 2016.
7. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.
8. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації.
9. ДСТУ Б А.2.4-10:2009 СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів.
10. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах.
11. Проектування систем автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для сам. роботи студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладач: Т.Г. Баган; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 555 кБайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 21 с.
12. Проектування систем автоматизації. Розробка проектних документів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» / КПІ імені Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. Г. Баган, О. В. Некрашевич. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,6 Мбайт). – Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020. – 59 с. – Назва з екрана.
13. Положення про екзаменаційну комісію та атестацію здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського уведеного в дію наказом № 7/178 від 01.10.2020 р. зі змінами, внесеними наказом № НУ/71/2021 від 19.04.2021 р.



## ДОДАТОК А

## ВАРІАНТИ ТЕМ ДЛЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ БАКАЛАВРА

1. АСУ барабановим газомазутовим котлом
2. АСУ прямоточним газомазутовим котлом
3. АСУ пиловугільним млином
4. АСУ ПНТ/ПВТ і деаераторною установкою
5. АСУ котлом-утилізатором
6. АСУ водогрійним прямоточним баштовим котлом
7. АСУ газорозподільчим пунктом промислового підприємства
8. АСУ тепловим пунктом промислового підприємства
9. АСУ багатотонною термічною піччю з релейним регулюванням
10. АСУ лінією горизонтального витягування скляних труб
11. АСУ лінією вертикального витягування скла
12. Система автоматичного управління потужністю енергоблока ТЕС
13. Система автоматичного управління потужністю енергоблока АЕС
14. АСУ скловарною піччю
15. АСУ піччю для випалення цегли
16. АСУ сушаркою
17. АСУ термічною піччю підприємства харчової промисловості
18. АСУ нагрівальним колодязем
19. АСУ конвертером
20. АСУ доменною піччю
21. АСУ методичною піччю
22. АСУ хімічним реактором
23. АСУ електричною термічною піччю
24. АСУ електричною плавильною піччю
25. АСУ дозуванням шихтових матеріалів
26. Система захистів барабанового котла
27. Система захистів прямоточного котла
28. Система захистів енергоблоку
29. Система захистів промислової печі
30. Система переведення факелу в газовій регенеративній печі
31. Система комерційного обліку постачання тепла з водою
32. Система комерційного обліку постачання тепла з парою

33. Система комерційного обліку постачання природного газу
34. АСУ водопідготовкою теплової станції
35. АСУ кислотним господарством теплової станції
36. АСУ подачею палива твердопаливного котла
37. АСУ елеватором
38. АСУ виробництвом бетону
39. АСУ газоперекачувальним агрегатом
40. АСУ установкою підготовки паливного та імпульсного газу
41. АСУ холодопостачанням бізнес-центру з рекуперацією тепла
42. АСУ холодопостачанням кондитерської фабрики з пасивним охолодженням
43. АСУ тепло- холодопостачанням логістичного центру з використанням теплових насосів;
44. АСУ подачею резервного палива котельні
45. АСУ мікрокліматом в приватному будинку
46. АСУ водопостачанням житлового будинку
47. АСУ сепаратором для екстракції плазми в фармацевтичній промисловості
48. АСУ мікрокліматом чистих приміщень
49. АСУ вентиляційною установкою з рекуперацією
50. АСУ вентиляційною установкою з рециркуляцією
51. Автоматизована система вібродіагностики турбогенератору
52. АСУ цукровим заводом
53. Автоматизована система діагностики електрогенератору
54. АСУ транспортними механізмами промислового виробництва
55. Автоматизована система екологічного моніторингу промислового підприємства
56. Розподілена система моніторингу навколишнього середовища
57. Система попередження сходу лавин та зсувів ґрунту
58. Розподілена система моніторингу стану водойм
59. Система контролю якості водопостачання;
60. Система управління збиранням сміття
61. Розподілена система моніторингу стану будівельних конструкцій
62. Автоматизована система паркування
63. Автоматизація роторної парковки
64. Інтелектуальна система керування транспортними потоками
65. Автоматизована система обліку руху транспортних засобів через контрольні пропускні пункти. Платні ділянки автомобільних доріг
66. Автоматизація автомобільного контрольні-вагового пункту
67. Автоматизована система контролю зношеності автомобільних шин
68. Система контролю якості дорожнього покриття

69. Автоматизована система контролю доступу
70. Автоматизована охоронна система
71. Автоматизація складського комплексу
72. Управління ланцюгами постачання
73. Контроль якості транспортування товару
74. Оптимізація завантаження та маршрутів руху вантажного транспорту
75. Відстеження руху та параметрів вантажного транспорту
76. Автоматизація плавального басейну
77. Автоматизація стадіону
78. Автоматизація елеватору
79. Автоматизація силосного сховища
80. Автоматизована система зрошування та живлення добривами
81. Автоматизація тепличного комплексу
82. Автоматизована система гідропонічного вирощування рослин
83. Автоматизована система харчування та контролю зростання худоби
84. Автоматизована система випасання худоби
85. Автоматизація промислової холодильної установки
86. Автоматизація теплопункту
87. Автоматизація системи опалення будівлі
88. Автоматизація системи вентиляції будівлі
89. Автоматизація системи кондиціонування будівлі
90. Автоматизація трекінгової сонячної електростанції
91. Автоматизація сонячної електростанції баштового типу
92. Автоматизація вітряної електростанції
93. Автоматизація біогазової електростанції
94. Автоматизація гідроакумуючої електростанції
95. Автоматизація енергозберігаючого будинку
96. Автоматизована система діагностики стану технологічного обладнання
97. Автоматизована система неруйнівного (ультразвукового, електромагнітного, теплового, оптичного) контролю якості сировини та готової продукції
98. Автоматизована система сортування продукції за об'ємно-ваговими показниками
99. Програмний тренажерний комплекс системи керування технологічним процесом
100. Система обліку робочого часу
101. Автоматизована система обчислення техніко-економічних показників технологічного процесу
102. Система планування та обліку ремонтних робіт технологічного обладнання
103. Система обліку запасних частин та інструментів

104. Система розподілення та оптимізації завантаження технологічного обладнання
105. Система обліку складських запасів сировини, напівфабрикатів, оснастки на різних етапах технологічного процесу;
106. Розподілена система обліку генерації та споживання електроенергії приватних домогосподарств
107. Автоматизована система управління накопиченням та розподіленням електроенергії в електричних мікромережах альтернативної енергетики
108. Мобільний виставковий стенд
109. Стаціонарний лабораторний стенд

**ДОДАТОК Б**  
**ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики**  
**Кафедра автоматизації енергетичних процесів**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир ВОЛОЩУК  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проєкт**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані**  
**технології»**

**спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**

**на тему: «тема»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ТА-xx

Прізвище, ім'я, по батькові \_\_\_\_\_

Керівник:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові \_\_\_\_\_

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 20\_\_ року

**ДОДАТОК В**  
**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики**

**Кафедра автоматизації енергетичних процесів**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир ВОЛОЩУК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проєкт студенту**

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проєкту «*тема*», керівник проєкту **посада, науковий ступінь, вчене звання, Прізвище, ім'я, по батькові**, затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_
2. Термін подання студентом проєкту «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.
3. Вихідні дані до проєкту :
4. Зміст пояснювальної записки: **назви розділів**
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Постановка задачі автоматизації ТОВ. Обґрунтування та аналіз.		
2	Структурна ПТК		
3	Схема автоматизації функціональна		
5	Креслення загального виду щита		
6	Синтез САР і аналіз її функціонування.		
7	Розрахунок вимірювальних та виконавчих каналів АТК		
8	Схема електрична підключень		
9	Розрахунок надійності функціонування АСУ		
10	Схеми підключень кабелів, клем, приладів		
11	Полігонні випробування імітаційної моделі і аналіз функціонування АСУ		
12	Охорона праці		
13	Розрахунок техніко-економічної ефективності		
14	Оформлення пояснювальної записки		
15	Передзахист ДП		
16	Захист ДП		

Студент

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Керівник

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

## ДОДАТОК Г

### ПРИКЛАД ВІДОМОСТІ ДОКУМЕНТІВ ПРОЄКТУ

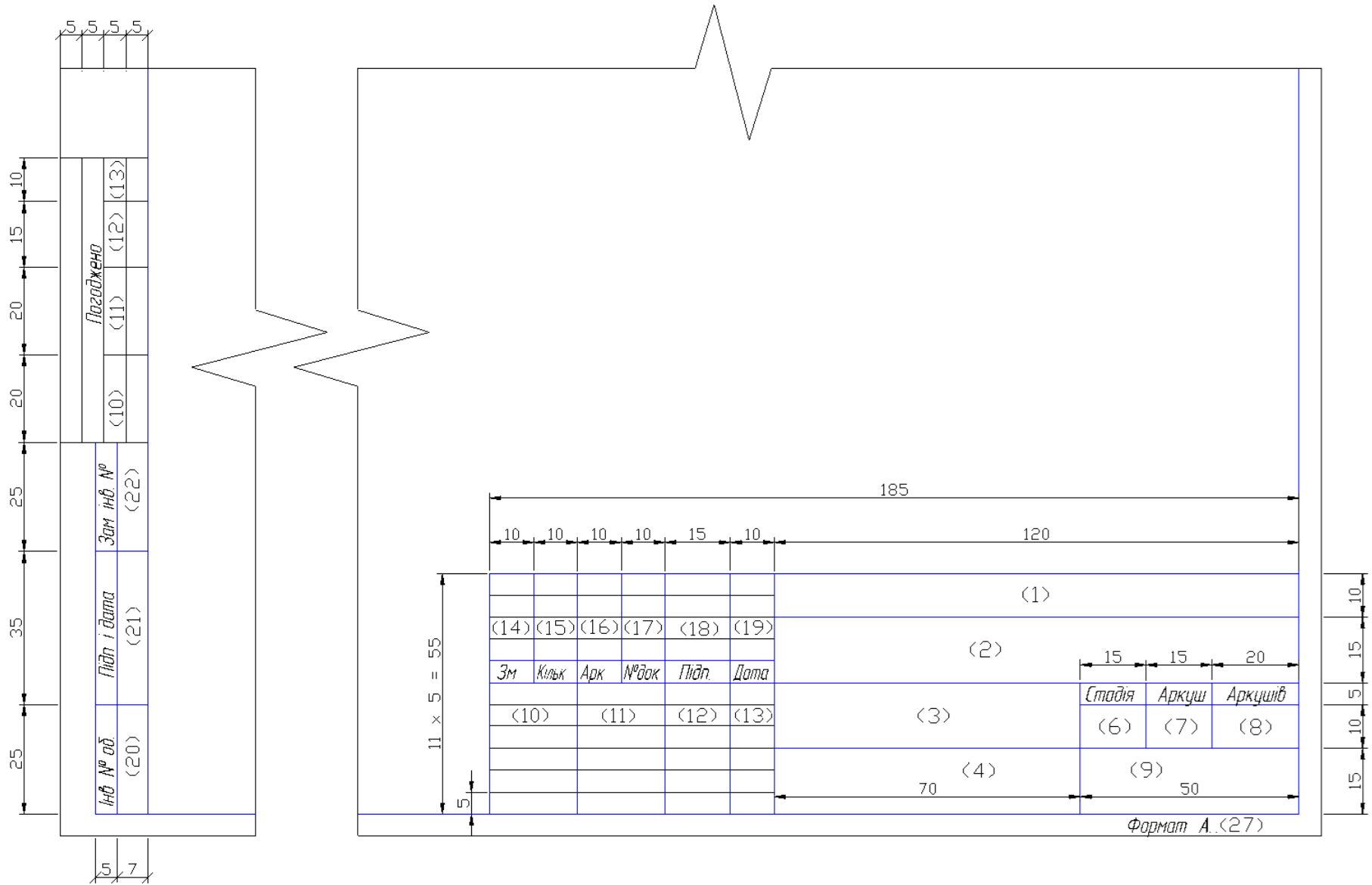
№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кіл аркушів	№рек.	Примітка
1	A2	ТА31210014.001.АТХА	Схема функціональна автоматизації	1		
2						
3	A3	ТА31210014.002.АТХС	Специфікація обладнання	1		
4						
5	A3/A4	ТА31210014.003.АТХЕ	Схема принципу електрична	3		
6						
7	A4/A4	ТА31210014.004.АТХЩ1	Креслення загального виду щита	1		
8						
9	A2	ТА31210014.005.АТХЩ2	Схема монтажна щита	1		
10						
11	A2/A4	ТА31210014.006.АТХМ	Схема з'єднань та підключень зовнішніх проводів	2		
12						
13	A4	ТА31210014.007.АТХП	Пояснювальна записка	16		
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
<b>ТА31210014.008.АТХВД</b>						
Вирт	Кілич	Лист	№рек	Підп	Дата	
Розроб		ПБ студента				
Перев		ПБ керівника				
Т.контр						
Н.контр						
Затв		ПБ завідувача				
Відомість документів проекту						Студія / Лист / Листів ДПТ / / 1 КПІ ім.Сікорського, ННІАТЕ гр. ТА-xx





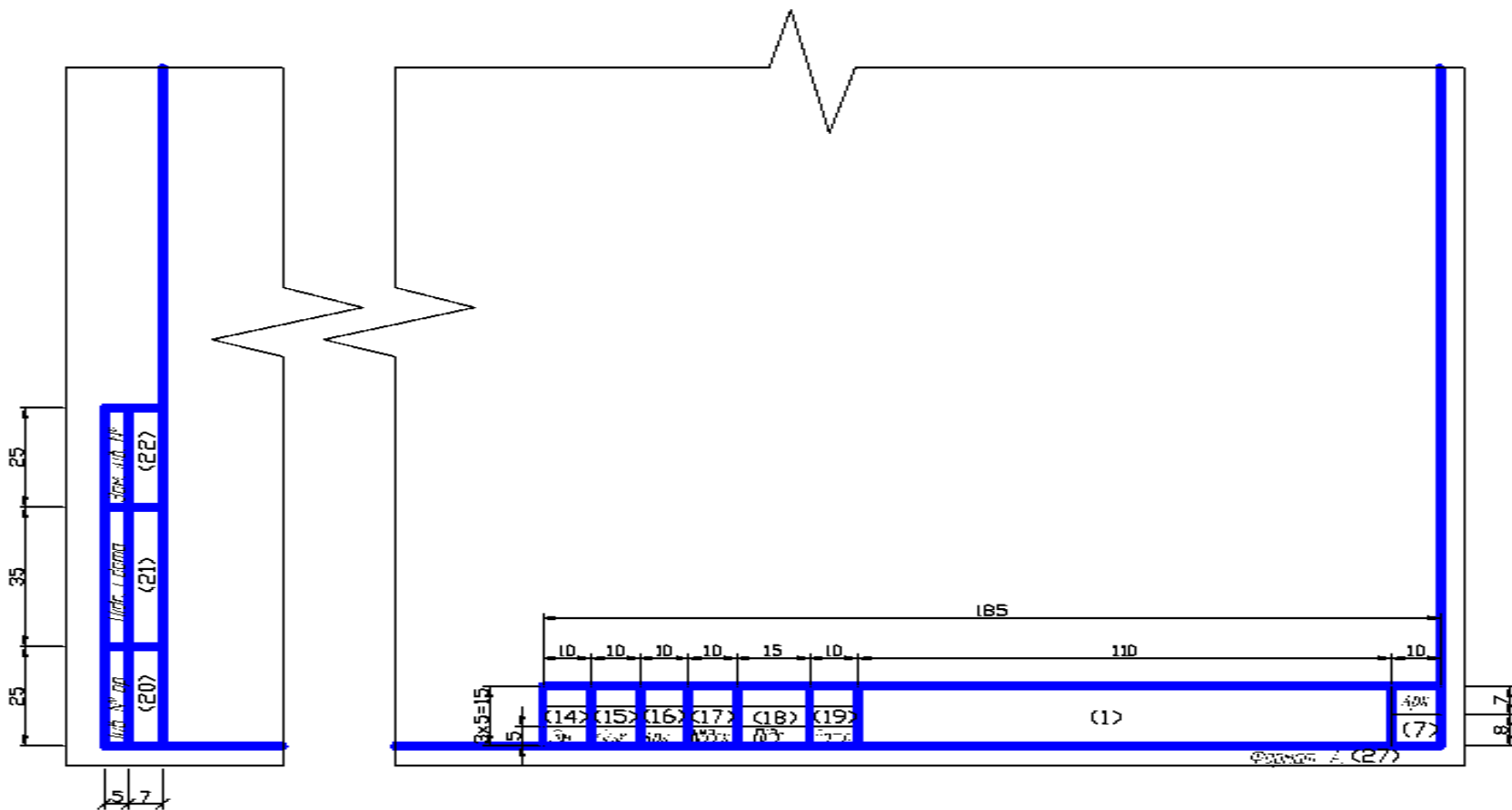
## ДОДАТОК Е

### ОСНОВНИЙ НАПИС ТА ДОДАТКОВІ ГРАФИ ДЛЯ КРЕСЛЕНИКІВ ПРОЄКТУ



## ДОДАТОК Ж

### ОСНОВНИЙ НАПИС ТА ДОДАТКОВІ ГРАФИ ДЛЯ КРЕСЛЕНИКІВ ТА ВСІХ ВИДІВ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ (НАСТУПНІ АРКУШІ)



## ДОДАТОК К

### ОФОРМЛЕННЯ ОСНОВНОГО НАПISУ ДО ДОКУМЕНТІВ ПРОЄКТУ

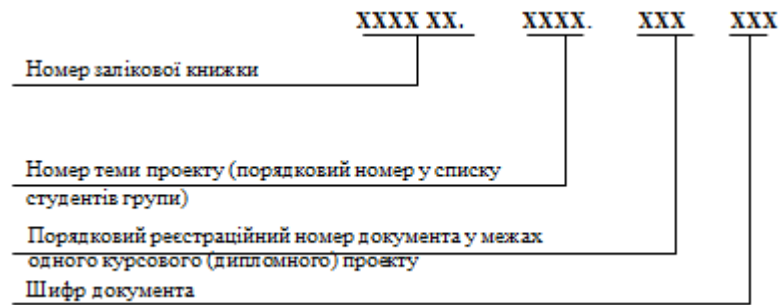


Рисунок Е.1 - Приклад оформлення шифру у документах

Якщо студент має номер залікової книжки - ТА-8105 та порядковий номер №8 згідно зі списком студентів у своїй групі, то шифр для оформлення основного напису до схеми автоматизації функціональної буде мати вигляд:

**ТА-8105.0008.001.АТХ.А**

						Ваш шифр.001.АТХ.А			
						Ваша тема проекту			
<i>Зм.</i>	<i>Кільк</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	ПІП студента					<i>Схема автоматизації функціональна</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	ПІП викладача						ДП		1
<i>Т. Контроль</i>									
<i>Н. Контроль</i>	ПІП викладача					<i>КПІ ім. І. Сікорського,</i>			
<i>Затвердив</i>	Волощук В. А.					<i>гр. ____</i>			

Рисунок Е.2 – Основний напис до схеми автоматизації функціональної

						Ваш шифр.001.АТХ.С			
						Ваша тема проекту			
<i>Зм.</i>	<i>Кільк</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	ПІП студента					<i>Специфікація обладнання</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	ПІП викладача						ДП	1	2
<i>Т. Контроль</i>									
<i>Н. Контроль</i>	ПІП викладача					<i>КПІ ім. І. Сікорського,</i>			
<i>Затвердив</i>	Волощук В. А.					<i>гр. ____</i>			

Рисунок Е.3 – Основний напис до специфікації обладнання

**ДОДАТОК Л**  
**ВІДГУК КЕРІВНИКА ПРОЄКТУ**

**ВІДГУК**

**керівника дипломного проєкту**  
**на здобуття ступеня бакалавра**

виконаного на тему: "тема"

студентом групи ТА-хх Прізвище Ім'я По батькові  
(прізвище, ім'я, по батькові)

*(складається у довільній формі із зазначенням: головної цілі дипломного проєкту, в інтересах або на замовлення якої організації він виконаний; відповідності виконаного ДПБ завданню; ступеня самостійності при виконанні ДПБ; рівня підготовленості бакалавра до прийняття сучасних рішень; умінь аналізувати необхідні літературні джерела, приймати правильні (інженерні, наукові) рішення, застосовувати сучасні системні та інформаційні технології, проводити фізичне або математичне моделювання, обробляти та аналізувати результати експерименту; загальної оцінки виконаного ДПБ, оцінка якості підготовки дипломника можливості присвоєння йому відповідної кваліфікації; інші питання, які характеризують професійні якості дипломника)*

**Керівник дипломного проєкту**

**Посада, науковий ступінь, вчене звання**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Ім'я ПРІЗВИЩЕ**

**ДОДАТОК М**  
**РЕЦЕНЗІЯ НА ПРОЄКТ**

**РЕЦЕНЗІЯ**  
**на дипломний проєкт**  
**на здобуття ступеня бакалавра,**  
**виконаний на тему: «тема»**  
**студентом групи ТА-\_\_ : Прізвище, ім'я, по батькові**

*(складається у довільній формі із зазначенням: відповідності ДПБ затвердженій темі та завданню на дипломне проєктування; актуальності теми; реальності ДПБ (його виконання на замовлення підприємств, організацій, за науковою тематикою кафедри, НДІ тощо); глибину техніко-економічного обґрунтування прийняття рішень; ступеня використання сучасних досягнень науки, техніки, виробництва, інформаційних та інженерних технологій; оригінальності прийнятих рішень та отриманих результатів; правильності проведених розрахунків і конструкторсько-технологічних рішень; наявності і повноти експериментального (фізичного або математичного) підтвердження прийнятих рішень; якості виконання пояснювальної записки, відповідності креслень вимогам ДСТУ, ЄСКД; можливості впровадження результатів ДПБ; недоліків ДПБ; оцінки ДПБ за 4-бальною системою і можливості присвоєння дипломнику відповідної кваліфікації бакалавра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.*

**Рецензент**

\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(Ініціали, ПРІЗВИЩЕ)