

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

ВИМОГИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ

Навчальний посібник

Рекомендовано
як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології кібер-енергетичних систем»
спеціальності G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

Електронне мережеве навчальне видання

Київ

КПІ ім. Ігоря Сікорського
2026

УДК 681.5 (007.005.1)

B68

Укладачі: Волощук В.А., доктор техн. наук, професор
Степанець О.В., канд. техн. наук, доцент
Баган Т.Г., канд. техн. наук, доцент
Батюк С.Г., канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Бунь В.П., канд. техн. наук, доцент

Відповідальний
редактор: Новіков П.В., канд. техн. наук, доцент

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського

(протокол № 4 від 05.02.2026 р.) за поданням методичної комісії Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики (протокол № 3 від 29.01.2026 р.)

B68

Магістерська дисертація. Вимоги та рекомендації до виконання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» спец. G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Волощук В.А. та ін. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 104 с.

Навчальний посібник є частиною навчально-методичного забезпечення атестаційної роботи магістра за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» і призначений для надання допомоги здобувачам в процесі підготовки та виконання магістерської дисертації. У посібнику сформульовано мету та завдання магістерської дисертації, порядок її підготовки та захисту. Наведено вимоги до змісту, складу, обсягу і структури магістерської дисертації. Подано рекомендації щодо суті та реалізації роботи. Важливі висновки виділено окремо по тексту. Приділено увагу правилам оформлення дисертаційної роботи.

УДК 681.5 (007.005.1)

Реєстр. № 21/22-695. Обсяг 5,2 авт. арк.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

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

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026

ЗМІСТ

Вступ	5
Роль магістерської дисертації в освіті інженера.....	5
Етапи роботи над дисертацією	14
1 Вибір теми та формулювання проблеми	18
1.1 Як вибрати тему дисертації.....	18
1.2 Як сформулювати проблему та мету.....	23
1.3 Питання для самоконтролю	25
2 Збір та аналіз вихідної інформації.....	26
2.1 Збір даних для дослідження	26
2.2 Аналіз існуючих рішень	31
2.3 Встановлення вимог до майбутнього рішення	34
2.4 Питання для самоконтролю	38
3 Розробка рішення	40
3.1 Підходи до проектування систем автоматизації.....	40
3.2 Алгоритми та програмування	49
3.3 Моделювання та симуляція.....	53
3.4 Впровадження та тестування	56
3.5 Питання для самоконтролю	60
4 Аналіз результатів та економічне обґрунтування	61
4.1 Оцінка технічних результатів	61
4.2 Економічне обґрунтування.....	63
4.3 Питання для самоконтролю	66
5 Оформлення та написання тексту дисертації.....	67
5.1 Типова структура дисертації.....	67

5.2	Формальні складові початку тексту	69
5.3	Структура основної частини дисертації	72
5.4	Прикінцеві формальні складові	86
5.5	Як писати зрозуміло і послідовно	87
5.6	Питання для самоконтролю	89
6	Підготовка до захисту.....	90
6.1	Підготовка.....	90
6.2	Питання для самоконтролю	91
	Перелік використаних джерел	92
	Додатки	93
	Додаток А. Шаблони документів	94
	Додаток Б. Права та обов'язки здобувача	101

«Той, хто знає ворога й себе, ніколи не програє війни. Хто не знає ворога, але знає себе, інколи виграє, а інколи програє. Той, хто не знає ні себе, ні ворога, програє кожну баталію» (с) Сунь-дзи «Мистецтво війни»

«Той, хто знає свій об'єкт та знає свої засоби керування ним, здатен автоматизувати його роботу» (с) кафедра Автоматизації енергетичних процесів

Вступ

Роль магістерської дисертації в освіті інженера

Місце магістра практичного спрямування в освіті та професії

Вища технічна освіта в Україні має 3 рівні, кожний з яких поступово додає знань, умінь і навичок майбутньому спеціалісту своєї справи. Кожен рівень спрямований на певний етап розвитку спеціаліста в галузі автоматизації, враховуючи як практичні потреби промисловості, так і наукові вимоги до нових технологій та досліджень.

Першою ланкою вищої освіти є бакалаврат. Студенти на цьому етапі отримують фундаментальні знання в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, які включають як теоретичну підготовку, так і базові практичні навички. Основні дисципліни охоплюють математику, фізику, програмування, основи автоматизації, теорію автоматичного керування, технічні засоби автоматизації, моделювання та комп'ютерні технології. На цьому етапі основна увага приділяється забезпеченню загальної технічної компетентності. Випускники бакалаврату володіють основними навичками роботи з системами автоматизації, розробки та аналізу технічних систем, програмування та експлуатації обладнання, що дозволяє їм працювати на інженерних позиціях. Випускники бакалаврату можуть працювати на інженерних посадах або продовжити навчання в магістратурі.

Магістратура є другим рівнем вищої освіти [1] і має два основні напрямки: практично-орієнтований та науково-орієнтований. Бакалавр може обрати будь-який напрямок, який йому до душі.

Практично-орієнтована магістратура (освітньо-професійна програма підготовки, ОПП) спрямована на підготовку фахівців для вирішення практичних завдань в галузі автоматизації. Студенти поглиблюють свої знання та навички в конкретних прикладних аспектах автоматизації та інженерії, наприклад, у проєктуванні складних автоматизованих систем керування, впровадженні сучасних інформаційних технологій на виробництві, застосуванні нових підходів до автоматизації конкретного об'єкта. При цьому береться до уваги загальна картина підприємства – як запропоноване рішення вплине на компанію в цілому.

Практична магістратура більше орієнтується на роботу з реальними проєктами та впровадженням технологій на підприємствах. Випускники можуть обіймати керівні посади в промисловості або технічних компаніях, займаючись проєктуванням, розробкою та впровадженням автоматизованих систем.

Наукова магістратура (освітньо-наукова програма підготовки, ОНП) зосереджена на підготовці майбутніх дослідників та науковців. Студенти глибше занурюються в теоретичні аспекти автоматизації, проводять наукові дослідження, працюють над моделями та алгоритмами керування, вивчають нові підходи до розробки інноваційних систем. Їх навчання спрямоване на розвиток наукового мислення та здатності до самостійних наукових досліджень.

Наукова магістратура вимагає від студентів активної участі в наукових дослідженнях, написання наукових робіт та розробки інноваційних рішень. Випускники можуть продовжити наукову кар'єру, працюючи в університетах або R&D центрах в індустрії.

Випускники обох напрямків підготовки можуть знайти себе в стінах університету як викладачі чи дослідники, стати практикуючими інженерами або консультантами у компаніях, які дотичні до автоматизації, або продовжити навчання в аспірантурі.

Аспірантура – це етап підготовки висококваліфікованих науковців, спрямований на здобуття ступеня доктора філософії (PhD). Студенти-аспіранти проводять поглиблені дослідження в області автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, займаються розробкою нових теорій, методів, моделей та рішень. Основний акцент ставиться на самостійну наукову роботу під керівництвом наукового керівника.

Аспірантура зосереджена переважно на науковій роботі. Аспіранти повинні продемонструвати здатність до проведення незалежних наукових досліджень, результатом яких стає дисертаційне дослідження, яке додає нове знання в науку.

Випускники аспірантури можуть працювати на посадах викладачів, наукових співробітників у вищих навчальних закладах або дослідницьких інститутах, а також займатися науковими розробками в індустрії.

Магістр з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, який завершив навчання за освітньо-професійною програмою – це кваліфікований інженер, який може розпізнавати та вирішувати складні проблеми та пропонувати інноваційні рішення, які забезпечують ефективне виконання поставлених завдань. Він – основний фахівець з автоматизації для реального сектору економіки.

Результати навчання за освітньо-професійною програмою

Професійна діяльність інженера – це творча, інколи непередбачувана, але майже завжди цікава робота з вирішення нових проблем чи масштабування і розвитку існуючих рішень. Для цього потрібні конкретні знання, вміння, навички та здатності, які студент повинен опанувати після завершення певної освітньої програми. Їх називають результатами навчання. Вони описують, що саме студент має знати та вміти робити на практиці, а також, як він повинен застосовувати ці знання для вирішення реальних задач у своїй професійній діяльності. Для роботодавця такий перелік практичних досягнень свідчить про

готовність студента до професійної діяльності. Випускники нашої освітньо-професійної програми реально або потенційно можуть:

- створювати системи автоматизації, кібер-фізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робото-технічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;
- створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів;
- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності;
- застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;
- розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації;
- вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів;
- аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації;
- застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та

- створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кібер-фізичних виробництв;
- розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом;
 - розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами;
 - дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проєктної діяльності;
 - збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати та оцінювати її;
 - застосовувати сучасні технології наукових досліджень, спеціалізований математичний інструментарій для дослідження, моделювання та ідентифікації об'єктів автоматизації;
 - вміти виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити шляхи щодо їх розв'язання. Застосовувати методи аналізу, синтезу та оптимізації кібер-фізичних виробництв, систем автоматизації управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю;
 - планувати і виконувати наукові й прикладні дослідження у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, обирати ефективні методи досліджень, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень;

- розробляти і викладати спеціалізовані навчальні дисципліни у закладах вищої освіти;
- мати навички розробки і реалізації інноваційних проєктів та комерціалізації результатів досліджень і розробок у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій;
- застосовувати сучасні методи цифровізації виробництв та кібер-фізичних систем, розробляти їх технічне, алгоритмічне та програмне забезпечення;
- розробляти, досліджувати та удосконалювати інтелектуальні високонадійні системи управління сучасними технологічними комплексами.

Компетентності

Під час навчання у студента формуються певні компетентності. Компетентність – це здатність ефективно застосовувати знання, навички та досвід для виконання певних завдань або вирішення проблем у конкретній галузі. Це поєднання теоретичних знань, практичних вмінь та відповідального ставлення до виконання роботи задля досягнення особистих та суспільно-важливих результатів.

Якісно виконана магістерська дисертація підтверджує, що магістрант набув прописані в освітньо-професійній програмі (ОПП) компетентності, а саме:

- здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність працювати в міжнародному контексті;
- здатність враховувати соціальні та економічні аспекти під час вирішення наукових та технологічних задач, діяти соціально відповідально та свідомо;
- знання та розуміння предметної області і професійної діяльності, вміння застосовувати кращі практики у професійній діяльності, здатність до особистісного і професійного розвитку;

- володіння комунікативними навичками, здатність проявляти емпатію, мотивувати людей та рухатися до спільної мети;
- здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології, здійснювати пошук, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів), проявляти толерантність та повагу до культурної різноманітності;
- здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кібер-фізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робото-технічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;
- здатність проєктувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проєктні та інженерні рішення;
- здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами;
- здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації;
- здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень;
- здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами;
- здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій;

- здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережових та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робото-технічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу;
- здатність застосовувати сучасні технології наукових досліджень процесів, обладнання, засобів і систем автоматизації, контролю, діагностики, випробування та керування складними організаційно-технічними об'єктами та системами;
- здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, планувати та здійснювати відповідні наукові і прикладні дослідження;
- здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу, синтезу та оптимізації систем автоматизації, кібер-фізичних виробництв, процесів управління технологічними комплексами;
- здатність презентувати результати науково-дослідницької діяльності, готувати наукові публікації, брати участь у науковій дискусії на наукових конференціях, симпозіумах та здійснювати педагогічну діяльність у закладах освіти;
- здатність здійснювати комерціалізацію результатів наукових і прикладних досліджень та інновацій;
- здатність застосовувати сучасні методи цифровізації виробництв та кібер-фізичних систем, розробляти їх технічне та програмне забезпечення;
- здатність проводити синтез інтелектуальних систем управління, досліджувати та удосконалювати системи управління сучасними технологічними комплексами.

Мета дисертації

Магістерська дисертація практичного спрямування – це підсумкова робота, яка відображає здобуті за роки навчання знання, навички та здатність студента вирішувати реальні інженерні завдання [4]. Основна мета цієї роботи

полягає в тому, щоб продемонструвати здатність використовувати теоретичні знання для вирішення конкретних практичних проблем, з якими стикається сучасна промисловість. Ця робота має показати, що ви не тільки добре розумієте сучасні автоматизовані системи, технології та методи управління процесами, але й можете застосовувати їх для створення або вдосконалення реальних рішень.

Суть магістерської дисертації у тому, щоб ви змогли взяти реальну задачу – можливо, з конкретного виробництва чи підприємства – і розробити рішення, яке б відповідало вимогам цього завдання. Це може бути розробка нової автоматизованої системи керування процесами, оптимізація існуючих виробничих процесів за допомогою новітніх технологій або впровадження інноваційних підходів до автоматизації та комп'ютерної інтеграції в певній галузі.

Окрім вирішення технічних задач, магістерська дисертація також має показати економічну ефективність розробленого рішення, його відповідність вимогам безпеки та екологічним нормам. Ви маєте продемонструвати, що можете не тільки впроваджувати технологічні нововведення, але й оцінювати їх з точки зору економічної доцільності та впливу на виробництво.

Чому це важливо?

Магістерська дисертація – це демонстрація вміння застосовувати знання для вирішення практичних завдань.

Якісна та актуальна магістерська дисертація – це не лише підсумок вашої освіти, але й важливий крок до професійного успіху. Вона демонструє здатність вирішувати реальні інженерні задачі, показує технічні навички, інноваційний підхід та компетентність. Крім того, актуальна дисертація може мати практичне застосування, допомогти підприємствам, і стати вашою конкурентною перевагою на ринку праці, відкриваючи нові кар'єрні можливості.

Процес роботи над дисертацією – такий же, як і в професійній діяльності – від детективного розкопування першопричин проблем до пошуку оптимальних рішень в умовах технічних і не тільки обмежень. А в результаті – потенційно працююче рішення, яке може надати перевагу тому, для кого виконане, або хто

буде настільки далекоглядним, щоб найняти розробника рішення собі в команду. Проходження цим шляхом під наглядом і з менторською підтримкою наукового керівника – це підготовка до реальних проблем, які пройдуться значно легше. Це як вакцина для організму – спочатку наче і складно, але потім сила і захист десятикратно окупляться.

Етапи роботи над дисертацією

Від ідеї до захисту: короткий огляд ключових етапів роботи над дисертацією.

Ваш шлях до магістерської дисертації починається з вибору теми. Це може здаватися простим завданням, але саме тема задає тон усій подальшій роботі. Якщо вона вам цікава і водночас відчутно корисна для галузі, ви отримаєте внутрішню мотивацію і зовнішнє визнання. Далі вам належить зануритися у літературу, стандарти, технічні звіти та існуючі рішення. Тут важливо не просто зібрати матеріали, а зрозуміти, які прогалини ще залишаються і що саме ви можете привнести нового.

Поступово ви перейдете до дослідження об'єкта автоматизації. Це означає, що доведеться детально розібратися, як він функціонує, яку роль виконує у виробництві і які його параметри є ключовими. Дуже допоможе побудова математичних моделей – вони дозволяють «програти» різні сценарії без дорогих експериментів на реальному обладнанні.

Коли ви вже знаєте, як працює об'єкт, настає час спроектувати рішення. Це етап, де ви проявите себе як інженер: визначите архітектуру системи, підберете обладнання, створите алгоритми керування та схеми автоматизації. Результат цього етапу – цілісна концепція майбутньої системи.

Але проєкт залишатиметься лише на папері, доки ви не перевірите його в дії. Саме тому наступним кроком стане реалізація: це може бути програмування контролера, створення інтерфейсу для оператора, побудова імітаційної моделі або реалізація ШІ на обраних технічних засобах. Ваше завдання – показати, що рішення працює, нехай навіть поки що в умовах симуляції.

Після цього потрібно проаналізувати результати. Тут важливо відповісти на кілька запитань: чи відповідає система поставленим вимогам? які параметри вдалося покращити? наскільки вона економічно доцільна? Це той момент, коли ви перетворюєте технічний проєкт на обґрунтовану пропозицію, яку зрозуміє і керівник підприємства, і потенційний інвестор.

Весь цей процес завершується написанням тексту дисертації. Головний секрет у тому, щоб почати писати не в останній момент, а паралельно з роботою над проєктом. Так ви уникнете хаосу наприкінці й матимете час на редагування. Пам'ятайте: добре оформлена робота справляє не менше враження, ніж якісне технічне рішення.

Фінальним кроком стане підготовка до захисту. Тут ви перетворюєте багатомісячну працю на коротку, зрозумілу і переконливу презентацію. Важливо навчитися говорити про складні речі просто і впевнено відповідати на запитання комісії. Захист – це не лише формальність, а й ваш перший публічний вихід як молодого інженера-дослідника.

Під час написання дисертації ви поступово проходите всі ключові етапи, властиві реальним проєктам: від вибору теми та аналізу інформації до моделювання, проєктування, реалізації, оцінки ефективності та презентації результатів. Кожен із цих кроків – це не лише частина дисертації, але й важливий досвід, який стане у пригоді у професійній діяльності.

Як організувати роботу: планування часу та робочого процесу

Щоб робота над магістерською дисертацією була максимально продуктивною, а результат – корисним, важливо правильно організувати процес. Варто взяти до уваги кілька складових, що у кінці зберуться у дисертаційний пазл.

Детальний план роботи: на початку роботи складіть чіткий план із розбиттям завдання на етапи, з визначенням дедлайнів для кожного з них. Додайте в план всі ключові етапи: збір інформації, аналіз, розробку, тестування

та написання тексту. Регулярно переглядайте і коригуйте план, аби бути впевненим, що рухаєтесь в правильному напрямку. План буде коригуватися з набуттям нових знань з вивчених дисциплін та розширення світогляду – це нормально для спеціаліста. Але план має бути весь час, це також нормально для спеціаліста.

Регулярна систематична робота: створіть щоденний або хоча б щотижневий графік роботи над дисертацією, навіть якщо це буде всього кілька годин. Регулярність допомагає уникнути накопичення завдань і дозволяє працювати продуктивно протягом усього проєкту.

Постійно консультуйтеся з науковим керівником: регулярні зустрічі з керівником дозволять отримати цінний зворотний зв'язок, уточнити деталі і уникнути помилок на ранніх етапах. Краще вирішити потенційні проблеми якомога раніше, ніж переробляти роботу пізніше.

Робіть невеликі, але регулярні перевірки результатів. Періодично оцінюйте свої досягнення і перевіряйте, чи відповідають вони цілям та вимогам роботи. Це допоможе вчасно виявляти відхилення від плану і вносити корективи, якщо потрібно. Гарний спосіб перевірки – виступи на семінарах та конференціях. Там слухачі і почують ваші аргументи і висловлять свою думку. Інколи це може призвести до зміни в генеральному плані роботи, але завжди йде на користь результату.

Поділіть роботу на менші частини. Якщо завдання здається занадто великим або складним, розбийте його на менші частини. Це допоможе уникнути перевантаження і дозволить поступово виконувати роботу, постійно рухаючись вперед. Фіксуйте результати відразу, по гарячих слідах.

Не відкладайте написання тексту на останній момент. Написання дисертації краще почати рано, щоб мати достатньо часу для коригування і вдосконалення тексту. Пишіть поступово: завершивши певний розділ або етап роботи, відразу заносьте це в текст. Це допоможе структурувати роботу і зробить її менш напруженою ближче до дедлайну. Завжди плануйте додатковий час на редагування роботи перед здачею. Це дозволить не тільки виправити можливі

помилки, але й покращити якість написаного матеріалу, додати важливі деталі або краще структурувати текст.

Будьте готовим до несподіванок і гнучким у підходах. Робота над дисертацією може мати несподівані труднощі, затримки і повороти. Не бійтеся коригувати свій план і підхід у відповідь на нові обставини. Гнучкість допоможе швидше адаптуватися і рухатися вперед.

Не забувайте про здоров'я. Зберігайте баланс між роботою і відпочинком. Перевантаження і стрес можуть знизити продуктивність і вплинути на якість роботи. Регулярні перерви, фізична активність і здоровий сон допоможуть залишатися зосередженим та енергійним.

1 Вибір теми та формулювання проблеми

1.1 Як вибрати тему дисертації

1.1.1 Як знайти актуальну та цікаву тему

Правильно обрана тема дисертації – це вже половина успіху. Типовий студент вступає в магістратуру вже з розумінням того, чим хоче займатися і чого хоче досягти. Від цього будується власна траєкторія навчання, щоб кожна вивчена дисципліна поклала цеглинку у фінальний монумент підготовки. Обирайте тему ретельно, оскільки вона визначатиме не тільки вашу дисертацію, але й ваш інтерес до роботи та можливі перспективи в кар'єрі. Якісно зроблену дисертацію завжди можна показати роботодавцю як доказ здобутої кваліфікації.

Орієнтуйтеся на свої інтереси: обирайте тему, яка вас дійсно захоплює. Це зробить процес дослідження більш цікавим і допоможе зберегти мотивацію протягом усього часу роботи над дисертацією.

Дивіться на актуальні проблеми в галузі: вибирайте тему, яка відповідає сучасним викликам і тенденціям у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Це не тільки зробить вашу роботу більш значущою, але й підвищить її цінність для потенційних роботодавців.

Переконайтеся в наявності новизни: перевірте, щоб обрана тема містила елементи новизни або інноваційний підхід. Це може бути розробка нової методики, покращення існуючих технологій або впровадження інноваційного рішення для обраного об'єкта.

Оцінюйте ресурси та можливості: врахуйте, чи матимете доступ до таких необхідних ресурсів, як обладнання, програмне забезпечення, література, консультанти, чи достатньо буде знань. Переконайтеся, що обрана тема реалістична для виконання у відведені терміни.

Враховуйте свою майбутню кар'єру: варто шукати тему, яка може бути корисною для вашої майбутньої професійної діяльності. Якщо ви плануєте

працювати в певній галузі або компанії, вибір відповідної теми допоможе отримати цінний досвід і знання.

Консультуйтеся: при будь-яких складнощах на допомогу прийдуть науковий керівник та викладачі кафедри й університету. Спілкуйтеся у соцмережах з представниками профільних компаній, зі студентами інших спеціальностей та університетів, із закордонними колегами, відвідуйте конференції, виставки та воркшопи. Це багаті джерела натхнення та потенційно корисні знайомства.

Проявляйте ініціативу: хто питає – тому відповідають, хто робить – тому допомагають.

Чек-лист перспективної тематики

- ☒ Тема вирішує конкретну інженерну або ІТ-проблему?
- ☒ Вона узгоджується з сучасними трендами (IoT, AI, Smart Energy, кібер-фізичні системи)?
- ☒ Є доступ до обладнання або симуляторів для реалізації?
- ☒ Тема цікава мені особисто і пов'язана з моїми компетентностями?
- ☒ Узгоджена з керівником та консультантами, які зможуть допомогти та порадити?

1.1.2 Як сформулювати тему

Назву магістерської дисертації практичного спрямування варто формулювати з урахуванням кількох аспектів.

Перш за все, тема повинна відповідати меті, завданням і практичним результатам роботи: назва дисертації повинна чітко відображати об'єкт і предмет розгляду, а також містити в узагальненому вигляді основне практичне завдання або проблему, яку вирішує розроблене технічне рішення. Об'єкт – це частина матеріального світу, процес або явище, які привернули увагу і породжують проблему, яку варто вирішити. Об'єкт зазначається через назву певної сутності у сфері діяльності фахівця: системи, обладнання, пристрою, процесу, технології,

програмного продукту, інформаційної технології, інтелектуального твору, явища, економічної діяльності тощо. Наприклад, котельня, виробництво гречаних пластівців, холодильна установка, багатофункціональна будівля, сушарка, система вентиляції та кондиціонування повітря, процеси керування охолодженням серверів дата-центру. Предмет розгляду – це частина, аспект, конкретний бік об'єкта, що розглядається в роботі, з його якостями, характеристиками і особливостями поведінки. Наприклад, діагностика обладнання котельні, автоматизація виробництва гречаних пластівців, режими роботи холодильної установки, інтелектуальне керування багатофункціональною будівлею, автоматизація сушарки, моніторинг стану системи вентиляції та кондиціонування повітря, адаптивна система керування охолодженням серверів дата-центру. Основне практичне завдання або вирішувана проблема тут – це та «фішка» роботи, яка буде детально пророблена у дисертації.

Тема дисертації повинна відповідати спеціальності та галузі знань: напрямкам досліджень та технологічним сферам, визначеним у профілі спеціальності; і демонструвати зв'язок з актуальними потребами виробництва або галузі, для якої пропонується технічне рішення.

Бажано конкретизувати предмет розгляду до типу, модифікації установки чи системи, рішення для якої пропонуватимете. Не просто «Автоматизація парового котла...» (занадто узагальнено і не відбиває особливостей), а «Автоматизація котла ДКВР 8,5/13 з...». Таким чином можна підкреслити конкретику роботи, зробити наголос на вирішенні специфічної проблеми такого типу агрегатів.

Чого не варто робити у назві дисертації, так це починати її словами «Дослідження...», «Вивчення...», «Розроблення...», тому що вони відносяться до способу вирішення технічної проблеми, а не її мети.

✓ Прийнятним варіантом формулювання теми магістерської дисертації є формула «**Конкретний предмет розгляду + визначальна особливість цієї роботи**».

Допустимими варіаціями тем можуть бути:

1. Адаптивне керування інерційними квазістаціонарними об'єктами.
2. Синтез робастної системи з внутрішньою моделлю управління на базі H_∞ - норми.
3. Синтез багатовимірних регуляторів на основі методу модального управління.
4. Автоналаштування ПД-регулятора в ПЛК за методом Циглера-Нікольса для <Об'єкта>.
5. Каскадна САР температури повітря в приміщенні з використанням нечіткої логіки для апроксимації еквівалентних об'єктів.
6. Синтез системи автоматичного управління з використанням методу динамічної корекції для керування інерційними технологічними об'єктами.
7. Системи автоматичного регулювання з нейромережними регуляторами при випадкових збуреннях.
8. Синтез компенсатора збурення в цифрових комбінованих системах
9. Попереджувальне обслуговування інженерних систем розумної будівлі.
10. Синтез і аналіз системи діагностики відмов АСР пароводяного тракту
11. Система діагностики теплового стану обмотки статора турбогенератора.
12. Розширена функціональність програмованого контролеру як граничного пристрою периметру АСУ теплоенергетичним об'єктом.
13. Імітаційне моделювання цифрового двійника топки промислового котла.

14. Імітаційне моделювання автоматизованого технічного комплексу із застосуванням алгоритмів нечіткої логіки.
15. Імітаційне моделювання АТК холодильної установки з адаптивною САУ.
16. Імітаційне моделювання АТК з робастними регуляторами (на прикладі методичної печі).
17. Використання алгоритмів на основі нечіткої логіки для управління об'єктом із параметричною непостійністю.
18. Програмне забезпечення для двостороннього обміну даними з вільнопрограмованими контролерами.
19. Web компоненти для вільнопрограмованих контролерів під управлінням Linux.
20. Програмне забезпечення комунікаційного модуля для автоматизованої системи керування технологічним процесом змащування підшипників турбогенератора ТГВ-300.
21. Інтеграційні рішення для автоматизованих систем управління процесами на платформі Java.
22. Удосконалення систем управління пароводяного тракту прямооточного котлоагрегату.
23. Регулювання процесу горіння з використанням додаткових інформаційних сигналів.
24. Застосування нелінійного регулятора для управління навантаженням котлоагрегату ТПП-312.
25. Автоматизація котлоагрегата ТПП-210А із використанням регулятора зі змінною структурою.
26. Підвищення енергоефективності роботи енергоблоку ТЕЦ шляхом утилізації тепла вихідних газів.
27. Аналіз ефективності машинного навчання САР вологості в приміщенні на основі нейронних мереж.
28. Регулятор ентальпії в системах кондиціонування повітря.

29. Синтез системи кондиціювання повітря в приміщенні з використанням предиктора Сміта на основі метода Крстіча.
30. Багатовимірна система керування промисловим кондиціонером за методом оптимального режиму.
31. Синтез і аналіз автоматичної системи керування мікрокліматом приміщення.
32. Синтез системи автоматичного регулювання мережею підігрівачів на основі методу ІМС.
33. Моделювання та автоматизація теплопункту для промислових будинків.
34. Автоматизація системи тепlopостачання з використанням предиктора.
35. Універсальний дослідницький HIL-комплекс моделювання складних промислових систем керування.

1.2 Як сформулювати проблему та мету

Коли ви обрали тему, наступним кроком стає формулювання проблеми. Це не абстрактна вправа – від того, наскільки чітко ви визначите, що саме потрібно вирішити, залежить увесь хід вашої роботи.

Мета дисертації – це запланований результат. Іншими словами, ви маєте показати, чого прагнете досягти своїм дослідженням або розробкою. Для роботи практичного спрямування мета завжди пов'язана з покращенням характеристик об'єкта, набуттям ним нових можливостей або усуненням недоліків. Наприклад, це може бути підвищення енергоефективності установки, зменшення витрат ресурсів, або ж створення системи, яка раніше взагалі не існувала. У дисертації наукового спрямування мета дещо інша. Вона полягає у створенні нового знання: виявленні закономірностей, уточненні вже відомих теоретичних положень, розробці нових методів чи моделей. Тут важливо не лише показати, що ви можете застосувати існуючі підходи, а й зробити внесок у розвиток науки. Це

може бути новий алгоритм керування, оригінальна математична модель чи нова методика аналізу.

Мета ж завжди має бути сформульована через очікуваний позитивний ефект (покращення, підвищення, зменшення, оптимізація, забезпечення), тобто відповідати на запитання: «Навіщо потрібна ця система?» Створення системи чи розробка програми може бути завданням, але мета завжди стосується кінцевого результату та його корисного ефекту.

Але у будь-якому випадку загального формулювання мети замало. Щоб її досягти, потрібно визначити завдання. Завдання – це конкретні кроки, які ведуть вас до результату. Їх можна подати як окремі завершені етапи (наприклад: розробити модель, створити алгоритм, перевірити систему на симуляторі), або як послідовність дрібніших проблем, які разом формують рішення загальної проблеми.

Важливо, щоб завдання були сформульовані максимально чітко й логічно. Уявіть, що кожне завдання стане підрозділом вашої дисертації: саме їхній опис, обґрунтування й результати складатимуть основний зміст. Тому формулювання варто ретельно продумувати. Якщо мета – це вершина гори, то завдання – це ті сходинки, якими ви піднімаєтесь угору. І чим зрозуміліше вони описані, тим легше буде рухатися і вам, і тим, хто читатиме вашу роботу. Завдання слід формулювати в імперативній формі, починаючи дієсловами на кшталт «Розробити...», «Обґрунтувати...», «Оптимізувати...», «Проаналізувати...», «Розрахувати...» тощо.

✗ Неправильно: «Метою роботи є створення системи моніторингу насосної станції».

✓ Правильно: «Метою роботи є підвищення надійності та зручності експлуатації насосної станції шляхом впровадження системи моніторингу».

1.3 Питання для самоконтролю

1. Яку конкретну проблему в реальній системі автоматизації вирішує моя тема?
2. Що в моїй темі є об'єктом, а що — предметом автоматизації?
3. Який практичний результат буде втрачено, якщо моя робота не буде виконана?
4. Чи дозволяє обрана тема продемонструвати мій рівень як магістра, а не як бакалавра?
5. Яку саме негативну або неефективну ситуацію усуває моя робота?
6. Який показник (технічний, економічний, експлуатаційний) має покращитися в результаті?
7. Чи сформульована моя мета через ефект, а не через дію?
8. Чи логічно завдання дисертації ведуть до досягнення мети?
9. Чи можна кожне завдання напряму пов'язати з окремим розділом роботи?

2 Збір та аналіз вихідної інформації

2.1 Збір даних для дослідження

2.1.1 Огляд об'єкта дослідження: що важливо знати про систему, яку автоматизуєте

Перш ніж щось автоматизувати, потрібно добре розібратися в самому об'єкті. Інакше ви ризикуєте створити «ідеальне» рішення, яке на практиці не працюватиме. Саме тому огляд об'єкта дослідження – це один із ключових кроків вашої дисертації. Огляд об'єкта – це не просто формальний опис. Це спосіб переконатися, що ви розумієте, з чим працюєте, які в нього сильні й слабкі сторони, і які вимоги повинна виконувати майбутня система автоматизації.

Насамперед варто зрозуміти, яку роль виконує об'єкт у виробництві або технологічному процесі. Наприклад, котел – це джерело теплової енергії, насосна станція – вузол транспортування рідини, змішувач – частина технології приготування продукту. Чим чіткіше ви уявляєте цю роль, тим легше буде пояснити, чому саме він потребує автоматизації.

Далі слід описати структуру об'єкта: з яких елементів він складається, які процеси в ньому відбуваються, які параметри найбільш критичні для роботи. Тут стане в пригоді технологічна, функціональна схема або P&ID: вони наочно показують, які є датчики, виконавчі механізми, потоки речовин чи енергії.

Важливо також знати технічні характеристики: робочі діапазони температур і тисків, витрати енергоносіїв, швидкість реакції системи на зміни. Ці параметри визначатимуть вимоги до системи керування. Якщо ви автоматизуєте вентиляцію, ключовим буде діапазон температур і вологості повітря; якщо насосну станцію – продуктивність та напір.

Потрібно завжди пам'ятати про обмеження: які допустимі режими роботи, які є проблеми в експлуатації, що найбільше турбує операторів чи обслуговуючий персонал, які аварійні ситуації трапляються найчастіше. Ця інформація допоможе сфокусувати дисертацію на справді важливих аспектах.

Нарешті, подумайте про контекст: у якій галузі працює об'єкт, які стандарти чи нормативні документи до нього застосовуються, які тенденції розвитку в цій сфері. Це додасть вашій роботі актуальності й покаже, що ви бачите об'єкт не лише в ізоляції, а як частину більшої системи.

2.1.2 Паспорт об'єкта автоматизації

Для спрощення своєї роботи можна скористатися таким прийомом: описати об'єкт у вигляді ключових тез (таблиця 2.1). Це допоможе систематизувати вихідні дані й зробити їх основою для подальших розрахунків та рішень. Цю таблицю варто заповнювати на ранніх етапах роботи. Вона може стати додатком до дисертації і покаже, що ви добре знаєте свій об'єкт, а частина пунктів (наприклад, «Проблеми/обмеження» або «Очікувані вимоги») стане основою для формулювання завдань дисертації.

Таблиця 2.1. Опис об'єкта

Показники	Що потрібно вказати	Приклад заповнення
Назва об'єкта	Тип установки, агрегату або системи	Паровий котел ДКВР-10/13
Призначення	Яку функцію виконує в технологічному процесі	Джерело теплової енергії для цеху
Основні елементи	Складові частини системи (агрегати, вузли, контури)	Топка, пароперегрівач, живильний насос, димосос
Технологічні параметри	Робочі діапазони (Т, Р, витрати, напруга тощо)	Тиск пари: 13 кгс/см ² ; Температура пари: 250 °С
Ключові вихідні показники	Що потрібно отримати від об'єкта	Витрата пари 10 т/год

Критичні параметри	Що впливає на безпеку, надійність чи якість	Тиск у барабані; Рівень води; Температура газів
Наявні системи керування	Чи існує вже якась АСК чи часткова автоматизація	Локальний ПІД-регулятор рівня води, регулятор теплового навантаження, регулятор тяги
Основні проблеми / обмеження	Відомі недоліки чи труднощі в експлуатації	Часті перевищення температури перегріву
Стандарти та нормативи	Які документи регламентують роботу	ДСТУ EN 12952-1:2015 Водотрубні котли та допоміжне устаткування, ДБН В.2.5-77:2014. Котельні
Умови експлуатації	Середовище, зона, режим роботи	Промисловий цех, цілодобова робота
Оператори / персонал	Хто взаємодіє із системою, рівень підготовки	Машиніст котла, інженер-енергетик
Очікувані вимоги до автоматизації	Які покращення чи нові можливості потрібні	Зменшення витрат палива, дистанційний моніторинг

2.1.3 Які джерела інформації використовувати

Підготовка дисертації неможлива без опори на попередні знання. Ви не починаєте з нуля – перед вами вже є досвід інших інженерів і науковців, який потрібно опрацювати, зрозуміти й коректно використати. Важливо знати, де саме шукати цю інформацію і як працювати з різними типами джерел. Ваша база знань для дисертації складається з трьох шарів: академічна література (від підручників до статей), стандарти, нормативи та патенти, технічна та аналітична

документація від виробників та додаткові джерела, які мають високу репутацію у вашій галузі. Використовуючи їх разом і чесно цитуючи авторів, ви створите роботу, яка буде одночасно академічно коректною і практично цінною.

Наукові статті дають вам найсвіжіші результати досліджень. Вони можуть бути опубліковані у журналах, збірниках конференцій, іноді доступні в електронних репозитаріях. Їхня перевага – актуальність і новизна, недолік – обмежений обсяг і специфічна спрямованість. Використовуйте їх для огляду сучасних тенденцій і методів, які застосовують у світі. Абсолютна перевага академічних статей перед іншими джерелами інформації – дуже висока ймовірність якісного контенту, адже перед публікацією стаття проходить багато етапів перевірок експертами.

Монографії – це глибокі праці, присвячені одній темі. Якщо стаття може дати вузький зріз, то монографія розкриває тему з різних боків, показує підходи та історію розвитку ідей. Це хороша база для того, щоб зрозуміти логіку розвитку певної технології.

Посібники та підручники дають систематизовані знання. Вони корисні, коли вам потрібно освіжити в пам'яті теорію чи пояснити базові принципи. Використовуйте їх як основу, але пам'ятайте: дисертація вимагає й посилань на сучасні, більш спеціалізовані джерела.

Стандарти та нормативні документи – окремий пласт інформації. Без них у роботі над автоматизацією не обійтися. Вони визначають, як правильно оформити схеми, які вимоги висуваються до обладнання, безпеки, програмування чи надійності систем. Тут мало місця для «власних фантазій»: стандарт – це правило, якого слід дотримуватися. Дуже часто підходи та вимоги, описані в стандартах – це колективний досвід багатьох спеціалістів, тому гра за правилами у цьому випадку – це спосіб спростити собі завдання, і бонусом отримати “кращі практики” вирішення проблеми. У вашій роботі важливо показати, що ви знаєте і застосовуєте відповідні ДСТУ, IEC, ISO, ISA чи галузеві норми.

Технічна документація виробників обладнання також надзвичайно важлива. Це інструкції, каталоги, специфікації, application notes. Саме вони допоможуть вам правильно вибрати датчик, контролер чи привід і пояснити, чому саме ця модель відповідає вимогам. Використовуйте їх для обґрунтування вибору компонентів та створення схем.

І ще один критично важливий аспект – академічна доброчесність. Усе, що ви запозичуєте з чужих джерел – ідеї, схеми, визначення чи результати, – має бути належним чином позначене у вашій дисертації. Це означає, що потрібно робити посилання в тексті та вносити джерела до списку літератури. Плагіат чи некоректне запозичення не тільки знижує якість вашої роботи, але й підриває вашу репутацію як майбутнього інженера.

Сьогодні багато якісних матеріалів можна знайти не лише у класичних академічних джерелах, а й у більш «легковажних» на перший погляд платформах.

Іноді саме у блогах, професійних сайтах, технічних форумах з'являються перші практичні огляди нових технологій, інструкції від практиків або аналіз реальних кейсів. Якщо ви берете інформацію з блогу, важливо переконатися, що автор є експертом: представник компанії-виробника, досвідчений інженер, визнаний консультант. Варто уникати анонімних чи сумнівних ресурсів.

На платформах відеохостингів чи в освітніх системах можна знайти цінні лекції, демонстрації роботи обладнання, вебінари виробників. Відео може допомогти вам зрозуміти принципи чи надати візуальний приклад, який важко знайти у книжках. Але використовуючи таке джерело, обов'язково зазначайте автора каналу, дату публікації й посилання.

Соціальні мережі – це місце, де експерти діляться думками, короткими статтями чи кейсами. Якщо це справді відомий фахівець чи компанія, посилання на їхні матеріали може стати аргументом у вашій роботі. Але пам'ятайте: у дисертації це завжди має виглядати як додаткове, допоміжне джерело, а не основа дослідження.

Мабуть, найкориснішим з «позаакадемічних» ресурсів є аналітичні звіти та «білі книги» (white papers). Їх готують консалтингові компанії, галузеві асоціації чи виробники обладнання. Такі звіти часто містять статистику, прогнози та аналіз ринку, які неможливо знайти в підручниках. Вони можуть стати сильним аргументом щодо актуальності вашої теми чи економічного обґрунтування.

Базовий фундамент вашої дисертації мають складати статті, монографії, стандарти та офіційна технічна документація. Допоміжні джерела можна й треба використовувати, але після перевірки, чи відповідає джерело вашій темі, чи воно авторитетне у професійному середовищі. І завжди, завжди, **завжди** вказуйте авторство і наводьте посилання чи опис матеріалів, якими ви надихались у своїй роботі.

2.2 Аналіз існуючих рішень

2.2.1 Огляд технологічних підходів та типових рішень

Коли ви досліджуєте існуючі рішення для вашого об'єкта, важливо не просто перерахувати технології чи системи, а показати, як ви їх аналізуєте. Саме метод аналізу і робить вашу роботу науковою.

Перший крок – збір інформації. Ви шукаєте джерела, які описують застосовані підходи: це можуть бути наукові статті, звіти з впровадження, каталоги виробників, стандарти. Завдання цього етапу – скласти «карту» того, що вже існує.

Другий крок – класифікація. Спробуйте впорядкувати знайдені рішення за певними ознаками: наприклад, за рівнем складності (від простих локальних регуляторів до комплексних систем керування підприємством), за принципом роботи (класичні, адаптивні, інтелектуальні методи), або за масштабом застосування (локальний контур, технологічна лінія, інтеграція з інформаційними системами). Це допоможе уникнути хаотичного опису й покаже системність вашого підходу.

Третій крок – оцінювання. Для кожного підходу важливо вказати не лише сильні сторони, але й обмеження. Це можна робити у вигляді текстового аналізу чи таблиці з критеріями: точність, надійність, енергоспоживання, вартість, простота обслуговування, масштабованість. Головне – показати, що ви бачите як переваги, так і слабкі місця.

Четвертий крок – зв’язок із вашим об’єктом. Тут ви маєте відповісти на запитання: наскільки ці підходи придатні саме для вашої задачі? Можливо, технологія добре працює в енергетиці, але не підходить для харчової промисловості. Або навпаки – підхід, який застосований для енергетичних об’єктів, може потенційно принести користь у будівельній галузі. Або система ефективна в теорії, але занадто дорога для малого підприємства.

«Думайте широко, застосовуйте точково» – зробіть цільовий огляд кількох рішень, які реально застосовуються у вашій сфері, але не забувайте «свіжий погляд» - інколи ідеї з іншої сфери добре вкладаються у вашу задачу.

Порівнюйте підходи за критеріями: архітектура, алгоритм керування, вартість, надійність, гнучкість.

Підкріплюйте аналіз джерелами авторитетних видань, виробників, звітів про реальне застосування.

2.2.2 Порівняння наявних систем: як їх аналізувати та на що звертати увагу

Коли ви вже зібрали й описали різні підходи, саме час перейти від простого огляду до аналізу. Мета цього етапу – не просто показати, що ви знаєте про існуючі рішення, а продемонструвати, як ви вмієте їх порівнювати, критично оцінювати і робити висновки.

Найзручніше почати з порівняння підходів. Виберіть кілька критеріїв, за якими будете оцінювати рішення: точність, надійність, енергоспоживання, вартість, масштабованість, зручність обслуговування. Для кожного з розглянутих підходів дайте коротку характеристику за цими критеріями. Це можна зробити у вигляді таблиці чи порівняльного опису. Такий аналіз одразу показує сильні та слабкі сторони кожного рішення.

Далі перейдіть до виявлення слабких місць. Подумайте, які проблеми залишаються невирішеними. Це може бути висока ціна обладнання, складність налаштування, низька адаптивність до змінних умов, відсутність інтеграції з сучасними цифровими платформами. Тут важливо не просто критикувати, а пояснити, чому саме ці недоліки є суттєвими для вашого об'єкта.

І нарешті – визначення перспективних напрямків. Це логічний перехід від аналізу чужих рішень до формування власної ідеї. Ви показуєте: «Так, сьогодні існують такі й такі підходи. Вони працюють, але мають обмеження. Тому перспективним є напрямок, де ці обмеження можна подолати». Іншими словами, ви обґрунтовуєте нішу для власного дослідження.

У результаті цей блок вашої дисертації має продемонструвати зрілий інженерний підхід: ви не просто описали існуючі системи, а критично порівняли їх, показали їхні слабкі сторони й пояснили, куди рухатися далі. Саме так ви доводите актуальність і цінність власної роботи.

Ознаки якісного аналізу

- ✓ Не менше 10 джерел (наукові статті, стандарти, технічні каталоги, приклади реалізацій).
- ✓ Джерела останніх 5–7 років, актуальні для обраної галузі.
- ✓ Є критичний аналіз, а не опис (“система X краща, бо...”).
- ✓ Виділено критерії порівняння (функціональність, надійність, масштабованість, вартість).
- ✓ Представлено таблицю або матрицю порівняння (мінімум 3 підходи / системи).
- ✓ Вказано виявлені недоліки існуючих рішень.
- ✓ Підсумовано, чому жодне рішення не є ідеальним для твого об'єкта.
- ✓ Зроблено логічний висновок, який підводить до власного проєктного рішення.

2.3 Встановлення вимог до майбутнього рішення

2.3.1 Функціональні вимоги: що повинна робити система

Після того, як ви розібралися з об'єктом і проаналізували існуючі рішення, настав час подумати: а що саме повинна робити ваша система, щоб вважатися успішною? Це і є функціональні вимоги – перелік дій та можливостей, які система має забезпечувати.

Почніть із базових речей. Ваша система повинна виконувати основні функції керування: підтримувати потрібні параметри (температуру, тиск, рівень, витрату), вчасно реагувати на зміни в процесі, забезпечувати стабільність і безпеку. Без цього немає сенсу говорити про будь-які удосконалення.

Далі подивіться ширше. Сучасна автоматизація – це не лише регулятори. Вона має забезпечувати зручність роботи для оператора, можливість моніторингу в реальному часі, реєстрацію подій і аварій, архівування даних. Подумайте, чи потрібні вам засоби дистанційного доступу, звіти для керівництва, інтеграція з іншими системами.

Важливо також визначити межі. Функціональні вимоги не описують як саме ви це зробите (це буде далі, у технічних рішеннях), вони відповідають на запитання: що саме повинна вміти система. Наприклад: «система має автоматично підтримувати температуру на заданому рівні», «система повинна сигналізувати оператору про перевищення тиску та активувати алгоритми захисту», «система повинна зберігати дані щонайменше за 3 роки із резервуванням бази даних».

У масштабі підприємства функціональні вимоги не обмежуються локальною дією регулятора чи SCADA. Вони визначають, яку цінність система приносить у загальну діяльність організації. Це може бути зменшення простоїв виробництва завдяки швидкому виявленню аварій, полегшення роботи персоналу завдяки інтуїтивному інтерфейсу, підтримування необхідної якості процесів і продукції через оптимальне регулювання технологічних параметрів, забезпечення прозорості процесів через інтеграцію з MES або ERP-системами.

Іншими словами, функціональні вимоги мають описувати не лише те, що робить система, а й чому це важливо для підприємства в цілому.

Чітке формулювання функціональних вимог допоможе уникнути ситуації, коли результат вийшов «щось працює, але не те, що було потрібно». Це своєрідний контрольний список: якщо наприкінці ви можете поставити галочку біля кожної вимоги – значить, система робить те, що від неї очікували.

Функціональні вимоги визначають, які дії виконує система та які результати очікуються – тобто перелік функцій керування, контролю, моніторингу, обміну даними й взаємодії користувача та інших систем з обладнанням.

2.3.2 Технічні вимоги: які параметри та характеристики є критично важливими

Формулюючи технічні вимоги, ви створюєте критерії, за якими наприкінці зможете чесно оцінити: чи вдалося вам виконати роботу. Без них система може вийти «загалом працююча», але не придатна до реальної експлуатації.

Якщо функціональні вимоги відповідають на запитання «що повинна робити система», то технічні вимоги пояснюють «як добре вона має це робити». Саме вони задають рамки і критерії, за якими оцінюватиметься ефективність і надійність вашого рішення.

Перш за все, визначте точність, стабільність та швидкодію регулювання. Наскільки близько система повинна тримати температуру до заданої? Яке допустиме відхилення тиску чи рівня? Чітко вказані межі допоможуть вам надалі перевірити, чи справді система працює правильно. Для швидких процесів (наприклад, у хімічних реакторах) затримка навіть у кілька секунд може бути критичною. Для інших об'єктів (наприклад, системи опалення) реакція може бути повільнішою, але стабільною.

Визначте потреби у надійності та безпеці. Вкажіть, які режими роботи є аварійними, і які заходи має виконувати система: відключати обладнання, сповіщати оператора, переходити у безпечний стан. Надійність також означає, що система повинна витримувати певну кількість циклів роботи без відмови та

зберігати працездатність у заданих умовах. Не менш важливі умови експлуатації: температурний діапазон, вологість, наявність пилу, можливість роботи у вибухонебезпечних зонах. Вимоги до електроживлення, споживаної потужності чи інтерфейсів зв'язку теж належать сюди.

Зверніть увагу на масштабованість і сумісність. Система має працювати не лише зараз, а й бути готовою до розширення: підключення нових датчиків, інтеграції з SCADA чи хмарними сервісами.

З погляду підприємства, технічні вимоги – це ще й відповідність корпоративним стандартам та інтеграційним потребам. Система повинна підтримувати ті протоколи зв'язку, які використовуються на підприємстві, бути сумісною з існуючими платформами візуалізації чи базами даних, відповідати вимогам інформаційної безпеки. Тут також важливі показники, що впливають на економіку: енергоефективність, вартість обслуговування, ресурс обладнання. Тобто технічні вимоги визначають не лише «якість локального регулювання», а й довгострокову користь для підприємства.

Наприклад, для абстрактного контуру регулювання температури на виході з не менш абстрактного теплообмінника для потреб абстрактного технологічного процесу, технологічні вимоги можна формалізувати таким переліком (але не обмежуватися ним) – див. табл. 2.2.

Таблиця 2.1. Можливий перелік вимог

№	Параметр / характеристика	Вимога (як добре має працювати система)	Критерій оцінки / контроль
1	Діапазон регулювання температури	40–90 °C	Похибка не більше ± 1 °C
2	Час виходу на встановлений режим	≤ 60 с після зміни уставки	Аналіз перехідної характеристики
3	Стійкість регулювання	Без коливань	Перерегулювання не більше 5 %
4	Частота дискретизації ПІД-контролера	Не менше 100 мс	Перевірка циклу опитування ПЛК
5	Надійність датчика температури	MTBF $\geq 30\,000$ год	Дані виробника

6	Допустиме відхилення сигналу датчика	$\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Метрологічні характеристики
7	Затримка спрацювання виконавчого механізму	$\leq 1\text{ с}$	Вимір під час тесту системи
8	Енергоспоживання приводу клапана	$\leq 15\text{ Вт}$	Вимірювання під навантаженням
9	Відмовостійкість системи	Автоматичний перехід у безпечний стан при збої датчика	Тест аварійного режиму
10	Інтерфейс оператора	Оновлення даних $\leq 500\text{мс}$, індикація аварій $< 1\text{ с}$	Моніторинг SCADA / HMI
11	Зв'язок з іншими системами	Має бути реалізований двосторонній зв'язок із заводською MES	Вбудований OPC-UA сервер із потрібними тегами

2.3.3 Як задокументувати вимоги

У реальних інженерних проєктах формулювання вимог завжди завершується створенням технічного завдання (ТЗ) – документа, який стає основою для всіх подальших етапів роботи. У магістерській дисертації повноцінне ТЗ не передбачене, але принципи документування вимог залишаються такими ж.

Перш за все, варто чітко відділити функціональні та технічні вимоги. Це допоможе уникнути плутанини між тим, що система повинна робити і якими параметрами вона має володіти. Для зручності можна зібрати їх у таблицю чи список, розділивши на дві частини.

Далі подумайте про обмеження. У реальності будь-яке рішення має рамки: бюджет, доступне обладнання, обмеження інфраструктури, компетенції персоналу, час виконання. Якщо ви зазначите їх у роботі, це покаже зрілість вашого підходу: ви не просто мрієте про ідеальну систему, а враховуєте реальні умови експлуатації.

Ще один важливий момент – пріоритезація вимог. Усі вимоги однаково важливими бути не можуть. Частина з них – критичні (безпека, основні

технологічні параметри), інші – бажані, але другорядні (зручність інтерфейсу, дизайн панелі керування). Добре, якщо ви покажете у тексті, які вимоги є базовими, а які – додатковими. Це допоможе чітко пояснити, що саме ви реалізуєте у рамках дисертації, а що можна розглядати як перспективу для розвитку.

Важливо не лише записати вимоги, а й зробити їх перевірюваними. Ставте собі просте запитання: «Як я зможу довести, що ця вимога виконана?». Якщо у вимозі зазначено «система має бути зручною», це занадто розмите формулювання. А от «інтерфейс повинен забезпечувати виконання трьох базових операцій у два кліки» – уже конкретний і вимірюваний критерій.

У результаті, навіть без формального ТЗ, ви зможете оформити у своїй дисертації набір вимог як важливий підрозділ: із чітким поділом на типи, врахованими обмеженнями та зрозумілими пріоритетами. Це покаже, що ви мислите як інженер, здатний не лише створювати ідеї, але й формалізувати їх у вигляді практичних завдань. По суті, це завершальний підрозділ першого розділу дисертації, який пов’язує ваш об’єкт, його проблеми, існуючі та перспективні способи вирішення цих проблем із тим рішенням, яке пропонуєте та реалізуєте ви.

Документування вимог необхідне, щоб усі учасники проєкту однаково розуміли, що має робити система і за якими критеріями оцінюватиметься її якість.

2.4 Питання для самоконтролю

1. Яку роль мій об’єкт виконує в технологічному або бізнес-процесі?
2. Які параметри об’єкта є критичними для безпеки та надійності?
3. Які обмеження об’єкта не можна змінити засобами автоматизації?
4. Які проблеми з експлуатації об’єкта підтверджені фактами, а не припущеннями?

5. Які частини об'єкта автоматизувати недоцільно і чому?
6. За якими критеріями я порівнюю існуючі рішення?
7. Які компроміси (ціна, складність, надійність) закладені в кожному з них?
8. Які рішення непридатні для мого об'єкта і чому?
9. Які недоліки існуючих систем є системними, а не випадковими?
10. Яку саме прогалину або обмеження покликане усунути моє рішення?

3 Розробка рішення

3.1 Підходи до проєктування систем автоматизації

3.1.1 Вибір архітектури системи: як розробити структуру автоматизації

Проєктування системи починається з архітектури. Це своєрідний «скелет», на який ви надалі «навішуєте» алгоритми, обладнання та інтерфейси. Вибір архітектури – не формальність, а ключ до того, чи буде ваша система зручною, масштабованою та сумісною з іншими рішеннями. Архітектура – це не тільки «схема з блоками та стрілками». Це спосіб показати, що ваша система одночасно життєздатна з технічної точки зору і корисна з організаційної та економічної. Саме таке комплексне бачення відрізняє інженера-початківця від магістра, здатного мислити системно.

Коли ви розробляєте архітектуру системи, важливо подивитися на неї не лише як інженер, який з'єднує датчики з контролером. Справжня архітектура – це багатовимірна конструкція, яка повинна одночасно задовольняти різні зацікавлені сторони:

- ✓ технічна точка зору: як система реалізована «залізом і софтом»: датчики, ПЛК, мережа, SCADA, MES. Тут оцінюється надійність, точність, безпека, масштабованість;
- ✓ організаційна точка зору: як рішення вписується в бізнес-процеси підприємства: чи полегшує воно планування виробництва, чи зменшує витрати, чи відповідає корпоративним стандартам;
- ✓ користувацька точка зору: як із системою працюють люди: оператори, технологи, інженери з обслуговування, менеджери. Чи зручний для них інтерфейс? Чи отримують вони саме ту інформацію, яка потрібна для їхніх рішень?
- ✓ експлуатаційна точка зору: наскільки легко систему підтримувати, ремонтувати, оновлювати. Чи є у підприємства ресурси для її обслуговування?

- ✓ інтеграційна точка зору. як система взаємодіє з іншими: чи підтримує стандартні протоколи, чи можна її з'єднати з ERP/MES, чи відповідає вимогам інформаційної безпеки;
- ✓ економічна точка зору: яка загальна вартість володіння системою (не лише закупівля, а й обслуговування, модернізація, навчання персоналу)?

Усі ці аспекти мають бути враховані на етапі архітектурного проєктування. Якщо ви створите технічно ідеальну систему, яка, наприклад, виявиться занадто складною для персоналу або занадто дорогою для утримання, то на практиці вона не буде успішною.

Почніть із локальної технічної архітектури. Тут ви описуєте, як побудована система на рівні об'єкта: які є датчики, які виконавчі механізми, як вони пов'язані з контролерами і яким чином дані потрапляють у систему візуалізації чи базу даних. На цьому рівні важливо продумати інформаційну взаємодію, надійність, резервування, реакцію на аварійні ситуації.

Але не зупиняйтесь лише на цьому. Ваша система – частина підприємства, а не окремий острів. Тому потрібно враховувати загальну архітектуру виробництва: як рішення взаємодіє з SCADA, MES чи ERP, які протоколи зв'язку підтримує, як воно вписується в політику кібербезпеки. Тільки тоді ваша розробка буде по-справжньому корисною для компанії.

Подивіться також на архітектуру з різних точок зору. Технічна – чи система працює стабільно і точно? Користувачка – чи зрозуміла вона оператору й чи не створює зайвих труднощів для персоналу? Організаційна – чи допомагає система вирішувати бізнес-завдання, зменшує простой, оптимізує ресурси? Експлуатаційна – чи легко її обслуговувати й розширювати? Економічна – чи відповідає вартість володіння можливостям підприємства?

Ще один важливий принцип – масштабованість. Навіть якщо ви зараз автоматизуєте лише один об'єкт, подумайте, як архітектура дозволить у майбутньому підключати нові вузли, обладнання або інтегруватися з додатковими цифровими сервісами.

At last but not at least: архітектура має бути зрозумілою не лише вам, а й тим, хто працюватиме з нею після вас. Тому її потрібно документувати у вигляді схем (P&ID, структурні діаграми, ієрархічні блок-схеми), супроводжувати поясненнями й узгоджувати з вимогами, які ви сформулювали на попередньому етапі.

Аналізувати вашу ідею та рішення можна різними способами. Наприклад, можна скласти матрицю архітектури рішення та заповнити її по принципу «що має робити – як це досягається?» (таблиця 3.1).

Таблиця. 3.1. Приклад матриці архітектури системи автоматизації

Точка зору	Ключові питання	Приклади відповідей
Технічна	Чи система виконує основні функції стабільно та точно? Які показники точності/швидкодії/надійності задані?	«Точність регулювання температури ± 1 °C; час реакції не більше 3 с; резервування живлення передбачене»
Користувацька	Хто працюватиме з системою? Чи інтерфейс зрозумілий для оператора? Чи є інструменти для інженера й керівника?	«Оператор бачить ключові параметри й аварійні сигнали; інженер має доступ до журналів; керівник отримує звіти»
Організаційна	Як система впливає на бізнес-процеси? Чи зменшує простої, витрати, покращує планування?	«Система скорочує аварійні зупинки на 20 %; дозволяє формувати добові звіти для планування»
Експлуатаційна	Як система обслуговується? Чи легко замінити датчик,	«Використовуються стандартні модулі I/O; інтерфейси на базі Modbus

	оновити ПЗ, додати новий модуль?	TCP/IP; оновлення ПЗ дистанційне»
Інтеграційна	Чи підтримує система протоколи, прийняті на підприємстві? Чи можлива інтеграція з SCADA/MES/ERP?	«Передача даних через OPC UA; сумісність із ERP підтверджена»
Економічна	Яка вартість впровадження та обслуговування? Чи є економічний ефект від роботи системи?	«Вартість володіння знижується за рахунок зменшення споживання енергії на 12 %»
Безпекова (кібер- та техногенна)	Чи система відповідає стандартам безпеки? Чи передбачено захист від збоїв і кібератак?	«Використано IEC 62443; аварійне відключення обладнання при перевищенні тиску»

3.1.2 Інноваційні підходи до систем автоматичного керування

Коли ми говоримо про системи автоматизації, легко зупинитися на перевірених класичних рішеннях. Вони зрозумілі, стабільні й добре описані в літературі. Але магістерська робота – це не лише повторення того, що вже відомо. Вона має показати, що ви орієнтуєтесь у сучасних трендах і готові мислити ширше. Хоча навіть застосування нового, більш ефективного за певним критерієм алгоритма налаштувань для відомого регулятора - це вже крок до кращої роботи вашої системи.

Сьогодні все більше уваги приділяється модельно-прогнозуючому керуванню (MPC). Воно дозволяє враховувати майбутню поведінку процесу і

приймати рішення з урахуванням обмежень. Це особливо актуально в енергетиці, хімічній промисловості, HVAC.

Ще один напрям – адаптивні алгоритми, які змінюють свої параметри ян навіть структуру залежно від умов роботи. Вони дають змогу підтримувати стабільність навіть тоді, коли характеристики об'єкта змінюються в процесі експлуатації.

Швидко розвивається і застосування штучного інтелекту та машинного навчання. Нейронні мережі можуть навчатися на даних, передбачати відмови обладнання, оптимізувати режими роботи. Нечітка логіка дозволяє описувати й керувати системами, для яких важко побудувати точні математичні моделі.

Не можна оминати і цифрові двійники, які дають змогу моделювати об'єкт у реальному часі, тестувати алгоритми ще до впровадження і прогнозувати наслідки рішень. Це вже активно використовується у великих виробництвах і поступово стає доступним у менших масштабах.

Інтеграція з IT-рівнем також в центрі уваги: IoT-пристрої, хмарні SCADA, аналітика великих даних. Тут з'являється зовсім новий вимір автоматизації – система стає не лише «місцевим регулятором», а частиною глобальної цифрової інфраструктури підприємства.

Ваше завдання як магістранта не обов'язково впровадити всі ці новітні рішення. Але варто хоча б показати, що ви знаєте про них, розумієте їхні сильні та слабкі сторони й можете пояснити, чому для вашого об'єкта обрали саме той чи інший підхід. Це і є ознака інженера, який мислить не тільки «як зробити», але й «що буде далі».

3.1.3 Вибір обладнання та програмного забезпечення: на що орієнтуватися

Вибір обладнання та ПЗ – це завжди баланс між технічними характеристиками, економікою та організаційними реаліями підприємства. Якщо ви зможете показати у своїй дисертації, що робили цей вибір свідомо й за обґрунтованими критеріями, то ваша робота буде виглядати як справжнє інженерне рішення. Це оцінять майбутні роботодавці.

Коли архітектура вашої системи вже окреслена, настав час перейти до конкретики – вибору обладнання та програмного забезпечення. Це той момент, де найчастіше студенти роблять поспішні рішення: «беру Siemens, бо він відомий», або «ставлю те, що доступно в лабораторії». Але правильний підхід полягає не в випадковому виборі, а у свідомому аналізі кількох критеріїв.

Почніть із сумісності. Обране обладнання має підтримувати ті протоколи й інтерфейси, які потрібні для вашої архітектури та вже використовуються на підприємстві. Якщо ви ігноруєте цей аспект, то навіть найсучасніший контролер може виявитися «чужим» у готовій інфраструктурі. Важлива також функціональність - обладнання повинно потенційно змогти виконувати ті функції, які ви на нього покладете.

Другий критерій – надійність і доступність сервісу. Подумайте, наскільки легко знайти комплектуючі, чи є у вашому регіоні представництво виробника, як швидко можна отримати підтримку. Вибір обладнання без підтримки – це ризик, що у критичний момент систему не буде кому обслуговувати.

Не менш важливим є питання вартості володіння, а не лише початкової ціни. Контролер може бути дешевим у закупівлі, але потребувати дорогого програмного забезпечення чи ліцензій. Або навпаки – обладнання може коштувати більше, але мати безкоштовне середовище програмування й довший термін служби.

Зверніть увагу на масштабованість і гнучкість. Чи дозволяє обране рішення легко додати нові модулі введення/виведення, розширити базу даних або інтегрувати новий інтерфейс користувача? Якщо ні, то через кілька років ваша система може виявитися безнадійно застарілою.

І, звісно, стандарти й сертифікації. У промисловій автоматизації обладнання повинно відповідати нормам безпеки (IEC, ISO, ДСТУ), а іноді й мати спеціальні сертифікати (наприклад, для роботи у вибухонебезпечних зонах). Це не формальність, а гарантія, що система відповідатиме вимогам експлуатації.

Аналогічні принципи діють і для програмного забезпечення. Вибираючи середовище програмування чи SCADA-систему, орієнтуйтеся на:

- підтримку стандартних протоколів (OPC UA, Modbus, MQTT тощо),
- наявність бібліотек і готових шаблонів,
- зручність роботи для користувача й можливість навчання персоналу,
- політику ліцензування (одноразова купівля, підписка, відкритий код).

Критерій	Що означає	Чому важливо
Функціональність	Відповідність технічним і функціональним вимогам	Забезпечує виконання завдань без перевантаження або нестачі можливостей
Надійність	Середній час безвідмовної роботи, стабільність ПЗ	Визначає безперервність процесу та мінімізацію простоїв
Сумісність	Підтримка стандартів	Гарантує інтеграцію з іншими системами
Масштабованість	Можливість розширення системи	Дозволяє адаптувати рішення до зростання об'єкта
Вартість володіння (ТСО)	Ціна закупівлі + обслуговування + ліцензії	Допомагає уникнути прихованих витрат
Підтримка виробника	Наявність сервісу, оновлень, документації	Знижує ризики експлуатації
Енергоспоживання	Потужність і ККД компонентів	Впливає на економічність системи
Безпека	Кіберзахист, захист від перевантажень і збоїв	Критично для промислових і мережевих систем

Доступність на ринку	Наявність у постачальників, терміни доставки	Забезпечує реалістичність впровадження
Зручність програмування	Підтримка мов та стандартів програмування, інтерфейс IDE	Впливає на швидкість розробки, можливу функціональність та помилковість коду

3.1.4 Проєктування інтерфейсів користувача (HMI) та керування процесами

Система автоматизації може бути технічно досконалою, але якщо інтерфейс незручний для оператора, вона не буде успішною. Тому розробка HMI (Human-Machine Interface) – це не просто «намалювати екрани», а спроектувати інструмент, яким користуватиметься людина щодня.

Почніть із розуміння ролей користувачів. Оператору потрібен швидкий доступ до поточних параметрів і аварійних сигналів, технологу – можливість змінювати режими роботи, інженеру з обслуговування – доступ до діагностики та журналів. Один і той самий інтерфейс не може однаково добре підходити для всіх, тому варто передбачити різні рівні доступу й набори функцій.

Другий аспект – принцип простоти та зрозумілості. У HMI, будь-то локальна панель оператора чи SCADA, має бути мінімум зайвих деталей і максимум корисної інформації. Використовуйте кольори для сигналізації станів (наприклад, білий - нормально, жовтий – попередження, червоний – аварія), але не перевантажуйте екран різнобарв'ям. Важливі елементи завжди мають бути «на відстані одного погляду». У технічних інтерфейсах варто зважати на визнані інженерною спільнотою стандарти - наприклад, ISA-101, який декларує та описує високопродуктивні інтерфейси користувача саме з точки зору зручності роботи з такими інтерфейсами

Третє – керування процесами через інтерфейс. Кожна кнопка чи поле введення повинні мати чітке призначення й виключати можливість помилки.

Якщо оператор може випадково вимкнути насос замість вентиля, це серйозна загроза. Тому підписи, підтвердження дій і логічне групування елементів є критично важливими.

Не забувайте і про контекст підприємства. Ваша система не існує ізольовано – дані з неї можуть передаватися в інші інформаційні системи на-кшталт у MES чи ERP. Це означає, що при проєктуванні інтерфейсів варто передбачати, які дані потрібні для вищих рівнів управління і як вони мають бути представлені.

І нарешті – тестування з користувачами. Навіть найкращі ідеї можуть виявитися незручними на практиці. Якщо є можливість, дайте майбутнім користувачам протестувати прототип інтерфейсу й відкоригуйте його за їхніми зауваженнями. Це простий крок, який значно підвищує якість системи.

Ви робитимете якісні функціональні інтерфейси для людей та машин, якщо дотримуватиметесь простих правил:

- ☑ прозорість процесу – система повинна чітко відображати поточний стан, причину події та наслідок дії оператора;
- ☑ контекстна взаємодія – користувач бачить лише те, що актуально для його ролі й поточного режиму роботи;
- ☑ інтероперабельність – обмін даними між системами має відбуватись через стандартизовані протоколи;
- ☑ безпечна взаємодія – будь-які команди підтверджуються, а критичні функції мають рівень доступу;
- ☑ простота розширення – архітектура інтерфейсів і зв'язків дозволяє швидко додавати нові пристрої або підсистеми без повної перебудови.

3.2 Алгоритми та програмування

3.2.1 Вибір та аналіз способів керування

Коли ви вже сформулювали вимоги до системи, настав час поставити головне питання: який спосіб керування найкраще допоможе ці вимоги реалізувати? Це не завжди очевидно, адже різні підходи мають різні сильні сторони й обмеження. Завдання цього етапу – не лише обрати метод, а й показати, що ваш вибір обґрунтований. У виборі способу керування важливий не лише сам алгоритм, а й аргументація: чому саме він найкраще відповідає вашим вимогам, наскільки він сучасний, практичний і перспективний для підприємства. Це та частина роботи, де відчувається зрілість вашого інженерного мислення.

Найпоширеніший з класичних методів регулювання – ПД-регулятор. Він простий, надійний і добре працює там, де процес має більш-менш сталу динаміку. Але коли система складна, нелінійна або її параметри часто змінюються, ПД може виявитися недостатнім.

Тоді варто звернутися до розширених підходів. Адаптивне керування дозволяє підлаштовувати параметри регулятора під змінні умови роботи. Модельно-прогнозуюче керування (MPC) враховує майбутні зміни процесу і може оптимізувати його роботу з урахуванням обмежень. Це серйозний крок уперед, але він потребує більшої обчислювальної потужності та якісних моделей об'єкта.

Існують також інтелектуальні методи: нейронні мережі, нечітка логіка, алгоритми машинного навчання. Вони здатні працювати з невизначеністю, відхиленнями від моделей і навіть навчатися під час експлуатації. Такі підходи ще рідко впроваджуються у промисловості, але саме магістерська робота може стати хорошим майданчиком для дослідження й експериментів у цьому напрямку.

Щоб ваш вибір виглядав переконливо, важливо зробити порівняльний аналіз. Для цього можна скласти таблицю чи опис, де для кожного методу ви покажете:

- які вимоги він виконує добре,
- які завдання залишає відкритими,
- які ресурси потребує (обчислювальні, людські, фінансові),
- як легко його інтегрувати в обрану архітектуру.

Не забувайте про контекст підприємства. Те, що підходить для наукової лабораторії, може бути занадто дорогим або складним для промислового виробництва. І навпаки: те, що у промисловості вважається «золотим стандартом», може виглядати недостатньо інноваційним для магістерської роботи, якщо ви не покажете глибшого аналізу чи вдосконалення.

Вибирайте спосіб керування не лише для окремого об'єкта, а з урахуванням його ролі в загальній архітектурі підприємства – узгоджені алгоритми забезпечують стабільність, енергоефективність і керованість всього виробництва.

3.2.2 Створення алгоритмів для керування процесами

Алгоритм керування – це серце вашої системи. Саме він визначає, як система реагує на зміни параметрів, утримує їх у потрібних межах і забезпечує стабільність процесу. Тому розробка алгоритму – це не просто «написати код для ПЛК», а спершу усвідомлено обрати метод керування й пояснити, чому саме він є найкращим для вашої задачі.

Почніть із постановки питання: яких результатів я хочу досягти? Якщо для об'єкта критична стабільність параметрів, можливо, достатньо класичного ПІД-регулятора. Якщо важлива здатність адаптуватися до змінних умов, варто подумати про адаптивні алгоритми. Якщо ж головним є прогнозування поведінки системи з урахуванням багатьох параметрів – доречним буде модельно-прогнозуюче керування (MPC).

У своїй дисертації вам важливо не лише обрати метод, а й обґрунтувати цей вибір. Покажіть, чому саме цей алгоритм підходить для вашого об'єкта: які

його переваги у порівнянні з альтернативами, які обмеження ви приймаєте, чим ваш варіант відрізняється від стандартних рішень.

Не варто обмежуватися лише класичними структурами. Магістерська робота – це простір для дослідження новітніх підходів: нейронних мереж, алгоритмів з елементами штучного інтелекту, нечіткої логіки, гібридних рішень. Навіть якщо ви не впровадите їх у повному обсязі, саме дослідження й порівняння з класичними методами продемонструє, що ви мислите на рівні сучасних тенденцій.

Ще один важливий момент – структурованість алгоритму. Необхідно розробити його у вигляді блок-схеми чи псевдокоду перед тим, як реалізовувати в програмі. Це дозволяє краще пояснити логіку і полегшує подальше програмування. Пам’ятайте: ваш алгоритм має бути зрозумілий не тільки комп’ютеру, але й людині, яка читатиме вашу роботу чи продовжуватиме проєкт після вас.

Створюючи алгоритм, ви робите три кроки: формулюєте вимоги до керування, аналізуєте можливі підходи та обґрунтовуєте свій вибір. Саме така логіка відрізняє інженера, який «щось запрограмував», від магістра, який спроектував і пояснив рішення.

3.2.3 Як документувати код та логіку роботи системи

Документування – це гарантія, що ваша робота має інженерну цінність і життєздатність. І якщо ви покажете це у своїй дисертації, то продемонструєте, що мислите не лише як студент, а як фахівець, здатний створювати рішення на перспективу.

Уявіть, що ви написали чудову програму, яка бездоганно працює на стенді чи реальному об’єкті. Але що буде далі? Хтось має її супроводжувати, змінювати, оновлювати. Якщо логіка залишиться лише у вашій голові, система втратить цінність. Саме тому документування алгоритмів і коду – обов’язкова частина будь-якого інженерного рішення.

Почати варто з візуалізації алгоритмів. Блок-схеми, діаграми станів, псевдокод допомагають пояснити логіку ще до написання програми. Це важливо і для того, щоб ваш керівник чи рецензент зрозуміли підхід, і для подальшої підтримки системи іншими інженерами.

Далі – коментування коду. Коментар не повинен дублювати кожен рядок, але має пояснювати ключові дії: що робить ця функція, яке значення має змінна, чому використаний саме цей алгоритм. Добре задокументований код читається як зрозуміла історія, а не як «головоломка для обраних».

Не менш важливим є структурування програми. Логіку варто ділити на модулі або функціональні блоки, кожен із чітко визначеною роллю. Це дозволяє легко вносити зміни або повторно використовувати частини коду в інших проєктах.

І, нарешті, зв'язок із життєвим циклом системи. Документація алгоритмів і коду показує, що ваше рішення може жити довше, ніж сама дисертація. Після захисту воно може стати основою для реального впровадження, і тоді хтось інший повинен мати можливість швидко зрозуміти, як усе працює.

Комбінуйте документування для досягнення синергетичного ефекту:

- ☑ у коді: лаконічні коментарі “чому” (не “що”), узгоджені імена, посилання на вимоги/тикети;
- ☑ поруч із кодом: README з архітектурою, залежностями, інструкцією пуску; окремо – CHANGELOG;
- ☑ моделі логіки: діаграми станів/послідовностей, P&ID/ISA-5.1, карти сигналів I/O;
- ☑ процес: версіонування, код-рев'ю, unit/симуляційні тести; кожна зміна – з обґрунтуванням і трасуванням до вимог.

3.3 Моделювання та симуляція

3.3.1 Чому моделювання важливе для тестування системи

Уявіть, що ви розробили алгоритм керування й одразу завантажили його в реальне обладнання. Це ризикований крок: система може повестися непередбачувано, обладнання – пошкодитися, а технологічний процес – зупинитися. Щоб уникнути таких наслідків, у сучасній інженерії застосовують моделювання та симуляцію. Моделювання – це місток між вашою ідеєю та реальністю. Воно дозволяє протестувати рішення, уникнути помилок і довести, що ваш алгоритм чи система справді працюють, ще до того, як ви натиснете кнопку «Пуск» на реальному об’єкті.

Моделювання дає можливість перевірити ідеї без ризику. Ви створюєте математичну чи імітаційну модель об’єкта й запускаєте свій алгоритм у «віртуальному середовищі». Це безпечно, швидко й дозволяє експериментувати навіть із тими режимами, які у реальності могли б бути аварійними.

Ще одна причина – економія часу та ресурсів. Замість десятків фізичних експериментів достатньо кількох симуляцій, щоб зрозуміти, як система поводитиметься в різних умовах. Це особливо важливо для складних чи дорогих об’єктів – котлів, компресорних станцій, хімічних реакторів.

Моделювання також допомагає глибше зрозуміти процес. Коли ви описуєте об’єкт рівняннями чи створюєте імітаційну модель, ви починаєте бачити його внутрішню логіку: які параметри найбільш впливають на результат, де виникають критичні точки, які змінні є другорядними.

Крім того, моделювання відкриває шлях до сучасних інструментів – цифрових двійників, Hardware-in-the-Loop симуляцій, хмарних платформ. Це не просто тренди: вони стають стандартом для перевірки систем ще до їхнього запуску.

Моделювання – це не разова вправа, яку виконують «для галочки». Це інструмент, який супроводжує весь життєвий цикл вашого рішення. На етапі збору вимог моделі допомагають перевірити, чи сформульовані цілі реалістичні.

Коли ви проектуєте архітектуру – вони показують, як окремі компоненти будуть взаємодіяти. Під час розробки алгоритмів моделювання дає змогу безпечно протестувати різні методи керування й обрати оптимальний. А на завершальних стадіях, перед запуском у реальному середовищі, саме моделі та симуляції дозволяють переконатися, що система поводить себе стабільно й безпечно. Іншими словами, моделювання – це «червона нитка», яка проходить крізь усю вашу дисертацію і пов’язує між собою вимоги, архітектуру, алгоритми та тестування.

Кожному практику важливо дружити з моделюванням, тому що воно – це:

- ✓ безпечна перевірка логіки – дозволяє тестувати алгоритми без ризику для обладнання;
- ✓ прискорення налагодження – дає змогу виявити помилки ще до монтажу й запуску системи;
- ✓ оптимізація параметрів – допомагає підібрати налаштування регуляторів і режимів роботи для реальних умов

3.3.2 Процедура моделювання: як довіряти результатам

Коли ви будувате модель, важливо розуміти: це завжди лише спрощене відображення реальності. Тому головне питання тут таке: як переконатися, що результатам моделювання можна довіряти?

Існують різні типи моделювання.

- Математичне моделювання: об’єкт описується рівняннями (диференціальними, алгебраїчними), які відтворюють його динаміку. Це підхід, який дозволяє зробити строгі аналітичні висновки.
- Імітаційне моделювання: процес відтворюється у вигляді блок-схем або програмних середовищ (Matlab/Simulink, SciPy, Factory I/O). Воно ближче до практики, дозволяє швидко експериментувати зі сценаріями.
- Software-in-the-Loop (SIL): на цьому етапі у моделі використовується не умовний блок керування, а реальний код алгоритму, який потім планується завантажити у ПЛК чи мікроконтролер. Це місток між симуляцією й

реальним обладнанням: ви вже бачите, як поводить себе саме ваш софт, але ще без ризику для «заліза».

- Hardware-in-the-Loop (HIL): у симуляцію включається реальний контролер чи інше обладнання, яке працює «як на об'єкті». Це останній крок перед випробуваннями на реальній установці.

Далі йде питання процедури моделювання. Зазвичай вона виглядає так:

1. визначаєте мету моделювання (що саме ви хочете перевірити: стабільність, точність, швидкодію, поведінку в аварійних умовах);
2. формуєте модель об'єкта (математично чи у симуляторі), визначаєте змінні та вхідні/вихідні параметри;
3. реалізуєте алгоритм керування і «підключаєте» його до моделі;
4. проводите серію експериментів – як у стандартних умовах, так і при відхиленнях або аварійних ситуаціях;
5. аналізуєте результати та порівнюєте їх із очікуваними чи відомими з літератури даними.

І найважливіше – верифікація й валідація.

Верифікація відповідає на питання: чи правильно працює сама модель? Чи не припустилися ви помилки в рівняннях чи налаштуваннях симулятора?

Валідація – це перевірка: чи відображає модель реальний об'єкт? Тут допомагають порівняння з експериментальними даними, результатами інших дослідників або паспортними характеристиками обладнання.

Якщо ви зможете показати у своїй роботі, що модель (об'єкта, регулятора, системи керування тощо) не лише побудована, а й перевірена – це значно підвищить довіру до ваших результатів. Адже тоді видно, що ви не просто «погралися у симуляторі», а підійшли до моделювання як інженер і дослідник.

Загальна процедура моделювання:

- ☒ визначте цілі моделювання – що саме потрібно перевірити або оптимізувати;
- ☒ створіть модель процесу з реалістичними параметрами й межами;

- ✓ проведіть валідацію – порівняйте поведінку моделі з реальними чи еталонними даними;
- ✓ виконайте серію потрібних тестів із різними вхідними умовами;
- ✓ проаналізуйте результати, поясніть поведінку змодельованої системи;
- ✓ якщо результати не відповідають бажаним – продовжіть науковий пошук;
- ✓ задокументуйте результати як доказ адекватності рішення.

3.4 Впровадження та тестування

3.4.1 Підготовка до впровадження: перевірка готовності до запуску

Магістерська робота часто зупиняється на етапі створення архітектури, алгоритмів і моделювання. Це природно: не всім студентам вдається довести своє рішення до реального запуску на підприємстві. Інколи процеси узгодження та сертифікації рішення для можливості впровадження на реальному об'єкті займають більше часу, ніж його синтез. Але навіть якщо впровадження й тестування залишаються «за кадром», розуміння цих етапів є надзвичайно важливим.

У професійній практиці будь-яка система автоматизації повинна пройти через підготовку до запуску, пусконаладжувальні роботи, перевірку відповідності вимогам і оцінку ефективності. Це частина життєвого циклу, без якої навіть найкращий алгоритм чи модель залишаться лише гарною ідеєю на папері.

Тому у цьому підрозділі варто розглянути ключові етапи впровадження та тестування системи. Навіть якщо ви не зможете виконати їх у повному обсязі, варто знати, як це робиться: що потрібно підготувати до запуску, як організувати налагодження, як оцінювати роботу системи після введення в експлуатацію. Так ви зможете показати, що мислите як інженер-практик, а не тільки як дослідник.

Запуск системи автоматизації – це завжди відповідальний момент. Успіх залежить не лише від якості алгоритмів чи правильності схеми, а й від того,

наскільки добре ви підготувалися до впровадження. Тому ще до натискання кнопки «Пуск» потрібно провести перевірку готовності системи.

Перший крок – перевірити відповідність вимогам. Чи всі функціональні й технічні вимоги, які ви формулювали раніше, реалізовані? Якщо хоча б одна з критичних вимог залишилася без відповіді, запуск може виявитися небезпечним або безрезультатним.

Другий аспект – документація. Алгоритми, програми, інтерфейси користувача мають бути описані, версії зафіксовані, інструкції для оператора підготовлені. Це не формальність: у разі збою саме документація допоможе швидко зрозуміти, що відбувається.

Третє – перевірка обладнання й комунікацій. Усі датчики, виконавчі механізми, контролери та мережі повинні бути змонтовані й перевірені на базовий рівень працездатності. Часто в практиці автоматизації виявляється, що проблема не у програмі, а у підключенні кабелю або неправильному параметрі датчика.

Четвертий крок – ризики й безпека. Потрібно переконатися, що в системі передбачені аварійні режими, зупинки та сигнали тривоги. У запуску завжди є елемент невизначеності, і саме ці механізми захисту дають упевненість, що ви контролюєте ситуацію.

Чек-лист безпечності майбутнього запуску:

- ☒ Усі вузли обладнання змонтовані, промарковані, підключені згідно схем.
- ☒ Живлення, заземлення, захисти та мережеві лінії перевірені.
- ☒ PLC/SCADA-програми завантажені, версії задокументовані.
- ☒ Комунікації між контролером, датчиками, приводами й НМІ перевірені.
- ☒ Аварійні стани і ручні режими протестовані.
- ☒ Параметри регулювання та уставки введені згідно ТЗ.
- ☒ Архівування, звітність і сигналізація працюють коректно.
- ☒ Проведено FAT/SAT-тести, складено протоколи.
- ☒ Персонал проінструктований, доступи розмежовані.

3.4.2 Як налагодити систему: процеси в пусконалагоджувальних роботах

Коли система готова до запуску, настає один із найцікавіших і водночас найвідповідальніших етапів – пусконалагоджувальні роботи. Саме тут перевіряється, наскільки добре ваша ідея поєднується з реальністю, і чи здатна система працювати так, як ви задумали.

Перший етап – перевірка сигналів. Усі датчики й виконавчі механізми потрібно «прогнати» по черзі: чи правильно вони підключені, чи вірно відображаються значення, чи реагують приводи і клапани на команди. Цей етап часто відкриває найпростіші, але критичні помилки – переплутані кабелі, неправильні адреси у програмі, неточності в налаштуваннях.

Другий етап – налагодження алгоритмів. Програма, яка виглядала ідеально у моделі чи симуляції, може поводитися інакше на реальному об'єкті. Тому алгоритми потрібно перевірити в «ручному» або «покроковому» режимі, поступово переходячи до автоматичного. Це дозволяє уникнути різких збоїв і зрозуміти, де потрібно внести корекції.

Третій етап – налагодження інтерфейсів користувача (HMI/SCADA). Важливо переконатися, що оператор бачить саме ті параметри, які потрібні для роботи, і що кнопки чи команди працюють логічно. Тут дуже корисно отримати відгук від майбутніх користувачів: часто вони помічають деталі, які розробник може пропустити.

Четвертий етап – випробування в робочих і аварійних режимах. Система повинна коректно реагувати як на нормальне навантаження, так і на відхилення: перевищення тиску, зникнення сигналу від датчика, аварійну зупинку. Перевірка таких сценаріїв ще на етапі налагодження – це запорука безпеки.

Пусконалагоджувальні роботи – це завжди командна робота інженера-програміста, електрика, технолога й оператора. Навіть якщо у вашій дисертації

ви не зможете реально пройти цей шлях, розуміння того, як він відбувається, підкреслить, що ви мислите як інженер, а не лише як теоретик.

Під час пусконаладження ви побачите, що всі ті «нудні» критерії якості ТАУ – перерегулювання, час перехідного, статична похибка – тепер вимірюють не оцінку в заліковці, а ефективність і надійність вашої реальної системи.

3.4.3 Тестування та оцінка роботи системи

Після налагодження настає момент істини – тестування. Це етап, де ви перевіряєте, чи система справді відповідає всім вимогам, які були визначені на початку роботи. Тестування – це не разовий запуск «подивитися, чи працює», а систематична процедура, яка дає впевненість у результатах.

Перше, що потрібно зробити, – зіставити систему з вимогами. Для кожної функціональної та технічної вимоги має бути сценарій тестування: чи підтримується потрібна точність, чи зберігаються дані, чи спрацьовують аварійні сигнали. Якщо вимога не перевірена, її вважати виконаною не можна.

Далі – тестування в різних умовах. Це означає запуск системи не лише у «нормальних» режимах, а й у ситуаціях відхилень: зміни навантаження, перебої у живленні, втрати сигналу від датчика. Такі випробування допомагають зрозуміти, наскільки система стійка до непередбачуваних обставин.

Особливу увагу варто приділити роботі автоматичних регуляторів. Їхня правильна робота – це серце будь-якої системи керування. Тут важливо, щоб параметри були налаштовані відповідно до обраних критеріїв якості: перерегулювання, час перехідного процесу, статична похибка. Пам’ятаєте курси теорії автоматичного керування на бакалавраті? Саме там ви вчилися аналізувати стабільність і налаштовувати регулятори. Тепер ці знання працюють на практику: від того, наскільки якісно налаштований регулятор, залежить, чи вся система покаже результат, чи лише створить ілюзію роботи.

Важливо також провести оцінку з боку користувачів. Оператор чи технолог може показати, що інтерфейс незручний, певні функції надто приховані

або сигнали тривоги надмірно часті. Їхня думка має велике значення, адже саме вони працюватимуть із системою щодня.

Фіналізує цей процес аналіз ефективності. Чи дійсно система дає користь: зменшує витрати енергії, підвищує якість продукту, скорочує простої? У магістерській роботі це можна показати навіть через моделювання чи експерименти у лабораторії, але принцип завжди один: рішення має виправдовувати свою мету.

Тестування підтверджує, що система працює згідно з вимогами, а аналіз показує, наскільки добре вона це робить у реальних умовах.

3.5 Питання для самоконтролю

1. Яка архітектура системи є мінімально достатньою для моєї задачі?
2. Де проходить межа між керуванням, моніторингом і діагностикою?
3. Які рішення я прийняв з міркувань безпеки, а не зручності?
4. Які компоненти системи є критичними з точки зору відмов?
5. Чи зможе інший інженер зрозуміти мою архітектуру без усних пояснень?
6. Які припущення закладені в мої алгоритми або моделі?
7. Які сценарії роботи системи я перевіряв, а які – ні?
8. Що станеться з моїм рішенням при виході параметрів за межі норми?
9. Чи відокремлені в моїй реалізації логіка, дані та інтерфейс?
10. Які частини рішення можна масштабувати або повторно використати?

4 Аналіз результатів та економічне обґрунтування

4.1 Оцінка технічних результатів

4.1.1 Порівняння з початковими вимогами: чи досягнуті поставлені цілі

Будь-який інженерний проєкт починається з вимог. Ви вже формулювали їх у своїй роботі: функціональні (що має робити система) та технічні (якими параметрами вона повинна володіти). Тепер, на етапі оцінки результатів, потрібно зробити важливий крок – зіставити ці вимоги з тим, що ви реально отримали.

Цей етап можна уявити як своєрідну «ревізію». Ви повертаєтеся до початкового списку цілей і чесно відповідаєте: виконано, частково виконано чи поки не реалізовано. Наприклад, якщо у вимогах було «система повинна архівувати дані за останні 30 днів», ви перевіряєте, чи цей архів справді формується. Якщо було «система має реагувати на зміну тиску за 3 секунди», ви дивитесь, чи підтвердили це моделювання або експеримент.

Для зручності часто складають таблицю, де у першій колонці – вимога, у другій – очікуваний результат, у третій – фактичний результат. Така форма відразу показує, чи система відповідає плану, і дозволяє об’єктивно оцінити рівень досягнення мети.

Але тут є ще один важливий момент. Якщо якась вимога виконана лише частково або виявилася складною для реалізації, це не означає провал. У магістерській дисертації важливо показати, що ви усвідомлюєте обмеження й розумієте, що потрібно зробити далі. Іноді саме такий «недосягнутий результат» може стати ідеєю для майбутніх досліджень.

Правило «що обіцяли – те й перевіряйте»: звірте кожен результат із початковими вимогами й доведіть, що система справді робить те, заради чого її створювали.

4.1.2 Які технічні параметри покращено: продуктивність, надійність, точність

Оцінюючи результати своєї роботи, важливо показати не лише, що система «працює», а й наскільки краще вона працює порівняно з початковим станом. Тут у гру вступають кількісні показники, які відображають якість вашого рішення.

Найчастіше аналізують три основні параметри:

- Продуктивність. Чи зменшився час виконання циклу? Чи збільшилася кількість операцій за одиницю часу? Наприклад, «час змішування скоротився на 12 %» або «система дозволила виконати додаткові 5 операцій на годину».
- Надійність. Наскільки система стала стабільнішою? Це може бути менша кількість аварійних зупинок, довший середній час безвідмовної роботи, зменшення ймовірності відмови ключових вузлів. Надійність – це те, що прямо впливає на довіру користувачів і безпеку.
- Якість. Чи зменшилася похибка регулювання? Чи система утримує параметри ближче до заданих значень? Тут зручно наводити числові метрики: середнє відхилення, перерегулювання, час перехідного процесу. Саме ці цифри добре демонструють зв'язок із курсом теорії автоматичного керування, де ви вчили критерії якості систем.

У магістерській роботі буде доречно представити ці дані у вигляді таблиць, графіків або порівняльних діаграм. Це робить результати наочними й переконливими.

Але пам'ятайте: показники – це не просто числа. Вони мають відповідати вашим початковим цілям. Якщо ви писали, що система має підвищити енергоефективність, то ключовим параметром буде економія енергії. Якщо головний акцент був на безпеці – то важливо показати скорочення кількості аварійних ситуацій.

Інженер тримає в голові якісні категорії, але мислить числовими показниками: важливо не тільки «в принципі стало краще», а «наскільки стало краще» і чому «це дійсно краще».

4.2 Економічне обґрунтування

4.2.1 Як розрахувати економічну ефективність рішення

Навіть найкраща з технічної точки зору система може виявитися непотрібною, якщо вона не приносить відчутної користі підприємству. У реальному світі будь-яке рішення оцінюють не лише за якістю алгоритмів чи точністю регулювання, а й за економічним ефектом: скільки ресурсів воно допомагає зекономити, скільки простоїв скорочує, як швидко окупляться інвестиції [6].

Тому після технічної оцінки результатів важливо зробити наступний крок – показати, чому впровадження системи вигідне з економічної точки зору. Для цього не завжди потрібні складні фінансові моделі. Іноді достатньо простих, але наочних розрахунків: зменшення енергоспоживання, економія робочого часу персоналу, зниження витрат на ремонт, підвищення виходу продукції.

У магістерській дисертації ця частина має дві мети. По-перше, вона демонструє, що ви мислите як інженер, який бачить систему не у відриві, а в контексті підприємства. По-друге, вона робить вашу роботу зрозумілою для нефахівців: керівників, економістів, менеджерів. Бо для них головне питання звучить просто: «Чи варто вкладати кошти у це рішення?» Коли ви довели, що система працює технічно, постає наступне питання: а що це дає підприємству у грошовому вимірі? Саме тут і починається економічне обґрунтування. Його мета – показати, що ваш проєкт не лише коректно регулює параметри, а й приносить відчутну користь у вигляді зниження витрат або збільшення доходів.

Найпростіший спосіб – це економія енергії чи ресурсів. Наприклад, якщо завдяки новому алгоритму котел споживає на 5 % менше газу, це одразу можна перевести у гривні чи євро на рік. У теплопостачанні це може бути зменшення витрат газу чи електроенергії на насосні станції. У житлово-комунальному господарстві прикладом є зниження тепловтрат у системі центрального опалення завдяки оптимізації графіка подачі теплоносія.

Інший показник – зменшення простоїв. Кожна аварійна зупинка обладнання коштує підприємству грошей: втрата продуктивності, оплата простою персоналу, штрафи за невиконання замовлень. У сфері енергетики це може означати меншу кількість аварійних відключень у підстанціях чи котельнях, а в ЖКГ – зменшення кількості скарг від мешканців через перебої з водопостачанням або теплом.

Ще один напрямок – зниження витрат на обслуговування й ремонт. Автоматична діагностика насосів у водоканалі дозволяє вчасно виявити перевантаження й уникнути серйозних поломок. У теплових мережах це може бути контроль стану обладнання для зменшення кількості проривів чи пошкоджень трубопроводів.

Можливий позитивний ефект – підвищення продуктивності. Для промислових підприємств це може бути збільшення обсягів випуску продукції без додаткових витрат. Для комунальних систем – це, наприклад, забезпечення більшої кількості абонентів теплом або водою без необхідності нарощувати потужності.

Завершальним етапом є розрахунок терміну окупності: скільки часу знадобиться, щоб інвестиції у вашу систему повернулися за рахунок економії чи додаткових прибутків. У практиці ЖКГ можна показати, що впровадження системи погодинного регулювання теплопостачання окупається за 1–2 сезони завдяки економії палива. В енергетиці – модернізація автоматичного регулювання турбіни може окупитися за кілька років завдяки підвищенню ККД і зниженню витрат на аварійні ремонти.

Економічна ефективність завжди вимірюється відносно мети проекту – якщо ціль економія енергії – рахують кВт·год і вартість; якщо підвищення продуктивності – аналізують випуск продукції; якщо зменшення простоїв – оцінюють втрати часу й ремонту.

Не існує універсального показника — ефективність визначається тим, яку проблему система вирішує. Але все завжди можна звести до грошей зароблених або зекономлених.

4.2.2 Як аргументувати рішення інвестору

Сприймайте свою роботу як презентацію інвестиційного проєкту. Ваше завдання – не просто показати, що система працює, а переконати «інвестора», що вона варта уваги, довіри й розвитку. Уявіть, що ви презентуєте свою дисертацію не дипломній комісії, а потенційному інвестору. Він не буде детально розбиратися у схемах чи коді, для нього головне – який ефект принесе ваше рішення і чому варто його підтримати. Саме в такій логіці варто подавати економічні результати вашої роботи.

Кілька простих правил допоможуть вам правильно подати результати своєї роботи.

Перше правило – говоріть мовою вигоди. Якщо ви зменшили споживання електроенергії на 10%, це важливо. Але ще важливіше сказати: «Це дозволяє зекономити підприємству 1,2 мільйона гривень щороку». Інвестор думає категоріями грошей, а не лише кіловат-годин.

Друге правило – наочність. Використовуйте прості таблиці «Було - Стало» та діаграми, які показують економію ресурсів чи скорочення витрат. Інвестору потрібно за кілька хвилин зрозуміти, у чому сила вашого рішення.

Третє правило – швидкість повернення інвестицій (ROI, Return of Investments). Це найулюбленіший показник будь-якого керівника чи інвестора. Якщо ви зможете показати, що система окупиться за два роки, це прозвучить набагато сильніше, ніж просто «ми зменшили витрати».

Четверте правило – ризики і гарантії. Не бійтеся чесно зазначити, що система має певні обмеження або потребує доопрацювань. Важливо одразу додати: «але навіть за цих умов я гарантую стабільну економію 5% енергії щороку». Це створює відчуття реалістичності й підвищує довіру.

У магістерській дисертації дипломна комісія фактично грає роль такого «інвестора». Вона хоче побачити не лише, що ви здатні програмувати чи будувати моделі, а й що ви розумієте, як інженерне рішення перетворюється на економічну й стратегічну цінність для підприємства.

- ROI (Return on Investment) – відношення прибутку до вартості впровадження.
- Payback Period – строк окупності інвестицій.
- OPEX Savings – скорочення експлуатаційних витрат (енергія, персонал, простої).
- Productivity Gain – зростання продуктивності або випуску продукції.
- Energy Efficiency Index – зменшення енерговитрат на одиницю продукції.
- Downtime Reduction (%) – скорочення простоїв обладнання.
- Maintenance Cost Reduction – зниження витрат на обслуговування завдяки моніторингу стану.

4.3 Питання для самоконтролю

1. Які результати можна вважати доведеними, а які – лише очікуваними?
2. Чи є в моїй роботі кількісні показники покращення?
3. За рахунок чого саме досягається економічний ефект?
4. Які витрати або ризики я не врахував у розрахунках?
5. Чи витримало б моє обґрунтування розмову з технічним директором?

5 Оформлення та написання тексту дисертації

5.1 Типова структура дисертації

Виконати роботу, продумати її від ідеї до реалізації, обґрунтувати технічні рішення та економічну доцільність – це необхідна складова успіху. Але правильне оформлення магістерської дисертації є не менш важливим, ніж її якісне виконання. Воно демонструє вашу здатність до структурованого мислення та вміння чітко висловлювати свої ідеї, уважність до деталей. Добре оформлена робота допомагає легше сприймати ваші дослідження та розробки, полегшує розуміння результатів, а також свідчить про вашу академічну зрілість і професіоналізм. Крім того, дотримання стандартів оформлення покращує загальне враження від роботи під час її захисту.

Гарний продукт повинен мати відповідну упаковку.

Сам текст магістерської дисертації – досить формалізована робота, яка водночас залишає простір для інженерної творчості. Магістерська дисертація має містити [7]:

- титульний аркуш;
- завдання на магістерську дисертацію;
- реферат;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів;
- основну частину;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки (за необхідності).

Більш деталізовано, з усіма важливими типовими елементами фінальної роботи, дисертація може мати наступну структуру.

- Титульний аркуш
- Завдання на магістерську дисертацію
- Реферат

- Зміст
- Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів
- Розділ 1. Аналітичний огляд проблеми
 - Сучасний стан галузі
 - Опис технології об'єкта керування
 - Нормативна база
 - Аналіз існуючих рішень
 - Вимоги до функціонування системи керування
 - Постановка завдання
- Розділ 2. Дослідження об'єкта керування
 - Роль об'єкта автоматизації в технологічних та бізнес-процесах підприємства
 - Математичні моделі об'єкта керування
 - Оцінка адекватності моделей
 - Висновки до розділу
- Розділ 3. Синтез (проектування) рішення
 - Архітектура системи керування
 - Схема автоматизації
 - Синтез та налаштування контурів регулювання
 - Дослідження контурів регулювання
 - Висновки до розділу
- Розділ 4. Реалізація рішення
 - Розробка технічного забезпечення системи управління
 - Розробка програмного забезпечення
 - Моделювання та тестування системи керування
 - Рекомендації щодо впровадження системи
 - Висновки до розділу
- Розділ 5. Розроблення стартап-проекту
 - Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)
 - Технологічний аудит ідеї проекту

- Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту
 - Розроблення ринкової стратегії проекту
 - Розроблення маркетингової програми стартап-проекту
 - Висновки до розділу
- Висновки
 - Список використаних джерел
 - Додатки (за необхідності).

Перелік розділів та підрозділів основної частини може варіюватися залежно від проблеми, яку вирішує магістрант у своїй роботі.

5.2 Формальні складові початку тексту

Магістерська дисертація містить обов'язкові компоненти, частина з яких добре формалізована.

Титульний аркуш за освітньо-професійною (освітньо-науковою) програмою оформлюється згідно з додатком А. На титульному аркуші відповідно до назви теми дисертації зазначається бібліографічний код УДК.

Завдання на магістерську дисертацію є початковим документом, який визначає напрям роботи та очікувані результати. Завдання має бути зорієнтовано на вирішення конкретних наукових, технічних, управлінських, організаційних, економічних, виробничих й інших проблем, які знаходяться в сфері діяльності фахівця. Вихідні дані повинні визначати кількісні або (та) якісні показники щодо умов, засобів та методів, які характеризують спрямованість дослідження. Шаблон та приклад оформлення завдання на магістерську роботу можна знайти у додатку А.

Реферат призначений для швидкого ознайомлення з дисертацією. Він має бути стислим, інформативним і містити інформацію, що дозволяє розкрити сутність дослідження. Реферат обсягом до 500 слів українською та іноземною (яку ви вивчали) мовами має відображати зміст дисертації, у такій послідовності:

- відомості про обсяг роботи, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків, джерел за переліком посилань;

- текст реферату;
- ключові слова.

Текст реферату має дати загальну характеристику дисертації в рекомендованій нижче послідовності (виділені жирним шрифтом слова мають реально бути виділені в рефераті):

– **актуальність теми.** Розкриття сутності та стану розв’язування наукової проблеми та її актуальності й значущості для розвитку відповідної галузі науки чи виробництва, обґрунтування доцільності проведення дослідження;

– **зв’язок дослідження з науковими програмами, планами, темами.** Висвітлення зв’язку вибраного напрямку досліджень з планами науково-дослідних робіт кафедри, а також з галузевими та (або) державними планами та програмами. Обов’язково зазначають номери державної реєстрації науково-дослідних робіт, а також і роль автора у виконанні цих науково-дослідних робіт;

– **мета і завдання дослідження.** Мета – це запланований результат дослідження або пропонованого рішення. Робота практичного спрямування має бути спрямована на покращення корисних характеристик об’єкта чи набуття нових корисних властивостей, або (та) зменшення чи усунення негативних факторів. Метою будь-якої наукової праці є виявлення нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або ж уточнення відомих раніше, але недостатньо досліджених. Отримати заплановані результати, досягти поставленої мети можна шляхом її деталізації у вигляді набору цілеспрямованих дій – завдань дослідження. Завдання дослідження формулюються як послідовне вирішення окремих проблем наукового дослідження по відношенню до загальної проблеми всієї магістерської дисертації. Опис вирішення поставлених завдань становить основний зміст дисертації;

– **об’єкт дослідження** — це система, процес, пристрій, технологія, програмний або інформаційний продукт, явище чи вид діяльності, у межах яких виникає проблемна ситуація, що підлягає вивченню;

– **предмет дослідження** - певні властивості, характеристики обраного об'єкта, на які безпосередньо спрямовано саме дослідження. Предмет дослідження визначає тему дисертації;

– **методи дослідження** для досягнення поставленої в роботі мети. Перераховувати їх треба не відірвано від змісту роботи, а коротко та змістовно визначаючи, що саме досліджувалось тим чи іншим методом. Це дасть змогу пересвідчитися в логічності та прийнятності вибору саме цих методів;

– для освітньо-наукової програми обов'язково вказується **наукова новизна** одержаних результатів. Тут подають коротку анотацію нових здобутків (рішень, висновків), одержаних магістрантом особисто. Необхідно показати відмінність отриманих результатів від відомих раніше, підкреслити ступінь новизни;

– **практичне значення одержаних результатів**. Подання відомостей про застосування результатів досліджень або рекомендацій щодо їх впровадження (використання);

– **апробація результатів дисертації**. Вказується, на яких наукових конференціях, семінарах оприлюднені результати досліджень, що включені до дисертації;

– **публікації**. Зазначається, в яких статтях у наукових журналах, збірниках наукових праць, матеріалах і тезах конференцій, патентах опубліковані результати дисертації;

– **ключові слова**, що є найістотнішими для розкриття спрямованості роботи, формують на основі тексту роботи і розташовують у кінці реферату. Перелік до 10 ключових слів (словосполучень) друкують прописними літерами в називному відмінку в рядок, через кому.

Частини реферату, з яких відсутні дані, опускають.

Зміст має відбивати конкретний поетапний план реалізації роботи, її структуру. Він містить найменування та номери початкових сторінок усіх розділів, підрозділів та пунктів (якщо вони мають заголовок), зокрема вступу,

висновків до розділів, загальних висновків, додатків, списку використаної літератури та ін.

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів доречно виділяти, якщо в дисертації вжита специфічна термінологія, а також використано маловідомі скорочення, нові символи, позначення і таке інше. Перелік треба друкувати двома колонками, в яких зліва за абеткою наводять, наприклад, скорочення, справа – їх детальне розшифрування. Якщо в дисертації спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення і таке інше повторюються менше трьох разів, перелік не складають, а їх розшифрування наводять у тексті при першому згадуванні.

5.3 Структура основної частини дисертації

5.3.1 Рекомендована структура

Основна частина дисертації містить вступ, певну кількість (3-5) розділів та висновків з них, а також загальні висновки. Кожний розділ починається з нової сторінки.

Рекомендована структура магістерської дисертації практичного спрямування висвітлює логічну послідовність означення проблеми, пошуку та реалізації її рішення, яке відповідає умовам та вимогам. Ця структура може мати такий вигляд:

- вступ;
- аналітичний огляд проблеми;
- дослідження об'єкта керування;
- синтез (проектування) рішення;
- реалізація рішення;
- розроблення стартап-проекту.
- висновки.

Між структурними частинами роботи повинен просліджуватися чіткий логічний зв'язок, тобто розділи мають бути пов'язані між собою і починатися з

короткого опису питань, що розкриваються в даному розділі в їхньому взаємозв'язку з попередніми і наступними розділами.

Наприкінці кожного розділу обов'язково формулюють висновки із стислим викладенням наукових і практичних результатів тієї частини дослідження, що була розглянута у розділі. У висновках не слід переказувати те що було зроблено в розділі, а сформулювати що з цього випливає.

5.3.2 Вступ

У вступі потрібно, спираючись на огляд джерел, показати поточний стан наукової чи практичної проблеми та її значення. Коротко й критично проаналізуйте стан галузі та роботи попередників, зазначаючи, які питання залишаються відкритими і яке місце займає ваша робота в їх розв'язанні. Завершіть вступ коротким висновком про доцільність дослідження.

Обсяг цього розділу — до 5 % від загального обсягу дисертації.

5.3.3 Аналітичний огляд проблеми

Цей розділ присвячується аналізу поточних справ в сфері обраного об'єкта автоматизації, недолікам та перевагам існуючих рішень, тенденціям розвитку, кращим практикам. На основі такого аналізу робиться висновок про потрібні кроки, які треба здійснити для досягнення мети дисертації. Ці кроки формалізуються у вигляді переліку завдань дослідження або рішення.

Для цього потрібно використовувати наукові, науково-популярні статті та статті практичного спрямування, технічну літературу, яка стосується галузі або безпосередньо об'єкта. Технічні звіти, use-cases та статистичні дані можуть допомогти проілюструвати, як змінюються технології та які ключові напрямки розвитку можна виділити.

Розділ завершується постановкою завдань, які мають привести до досягнення мети дисертаційної роботи.

Рекомендована структура розділу включає в себе кілька підрозділів, які послідовно підводять до формулювання проблеми та пошуку її рішення.

Сучасний стан галузі

У цьому підрозділі потрібно описати сучасний стан розвитку галузі, до якої належить об'єкт автоматизації. Варто зазначити, які технології та підходи використовуються, які є тенденції в розвитку автоматизації в цій галузі, що пропонують лідери галузі (наприклад, застосування підходів Індустрії 4.0, використання штучного інтелекту, ІоТ).

Опис технології об'єкта керування

Цей підрозділ присвячений опису об'єкта керування з технологічної точки зору - з чого він складається, які процеси в ньому відбуваються. Зазначаються важливі для перебігу технологічних процесів або керування технічні, експлуатаційні, економічні характеристики. Опису допоможуть технологічні схеми, таблиці параметрів тощо.

Нормативна база

Об'єкт автоматизації існує не в ізолюваному соціально-технічно-економічному середовищі, а в умовах складних взаємозв'язків, обмежень та умов різної природи, напрацьованих суспільством впродовж його розвитку. У цьому підрозділі потрібно детально розглянути, які стандарти (національні та міжнародні) стосуються автоматизації об'єкта, який стоїть в центрі дисертації. Треба описати ключові нормативні вимоги до систем автоматизації, які можуть вплинути на подальші рішення.

Варто включати як стандарти, що регулюють роботу самого об'єкта (наприклад, ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення, ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування, ДСТУ EN 15232-1:2017 Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями.), та і ті, що стосуються процесів розробки системи автоматизації (наприклад, ІЕС 61131 для програмування контролерів, ДСТУ Б А.2.4-3:2009 для виконання робочої

документації автоматизації технологічних процесів), безпеки (наприклад, ДСТУ EN ISO 13849-1:2018 для функціональної безпеки систем керування) тощо.

Потрібно пояснити, як вони можуть вплинути на розробку системи.

Аналіз існуючих рішень

Після опису технології необхідно розглянути вже існуючі рішення з автоматизації такого або аналогічних об'єктів. Варто описати кілька прикладів типових систем керування, які вже використовуються, та зробити порівняльний аналіз їх переваг і недоліків.

Описавши поточний стан і аналізуючи існуючі рішення, потрібно визначити, які проблеми залишаються невирішеними або які виклики виникають при автоматизації конкретного об'єкта. Це можуть бути технологічні, економічні, екологічні або організаційні аспекти або їх комбінація. Це допоможе показати, чому потрібне нове рішення або як можна покращити існуюче.

Варто намагатися показати, які аспекти ще не були враховані або в яких потрібне вдосконалення. Наприклад, можливо, існуючі системи не дозволяють повністю автоматизувати процес чи мають обмежену інтеграцію з сучасними інформаційними системами. Або рішення від лідерів галузі через якісь причини недостатньо застосовуються у регіоні чи в суміжному класі об'єктів.

На цьому етапі кристалізується мета дисертаційної роботи.

Вимоги до функціонування системи керування

Аналіз стану галузі, самого об'єкта і, переваг і недоліків вже існуючих рішень з автоматизації допоможе сформулювати вимоги до системи керування. Це можуть бути вимоги до точності, швидкості роботи, інтеграції з іншими системами, енергоефективності, безпеки тощо.

Варто чітко визначити, які технічні характеристики повинна мати ваша система. Наприклад, вкажіть, що система має підтримувати певний діапазон температур, реагувати на зміни в реальному часі, забезпечити ключовий

показник ефективності “Загальна ефективність обладнання (ЗЕО)” на рівні не нижче 65%, або відповідати вимогам конкретного стандарту безпеки.

Постановка завдань

Розділ завершується формуванням переліку завдань, які сприятимуть досягненню мети дисертаційної роботи. Метою може бути більш точний контроль процесу шляхом розробки інноваційної системи керування, підвищення надійності або керованості через інтеграцію з іншими системами на підприємстві. На основі проведеного аналізу визначте конкретні завдання, які потрібно вирішити в межах магістерської роботи. Завдання повинні бути пов'язані з покращенням автоматизації об'єкта та вирішенням конкретних проблем, які ви описали раніше.

Наприклад, для мети підвищення ефективності роботи парового котла у котельні шляхом удосконалення системи керування ним, можна сформулювати такий перелік завдань:

- розробити архітектуру системи керування паровим котлом з пріоритетом забезпечення енергоефективності об'єкта;
- розробити схему автоматизації парового котла як об'єкта автоматизації;
- розробити математичну модель динаміки парового котла;
- синтезувати регулятори взаємопов'язаних контурів регулювання з можливістю адаптації до поточного режиму роботи котла за критеріями енергоефективності та безпеки функціонування;
- розробити програмне забезпечення локальної автоматизованої системи керування;
- розробити візуалізацію перебігу технологічних процесів у прямоточному котлі з розподілом функціональності між оператором котельні та керівником виробничої ділянки (паро-силового цеху підприємства);
- забезпечити оцінювання енергоефективності рішення в режимі он-лайн та за виокремлений проміжок часу шляхом інтеграції з MES підприємства;

- розробити стартап-проект для масштабування розробленого рішення на подібні об'єкти.

5.3.4 Дослідження об'єкта керування

Цей розділ магістерської дисертації практичного спрямування направлений на детальне вивчення об'єкта автоматизації, його ролі в роботі підприємства, побудови математичних моделей його станів та поведінки, що необхідні для розробки рішення з автоматизації, оцінки адекватності отриманих результатів.

Структура цього розділу залежить від поставлених у дисертації завдань, але узагальнено може відповідати нижче наведеному переліку.

Роль об'єкта автоматизації в технологічних та бізнес-процесах підприємства

У цьому підрозділі ви повинні описати, як об'єкт, який ви автоматизуєте, вписується в загальну ієрархію систем підприємства. Тут варто пояснити, яка роль об'єкта, як він взаємодіє з іншими системами та які завдання виконує в контексті загальної автоматизації підприємства. Для цього варто використати релевантні стандарти опису, наприклад, ISA-95.

Математичні моделі об'єкта керування

У цьому підрозділі потрібно створити та описати математичні моделі об'єкта керування.

Статична модель дозволяє відобразити основні властивості системи, які не змінюються з часом. Якщо можливо, варто створити аналітичну модель, описуючи залежності між вхідними та вихідними параметрами об'єкта, наприклад, рівняння балансу маси або енергії. Для складних систем можна використовувати експериментальні дані для побудови емпіричних залежностей.

Динамічна модель об'єкта керування є наступним етапом дослідження і описує, як система реагує на зміни вхідних сигналів з плином часу. Тут потрібно

розробити модель, яка враховує часові характеристики системи, такі як інерційність або запізнювання.

Динамічну модель можна представити у вигляді диференціальних рівнянь, передавальних функцій, простору станів, CARIMA, формалізованих результатів застосування методів машинного навчання тощо. Вибір типу моделей повинен бути обґрунтований.

Оцінка адекватності моделей

Після побудови математичних моделей об'єкта керування важливо провести оцінку їхньої адекватності. Вона включає порівняння результатів моделювання з експериментальними даними, результатами спостережень або даними, отриманими іншими дослідниками для такого класу об'єктів. Для оцінки адекватності можна використовувати методи статистичного аналізу, такі як коефіцієнт кореляції, середньоквадратична похибка або інші критерії відповідності моделі реальному об'єкту.

Якщо моделі потребують коригування, потрібно обґрунтувати внесені зміни.

Висновки до розділу

Розділ завершується висновками, у яких підсумовується проведене дослідження. Коротко окресліть, що ви дізналися про об'єкт автоматизації, наскільки адекватно побудовані моделі описують його поведінку, і які завдання тепер можна вирішити за допомогою цих моделей. Висновки повинні плавно підвести до наступного розділу, в якому ви будете проєктувати систему керування, спираючись на отримані моделі.

5.3.5 Синтез (проєктування) рішення

Цей розділ зазвичай присвячений розробці системи керування об'єктом керування (технологічним процесом). Синтезована система керування повинна потенційно забезпечити виконання вимог, які сформульовані у першому розділі.

Рекомендована структура розділу описує послідовність створення суті системи автоматизації та синтезу такої системи керування, яка забезпечить виконання висунутих вимог до роботи об'єкта автоматизації.

Архітектура системи керування

У цьому підрозділі потрібно розробити загальну структуру системи керування, визначивши її основні компоненти, такі як локальні системи керування, польові пристрої, засоби систем диспетчеризації, керування виробництвом, суміжні системи тощо та спосіб їх взаємодії. Архітектура повинна враховувати особливості об'єкта автоматизації та функції, які повинна виконувати система. У результаті роботи над цим підрозділом має з'явитись структурна схема системи, яка показує взаємозв'язки між її компонентами.

Необхідно пояснити, чому така архітектура є оптимальною для досліджуваного об'єкта автоматизації.

Схема автоматизації

У цьому підрозділі має бути описана схема автоматизації, яка відображає деталізоване розташування обладнання, функції, яке воно виконує, та зв'язки між елементами системи. Схема автоматизації демонструє, як саме система керування буде реалізована на практиці, і як вона інтегрується в існуючу інфраструктуру об'єкта.

Окремі рішення можна ілюструвати фрагментами загальної схеми автоматизації, що містить всі необхідні компоненти системи, такі як датчики, виконавчі механізми та контролери.

При підготовці схеми автоматизації можна послуговуватися вітчизняним стандартом ДСТУ Б А.2.4-16:2008 «Автоматизація технологічних процесів. Умовні графічні зображення приладів і засобів автоматизації в схемах», міжнародним стандартом ISA5.1 «Instrumentation Symbols and Identification» або, за узгодженням з науковим керівником та достатнім обґрунтуванням, іншим стандартом цього класу.

Розроблена схема автоматизації оформлюється у вигляді додатку до магістерської дисертації.

Синтез та налаштування контурів регулювання

У цьому підрозділі на основі вимог до роботи об'єкта та запропонованої структури системи керування обрати методи синтезу регуляторів (наприклад, класичні чи удосконалені ПД-регулятори або більш складні адаптивні та оптимальні регулятори) та методики їх налаштування.

Потрібно обґрунтувати та описати методи, які використано для налаштування регуляторів, і чому саме ці методи підходять для твого об'єкта. Вказати, які критерії використовуються для оцінки ефективності роботи регуляторів (наприклад, точність, стійкість, швидкодія).

Перевагу потрібно надавати новітнім, інноваційним методам керування та структурам регуляторів, таким як:

- удосконалені ПД-регулятори,
- новітні методи налаштування регуляторів,
- оптимальне керування,
- адаптивне керування,
- модельно-прогнозуюче керування,
- інтелектуальні системи,
- робастні системи,
- робото-технічні системи,
- функціональні системи безпеки (захисту інформації),
- системи керування на основі методів штучного інтелекту.

Допускається та вітається використання кількох методів та порівняння результатів їх роботи.

Отримані результати досліджень мають бути ретельно проаналізовані та в результаті сформульовані обґрунтовані висновки.

Дослідження контурів регулювання

Синтезовані контури керування перед впровадженням потрібно перевірити на стійкість, ефективність роботи тощо. У цьому підрозділі потрібно провести моделювання системи керування та оцінити роботу контурів регулювання. Для цього можна використовувати програмне забезпечення, таке як MATLAB/Simulink, спеціалізовані бібліотеки Python або інші інструменти для моделювання динамічних систем. Моделювання допоможе тобі перевірити, як система керування буде працювати в різних умовах, і як вона реагуватиме на зміни вхідних параметрів.

Потрібно наводити графіки реакцій системи на різні збурення, функціонування в різних режимах роботи об'єкта тощо. Якщо результати моделювання показують слабкі місця, потрібно запропонувати шляхи їх усунення.

Висновки до розділу

Завершити розділ слід коротким підсумком виконаної роботи. Тут необхідно підкреслити, які результати були досягнуті в процесі проектування системи керування, і наскільки система відповідає поставленим вимогам. Це також хороше місце для висвітлення потенційних покращень та рекомендацій щодо подальшої роботи.

5.3.6 Реалізація рішення

Цей розділ є завершальним етапом технічної складової роботи над дисертацією, де описуються процеси практичного впровадження рішення. Він описує процеси перетворення проєктних рішень на втілення у кібер-фізичних системах.

Рекомендована структура розділу в логічній послідовності описує це перетворення.

Розробка технічного забезпечення системи управління

У цьому підрозділі обґрунтовується вибір обладнання, яке буде використовуватися для реалізації синтезованої системи керування. Це можуть бути контролери, датчики, виконавчі механізми, комунікаційні пристрої, а також "розумне" обладнання, яке підтримує інтеграцію з сучасними автоматизованими системами (наприклад, обладнання, що підтримує IoT або промислові протоколи).

Тут варто описати обладнання, яке обирається для реалізації системи, пояснити критерії його вибору (наприклад, сумісність з системою, можливості інтеграції, економічна доцільність), а також представити технічні характеристики. Для обґрунтування свого рішення доцільно використати порівняння різних варіантів обладнання

Розробка програмного забезпечення

Наповнення цього розділу - це опис структури програмного забезпечення, що використовується на різних рівнях та для різних завдань системи керування. Для локального автоматичного керування це логіка алгоритмів, мови програмування, для операторів - інтерфейси візуалізації на графічних панелях чи системах диспетчеризації. Потрібно пояснити, як програмне забезпечення забезпечує ефективну роботу системи.

Допускається використовувати сучасні IT-технології, які сприяють ефективному вирішенню поставлених завдань.

Також тут потрібно описати, як система керування буде взаємодіяти з іншими системами на підприємстві або в інфраструктурі. Це може включати інтеграцію з ERP-системами, обмін даними з іншими автоматизованими системами через промислові протоколи (наприклад, Modbus, OPC-UA), а також забезпечення кібербезпеки під час обміну інформацією. Для цього потрібно обґрунтувати використання методів та технологій взаємодії твоєї системи з іншими системами, описати протоколи зв'язку, захист даних і процес інтеграції з іншими рівнями системи керування підприємством. Важливо також розглянути проблеми сумісності та безпеки передачі даних.

Моделювання та тестування системи керування

Для перевірки працездатності системи на можна використовувати імітаційне моделювання. У цьому підрозділі потрібно описати процес моделювання роботи системи керування для оцінки її поведінки в різних умовах. Моделювання дозволить протестувати систему без необхідності реального впровадження і допоможе виявити можливі проблеми ще до її запуску.

Мають бути наведені результати моделювання роботи системи в різних режимах. Потрібно оцінити, наскільки система відповідає початковим вимогам, чи реалізовано необхідну функціональність, і визначити, чи потрібні додаткові коригування перед реальним впровадженням.

Рекомендації щодо впровадження системи

У цьому підрозділі необхідно детально описати процес впровадження системи керування на підприємстві або в умовах виробництва. Мають бути надані рекомендації щодо послідовності встановлення обладнання, налаштування програмного забезпечення, перевірки працездатності, а також навчання персоналу. Особливу увагу слід приділити плануванню пусконаладжувальних робіт і перевіркам функціональності системи.

Очікується, що ви сформулюєте детальні інструкції та план впровадження системи, включаючи послідовність монтажу, налаштування та тестування обладнання. Опишіть, які кроки потрібно виконати для успішного запуску системи та забезпечення її стабільної роботи.

Висновки до розділу

Тут формулюються висновки щодо ефективності розробленої системи та процесу її впровадження, а також дається оцінка результатів моделювання та тестування. Також варто відзначити ключові моменти, які можуть вплинути на успішне впровадження, і рекомендації для подальших дій або можливих покращень.

5.3.7 Розроблення стартап-проекту

Метою цього розділу є проведення маркетингового аналізу щодо представлення розробленого рішення як стартап-проекту. Тут вивчається принципова можливість ринкового впровадження рішення та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Навіть якщо ваше рішення стосується дуже специфічної проблеми, яку складно масштабувати, сприймайте цей розділ як тренування. Сучасний інженер, який вміє проаналізувати свої рішення на монетизованість, завжди працюватиме з вигодою для себе.

Рекомендована структура розділу описує послідовність маркетингового аналізу.

- Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)
- Технологічний аудит ідеї проекту
- Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту
- Розроблення ринкової стратегії проекту
- Розроблення маркетингової програми стартап-проекту
- Висновки до розділу

Зміст цих підрозділів залежить від тематики роботи, але можна узагальнити їх наповнення.

Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Тут ви маєте чітко пояснити, у чому суть вашого стартапу: який продукт чи послугу ви пропонуєте, яку проблему він вирішує і для кого він створений. Важливо описати ідею так, щоб вона була зрозумілою навіть нефахівцеві, і щоб відразу стало ясно: ця річ має практичну цінність.

Технологічний аудит ідеї проекту

У цьому підрозділі потрібно проаналізувати, наскільки ідея технологічно реалістична. Чи існують уже такі рішення на ринку? Які технології ви плануєте використати? Чи є у вас доступ до потрібних ресурсів і компетенцій? Завдання тут – показати, що ідея не лише цікава, а й здійсненна.

Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Тут ви дивитеся на ідею з точки зору ринку: чи є попит, хто потенційні споживачі, як виглядає конкурентне середовище. Ваше завдання – показати, що існує «вікно можливостей» для запуску стартапу, і що у вашого продукту є своя ніша.

Розроблення ринкової стратегії проекту

На цьому етапі ви пояснюєте, як саме збираєтесь виходити на ринок. Чи будете ви орієнтуватися на вузьку спеціалізовану групу клієнтів, чи на масовий сегмент? Чи робите ставку на ціну, інноваційність чи унікальні властивості? Тут важливо описати логіку: чому саме така стратегія підходить для вашого проекту.

Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Тут варто конкретизувати, як ви будете просувати свій продукт: реклама, презентації, участь у виставках, співпраця з партнерами. Це не має бути повноцінний бізнес-план, але варто показати, що ви розумієте: продукт сам себе не продає, і потрібна продумана програма залучення клієнтів.

Висновки до розділу

У висновках ви підсумовуєте, чи має ваша ідея перспективу з точки зору бізнесу. Тут можна коротко зазначити сильні сторони ідеї, головні ризики та напрямки подальшого розвитку. Ваше завдання – показати, що ви здатні мислити не лише як інженер, а й як підприємець.

5.3.8 Висновки

Висновки є завершальною частиною магістерської дисертації, що має продемонструвати результати дослідження, ступінь реалізації поставленої мети та завдань. У висновках проводиться узагальнення всіх отриманих результатів дослідження та їх співвідношення із загальною метою і завданнями дисертації.

Викладають найбільш важливі наукові та практичні результати, одержані в дисертації, її значення для науки і практики. У висновках необхідно наголосити на якісних та кількісних показниках здобутих результатів, обґрунтувати достовірність результатів. Далі формулюють висновки та рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів.

Висновки краще представляти у вигляді послідовно пронумерованих абзаців. При цьому кожен абзац має містити окремий логічно завершений висновок чи рекомендацію. Звичною практикою є викладення пунктів висновків у відповідності до переліку завдань. Це демонструє відповідність запланованих та реальних результатів у порядку їх отримання, що зручно для сприйняття.

На підставі отриманих висновків у роботі можуть надаватися рекомендації. Рекомендації розміщують на новій сторінці. У рекомендаціях визначають необхідні, на думку автора, подальші дослідження проблеми; подають пропозиції щодо ефективного використання результатів дослідження.

5.4 Прикінцеві формальні складові

Магістерська дисертація оформлюється відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» [2].

Кожна книга, стаття, презентація, джерело ідей, інформаційних матеріалів та рішень, що використані під час роботи над дисертацією, повинні знайти своє відображення у списку використаних джерел. Він формується так, що кожне джерело яке включено до списку, має бути зазначено у тексті дисертації. Бібліографічний опис джерел складають з урахуванням ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» [3].

Додатки (за необхідності) містять допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття дисертації, наприклад:

- додаткові ілюстрації або таблиці;

- матеріали, які через великий обсяг або форму подання не можна включити до основної частини (фотографії, проміжні математичні докази, розрахунки; протоколи випробувань);
- копії технічного завдання, договорів та програми робіт;
- опис алгоритмів і лістинги програм, що розроблені в процесі виконання дисертаційної роботи;
- опис нової апаратури і приладів, що використовуються під час проведення експерименту; інструкції і методики;
- копії документів, окремі витяги із положень (інструкцій) тощо.

5.5 Як писати зрозуміло і послідовно

Корисні правила академічного письма

Писати зрозуміло – означає не ускладнювати текст без потреби. Академічне письмо – це мистецтво ясності. Ваше завдання – не вразити складними словами, а зробити так, щоб вашу думку легко зрозумів будь-який уважний читач. Це не блог і не художня література, але й не сухий протокол – знайдіть баланс між ясністю та формальністю.

Щоб цього досягти, дотримуйтеся кількох простих, але дієвих правил.

1. Одна ідея – одне речення. Уникайте заплутаних конструкцій, де в одному реченні поєднується кілька думок. Краще написати два коротких речення, ніж одне громіздке.
2. Кожен абзац має власну тему. Починайте його з головної думки, далі додавайте пояснення й приклади. Абзац варто сприймати як маленький аргумент, який підсилює вашу загальну ідею.
3. Будьте лаконічні. Використовуйте точні слова й формулювання. Уникайте зайвої «води» – вона створює враження невпевненості або намагання заповнити сторінки.

4. Тримайтеся одних і тих самих термінів. Якщо ви визначили «система керування» чи «регулятор», використовуйте ці слова послідовно. Це спрощує сприйняття тексту й виключає двозначність.
5. Уникайте надмірної особистості. Пишіть не «я зробив», а «було виконано», «дослідження показало». Це надає роботі об'єктивності.
6. Створюйте логічні зв'язки. Використовуйте перехідні слова й вирази: «отже», «водночас», «однак», «з іншого боку». Вони допомагають читачеві йти за вашою думкою.
7. Пояснюйте терміни. Якщо ви вводите нове поняття чи скорочення, дайте визначення при першій згадці. Читач повинен розуміти текст без додаткового пошуку.
8. Не зловживайте пасивним станом. Хоча академічний стиль часто передбачає об'єктивність, надмірне використання пасивних форм робить текст сухим і важким. Чергуйте активні та пасивні конструкції.
9. Робіть текст «читабельним». Діліть абзаци на зручні частини, уникайте суцільних полотен тексту. Використовуйте списки та таблиці там, де інформацію легше сприйняти у структурованому вигляді.
10. Перевіряйте зрозумілість. Після написання прочитайте свій текст уголос. Якщо речення звучить штучно або його важко вимовити, його варто переписати.
11. Залишайте час на редагування. Текст, написаний «з першого разу», рідко буває ідеальним. Кілька проходів редагування допоможуть позбутися повторів, уточнити формулювання й зробити текст більш гладким.

Академічна доброчесність та цитування

Усі ідеї, які ви запозичуєте у інших авторів, мають бути позначені [9]. Це не обмеження, а навпаки – спосіб показати, що ви орієнтуєтесь у науковому полі. Посилання – це ваші «докази» і підтвердження, що висновки базуються не лише на ваших словах. Академічна доброчесність – це чесність перед собою й іншими: чужа думка завжди має мати автора.

Будь-які форми запозичення раніше отриманих наукових та практичних результатів без посилання на авторів і джерела запозичення не допускаються [5]. Відповідальність за всі викладені в магістерській дисертації відомості, прийняті рішення та вірогідність даних несе безпосередньо автор цієї роботи – магістрант.

Використання діаграм, схем, таблиць: візуалізація результатів досліджень

Гарна діаграма чи таблиця може пояснити більше, ніж сторінка тексту. Використовуйте графіки для динаміки, діаграми для порівнянь, таблиці для систематизації. Але пам'ятайте: візуалізація має бути не «для краси», а для сенсу. Кожен елемент має відповідати на конкретне питання дослідження.

Оформлення відповідно до стандартів

Стандарти оформлення (ДСТУ, вимоги Університету) створені не для формальності, а для того, щоб усі роботи виглядали зрозуміло й структуровано. Коли ви дотримуетесь єдиного формату, рецензент чи комісія витрачає менше часу на «зчитування» вашого тексту й більше уваги приділяє змісту. Це також частина вашої професійної культури як науковця й інженера.

Перелік використаних джерел оформлюється відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» [3]. Для автоматизації цього завдання можна скористатися спеціалізованим програмним забезпеченням, наприклад Zotero (www.zotero.org) або веб-сервісами на кшталт Grafiati (www.grafiati.com).

5.6 Питання для самоконтролю

1. Чи можна читати мою дисертацію не по порядку?
2. Чи кожен розділ має чіткий вхід і вихід?
3. Де в тексті я описую факти, а де – власні висновки?
4. Чи є в роботі фрагменти, які можна спростити без втрати змісту?
5. Чи відповідає структура тексту логіці виконаного проєкту?

6 Підготовка до захисту

6.1 Підготовка

Ваш захист – це кульмінація всієї роботи [8]. На цьому етапі ви не просто здаєте дисертацію, ви презентуєте себе як майбутнього фахівця. Тому варто сприймати захист не як формальність, а як можливість показати, що ви готові до професійних викликів.

Підготовка починається ще до самої дати виступу. Спершу вам потрібно створити презентацію. Не перевантажуйте її текстом – слайди мають бути візуальним підсиленням ваших слів. Використовуйте графіки, схеми, фотографії прототипів чи скріншоти моделей, щоб показати, що за вашими словами стоїть реальна робота. Уникайте дрібного шрифту: краще зробіть менше тексту, але так, щоб його можна було прочитати навіть із задніх рядів аудиторії.

Далі – репетиція. Спробуйте кілька разів проговорити свій виступ уголос, бажано перед колегами або друзями. Це допоможе відчутти час, налаштувати темп і зменшити хвилювання. Зверніть увагу на структуру: спочатку проблема і чому вона важлива, потім – як ви підійшли до її вирішення, які результати отримали, і нарешті – що це дає підприємству чи галузі. Це типова логічна структура розповіді, але від неї можна відходити, якщо це піде на користь роботі. Презентація – це історія про технологічні інновації, тому якщо ви зможете пояснити суть своєї роботи просто і зрозуміло навіть неспеціалісту, то для комісії ваш виступ буде ще переконливішим. Разом з тим варто витримувати баланс між спрощенням та академічною точністю – у комісії сидять реальні експерти в галузі. Їм не потрібно пояснювати основи, для них суть роботи та прийнятих рішень, які розкривають саме ваш потенціал як спеціаліста, стоять на першому місці.

На самому захисті ваша роль – не просто відповідати на запитання, а вести діалог. Вас можуть перевіряти на глибину розуміння, але також хочуть побачити, як ви тримаєтеся як молодий інженер. Не бійтеся уточнювати питання, якщо воно звучить занадто загально. Спокійна, впевнена відповідь із прикладом із

вашої роботи покаже, що ви дійсно знаєте тему, а не завчили текст. Захист називається захистом не просто так – ви маєте відстоювати свою думку та свої рішення, захищати їх. Так само, як ви це будете робити під час професійної діяльності.

Пам'ятайте: захист – це завершення довгої праці, але водночас і початок нового етапу. Відтепер ви не просто студент, а фахівець, який довів свою здатність братися за складні задачі і доводити їх до результату. Те, як ви проявите себе на захисті, може стати вашою візитною карткою для майбутніх роботодавців.

6.2 Питання для самоконтролю

1. Яке ключове повідомлення я хочу донести за перші 2 хвилини доповіді?
2. Яке запитання комісії для мене найнебезпечніше і чому?
3. Які рішення у моїй роботі є найбільш дискусійними?
4. Що я готовий захищати аргументовано, а що – визнати компромісом?
5. Чи можу я коротко сформулювати, у чому моя інженерна цінність як магістра?

Перелік використаних джерел

1. Стандарт вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», затверджений і введений в дію Наказом Міністерства освіти і науки України від 10.08.2020 р. № 1022.
2. ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. – К.: Держстандарт, 2016. 31 с.
3. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання». К.: Держстандарт, 2016. 20 с.
4. 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.
5. Положення про систему запобігання плагіату в академічних текстах працівників та здобувачів вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 10 с.
6. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 28 с.
7. Рекомендації до структури та змісту кваліфікаційних робіт здобувачів ступеня бакалавра та магістра. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022, 32с.
8. Положення про екзаменаційну комісію та атестацію здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023, 22с.
9. Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» / Ухвалений Рішенням Вченої Ради від 05 квітня 2021 р., протокол №4. Назва з екрана. Доступ: <https://kpi.ua/code>

Додатки

Додаток А. Шаблони документів

Титульний аркуш магістерської дисертації

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

(повна назва інституту/факультету)

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності _____
(код і назва спеціальності)

на тему: _____

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи _____
(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 20__ року

Завдання на магістерську дисертацію

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет _____
(повна назва)

Кафедра _____
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною (освітньо-науковою) програмою

Спеціальність (спеціалізація) _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ на магістерську дисертацію студенту

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _____

науковий керівник дисертації _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації*

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

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

Відгук наукового керівника роботи

ВІДГУК наукового керівника магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра

виконаного (-ої) на тему: _____

студентом (-кою) _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Відгук складається у довільній формі (використання бланків-шаблонів неприпустимо) із зазначенням: актуальності теми, в інтересах або на замовлення якої організації робота виконана (в рамках науково-дослідної роботи кафедри, підприємства, НДІ тощо); відповідності виконаної роботи виданому завданню; висновок про оригінальність роботи на підставі експертної оцінки роботи з урахуванням звіту подібності; короткого критичного огляду змісту окремих частин роботи із зазначенням найбільш важливих і значущих питань, у яких виявилася самостійність студента, його рівень теоретичної та практичної підготовки, ерудиція, знання фахової літератури; підготовленість студента 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; найбільш важливих теоретичних і практичних результатів, їх апробації (участь у конференціях, семінарах, оформлення патентів, публікація в наукових журналах тощо); своєчасність виконання календарного плану, недоліки роботи та тих, що виявилися у роботі здобувача, інші питання, які характеризують професійні якості студента. Висновки щодо відповідності якості підготовки студента вимогам освітньої програми і можливості присвоєння йому ступеня магістра та кваліфікації (формулювання згідно з навчальним планом).

**Науковий керівник
магістерської дисертації**

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Направлення на рецензію

НАПРАВЛЕННЯ НА РЕЦЕНЗІЮ

Шановний

(вчене звання, прізвище та ініціали рецензента)

Прошу Вас до « ____ » _____ 20 ____ р. підготувати й
надати рецензію

(дата надання рецензії)

на магістерську дисертацію

на здобуття ступеня магістра

студента (-тки)

(прізвище, ініціали)

на тему

Завідувач кафедри

(назва кафедри)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензія на кваліфікаційну роботу

Рецензія на магістерську дисертацію на здобуття ступеня магістра

виконаний (-у) на тему: _____

студентом (-кою) _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензія складається у довільній формі (використання бланків-шаблонів неприпустимо) із зазначенням: відповідності дипломного проекту (дипломної роботи, магістерської дисертації) затвердженій темі та завданню; актуальності теми; реальності роботи (виконання на замовлення підприємств, організацій, за науковою тематикою кафедри, НДІ тощо); загальний огляд змісту роботи, при цьому рецензент оцінює кожний розділ роботи, глибину техніко-економічного обґрунтування прийняття рішень (для проекту); 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 (математичного моделювання) підтвердження прийнятих рішень; якості виконання пояснювальної записки, відповідності креслеників вимогам стандартів; можливості впровадження результатів; недоліків; оцінка («відмінно», «дуже добре», «добре», «задовільно», «достатньо», «незадовільно»), яку на думку рецензента заслуговує робота та її відповідність вимогам, можливості присвоєння студенту ступеня магістра та кваліфікації (формулювання згідно з навчальним планом).

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Печатка установи, організації рецензента (тільки для зовнішнього рецензента)

Заява аркуш магістерської дисертації

Завідувачу кафедри

студента (ПІБ, факультет, курс, група)

ЗАЯВА

З правилами Положення про систему запобігання плагіату в академічних текстах працівників та здобувачів вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського від _____ року ознайомлений (а).

Про використання Системи виявлення збігів/ідентичності/схожості в атестаційних роботах здобувачів вищої освіти оповіщений (а).

Надаю свою згоду на обробку, збереження та оприлюднення Університетом моєї роботи в Електронному архіві наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського (ELAKPI).

Надаю Університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в Системі виявлення збігів/ідентичності/схожості та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які завантажувалися/завантажуються для перевірки Системою виявлення збігів/ідентичності/схожості та користувачами, які мають доступ до цієї Системи, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота виконана мною самостійно та надається для перевірки Університетом на плагіат. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

Дата

Підпис

Додаток Б. Права та обов'язки здобувача

Здобувач має право:

- вибирати тему кваліфікаційної роботи з числа запропонованих випусковою кафедрою або запропонувати власну тему з необхідним обґрунтуванням доцільності її розробки і можливості виконання. У разі необхідності може ініціювати питання про зміну теми, керівника (наукового керівника) та консультантів, але не пізніше одного тижня з початку виконання кваліфікаційної роботи (за графіком навчального процесу). У всіх випадках він звертається з відповідною заявою на ім'я завідувача випускової кафедри;
- отримати окреме робоче місце для роботи над кваліфікаційною роботою у спеціальній аудиторії, обладнаній комп'ютерною технікою, необхідним наочним приладдям, довідковою літературою та стандартами, зразками фрагментів кваліфікаційної роботи та графічного матеріалу, методичними рекомендаціями щодо виконання та оформлення складових роботи та ін.;
- користуватися лабораторною та інформаційною базою кафедри, приладами, вимірювальною технікою тощо для проведення натурального експерименту, математичного моделювання або наукових досліджень за темою роботи;
- отримувати консультації керівника та консультантів;
- самостійно вибирати варіанти вирішення завдань на кваліфікаційну роботу;
- попереднього (на кафедрі), первісного або повторного (у ЕК) захисту кваліфікаційної роботи;
- звертатися (в усній або письмовій формі) до голови ЕК, керівництва інституту/факультету, університету та МОН зі скаргами або апеляціями щодо порушення його прав. Оцінка, яка за результатами складання випускного екзамену або захисту кваліфікаційної роботи виставлена ЕК, оскарженню не підлягає.

Здобувач зобов'язаний:

- своєчасно вибрати тему кваліфікаційної роботи та отримати попереднє завдання на кваліфікаційну роботу та рекомендації від керівника (наукового керівника) на підбирання та опрацювання матеріалів під час проходження переддипломної практики;
- на переддипломній практиці, крім виконання її програми, ознайомитися з практичною реалізацією питань організації та управління виробництвом (підприємством, установою тощо), охороною праці, вирішенням питань екології, безпеки життєдіяльності, техніко-економічних і спеціальних питань за темою кваліфікаційної роботи;
- після складання та захисту звіту про переддипломну практику отримати у керівника (наукового керівника) затверджене завідувачем випускової кафедри остаточне завдання на кваліфікаційну роботу за встановленою формою і з'ясувати зміст, особливості та вимоги до виконання його окремих питань;
- регулярно, не менше одного разу на два тижні, інформувати керівника (наукового керівника) про стан виконання роботи відповідно до календарного плану, надавати на його вимогу необхідні матеріали для перевірки;
- самостійно виконувати індивідуальну кваліфікаційну роботу або індивідуальну частину комплексної роботи;
- при розробленні питань враховувати сучасні досягнення науки і техніки, використовувати передові методики наукових та експериментальних досліджень, приймати обґрунтовані й оптимальні рішення із застосуванням системного підходу;
- при виконанні роботи використовувати сучасні комп'ютерні технології;
- відповідати за правильність прийнятих рішень, обґрунтувань, розрахунків, якість оформлення текстового та графічного матеріалу, їх відповідність методичним рекомендаціям випускової кафедри щодо виконання кваліфікаційних робіт випускової кафедри, існуючим нормативним документам та стандартам вищої освіти;

- дотримуватися календарного плану виконання роботи, встановлених правил поведінки в лабораторіях і аудиторіях, своєчасно та адекватно реагувати на зауваження та рекомендації керівника (наукового керівника) і консультантів кваліфікаційної роботи;
- у встановлений термін подати кваліфікаційну роботу для перевірки керівнику (науковому керівнику) та консультантам і після усунення їх зауважень повернути керівнику (науковому керівнику) для отримання його відгуку;
- отримати всі необхідні підписи на титульному листі роботи та креслениках а також резолюцію завідувача випускової кафедри про допуск до захисту;
- особисто подати кваліфікаційну роботу, допущену до захисту, рецензенту; на його вимогу надати необхідні пояснення з питань, які розроблялися;
- ознайомитися зі змістом відгуку керівника (наукового керівника) і рецензії та підготувати (у разі необхідності) аргументовані відповіді на їх зауваження при захисті роботи у ЕК. Вносити будь-які зміни або виправлення в кваліфікаційну роботу після отримання відгуку керівника та рецензії забороняється;
- за рішенням інституту/факультету, випускової кафедри або з власної ініціативи та за згодою керівника (наукового керівника) роботи пройти попередній захист на кафедрі або в організації, де виконувалася робота;
- надати на кафедру підготовлену та допущену до захисту кваліфікаційну роботу з відгуком керівника (наукового керівника) і рецензією не менш ніж за тиждень до її захисту в ЕК;
- своєчасно прибути на захист кваліфікаційної роботи або попередити завідувача випускової кафедри та голову ЕК (через секретаря ЕК) про неможливість присутності на захисті із зазначенням причин цього та наступним наданням документів, які засвідчують поважність причин. У разі відсутності таких документів ЕК може бути прийнято рішення про неатестацію його як такого, що не з'явився на захист кваліфікаційної роботи без поважних причин, з подальшим відрахуванням з університету.

Якщо студент не мав змоги заздалегідь попередити про неможливість своєї присутності на захисті, але в період роботи ЕК надав необхідні виправдні документи, ЕК може перенести дату захисту.