

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет "Запорізька політехніка"**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання кваліфікаційної роботи магістра**  
**(магістерської дисертації)**

здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» освітніх програм «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра (магістерської дисертації) здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» освітніх програм «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» усіх форм навчання / Уклад. : ПОСПЕЄВА Ірина, ФУРМАНОВА Наталія, МАЛИЙ Олександр, КУЛЯБА-ХАРИТОНОВА Тетяна, ГАРАЧУК Сергій. Запоріжжя : НУЗП, 2024. 55 с.

Укладачі: ПОСПЕЄВА Ірина, ст. викл.;  
ФУРМАНОВА Наталія, к.т.н., доц.;  
МАЛИЙ Олександр, к.т.н., доц.;  
КУЛЯБА-ХАРИТОНОВА Тетяна, ст. викл.;  
ГАРАЧУК Сергій, ас.

Рецензент: Бугрова Тетяна Іванівна, к.т.н, доц. каф. РТТ

Відповідальний за випуск:  
МАЛИЙ Олександр, к.т.н., доц., зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено  
на засіданні кафедри ІТЕЗ  
протокол № 1 від 10.09.24 р.

Рекомендовано до видання  
НМК ФІБЕК  
протокол № 2 від 15.09.24 р.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	4
ВСТУП.....	5
1 МЕТА, ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОЗНАКИ КР .....	6
2 ОРГАНІЗАЦІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУВАННЯ МАГІСТРІВ.....	8
3 ТЕМАТИКА КР .....	13
3.1 Актуальність теми КР .....	13
3.2 Тематика КР для магістрів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» на кафедрі ІТЕЗ .....	15
4 СТРУКТУРА КР .....	17
5 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КР .....	22
5.1 Пояснювальна записка (ПЗ).....	22
5.1.1 Вміст ПЗ .....	22
5.1.2 Вимоги до виконання ПЗ .....	24
5.2 Ілюстративний матеріал.....	30
6 НОРМОКОНТРОЛЬ КР .....	31
7 ПЕРЕВІРКА НА НАЯВНІСТЬ АКАДЕМІЧНОГО ПЛАГІАТУ .....	32
8 АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КР .....	33
9 ЗАХИСТ КР.....	35
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	36
Додаток А Форма титульного листа .....	37
ДОДАТОК Б Форма завдання на КР .....	38
ДОДАТОК В Приклад оформлення реферата .....	40
Додаток Г Шаблон для основної частини ПЗ .....	42

## **СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ**

КР – кваліфікаційна робота (магістра)

ДЕК – державна атестаційна комісія

ОПП – освітньо-професійна програма

ПЗ – пояснювальна записка

## ВСТУП

У відповідності з Законом України «Про освіту» другий (магістерський) рівень вищої освіти передбачає набуття здобувачами вищої освіти за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» здатності до розв'язання складних науково-технічних задач з галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов і вимог [1].

З метою встановлення фактичної відповідності рівня освітньо-кваліфікаційної підготовки вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики фахівця після завершення навчання на даному освітньо-кваліфікаційному рівні здійснюється державна атестація у формі публічного захисту *магістерської дисертації*, або *кваліфікаційної роботи магістра – у подальшому кваліфікаційної роботи (КР)*. Для цього створюється Державна екзаменаційна комісія (ДЕК), яка перевіряє науково-технічну та практичну підготовку магістрантів, виносить рішення про присвоєння їм відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня та видачу державного документа про освіту.

КР – це заключна самостійна робота магістра, в якій він повинен відобразити свої здібності, проявити ініціативу, творчі можливості, показати уміння самостійно вирішувати складні питання відповідно обраній галузі. Вона полягає в розв'язанні складної спеціалізованої задачі або практичної проблеми з метою підготовки спеціалістів в області сучасних інтелектуальних технологій радіотехнічних та мікросистемних радіоелектронних систем здійснювати практичну, експертну, консультативну діяльність з забезпечення заданих функціональних властивостей та експлуатаційних характеристик вказаних систем та їх компонентів.

КР передбачає рецензування і має пройти перевірку на відсутність академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації за допомогою спеціалізованих програм або систем.

Після захисту КР має бути оприлюднена на офіційному сайті закладу вищої освіти, його структурного підрозділу або у репозитарії закладу вищої освіти.

## **1 МЕТА, ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОЗНАКИ КР**

**Магістерська дисертація**, або **кваліфікаційна робота (КР) магістра** – самостійне наукове дослідження з елементами наукової новизни, що виконує кваліфікаційну функцію, тобто готується з метою прилюдного захисту й здобуття академічного звання магістра.

### ***Основною метою КР є:***

– встановлення відповідності результатів навчання здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти вимогам освітньо-професійних програм (ОПП) «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»;

– оцінка глибини розуміння, знань та компетентності магістрантів з обраних ними предметів;

– оцінка вміння застосовувати методи самостійного дослідження, послідовного викладання та практичного застосування теоретичних знань при розв'язуванні комплексних наукових і прикладних завдань в області сучасних інтелектуальних технологій радіотехнічних та мікросистемних радіоелектронних систем.

КР являє собою кінцевий результат виконаної магістрантом науково-дослідної роботи, що свідчить про отриману ним кваліфікацію, набраний досвід роботи, вміння вирішувати складні задачі, вільно орієнтуватися у науковій та технічній літературі, умінні грамотно викладати свої думки, а також передавати свої знання колегам з наукового спрямування.

### ***Призначення КР:***

– розкрити науковий потенціал магістранта, показати його здібності в організації та проведенні самостійного дослідження, використанні сучасних методів та підходів при вирішенні проблем у досліджуваній галузі, виявленні результатів проведеного дослідження, формулювання висновків, їх аргументації та розроблення обґрунтованих рекомендацій та пропозицій;

– забезпечити наукову та дослідницьку основу, на якій майбутні фахівці зможуть будувати свою діяльність, якщо вони зацікавлені в отриманні вищих академічних ступенів та професійної роботи.

КР, як науково-кваліфікаційна робота суттєво відрізняється від кваліфікаційної роботи бакалавра або дипломного проєкту. Вона має дві найважливіші *ознаки*: висунення гіпотези та пошук нової наукової ідеї.

*Гіпотеза* є одним з головних методів розвитку наукового знання. При висуванні гіпотези магістрант припускає, яким чином він має намір досягти поставленої мети дослідження. Гіпотеза, починаючи з плану проєкту дослідження та закінчуючи готовою роботою, може неодноразово уточнюватись, змінюватись або доповнюватись.

*Пошук наукової ідеї* – виключно творчий процес. При цьому рекомендується спробувати або йти шляхом узагальнення вже відомих результатів, викладених у кількох опублікованих іншими авторами наукових роботах, або шляхом більш глибокого розгляду будь-яких цікавих окремих випадків вже відомого загального результату.

Таким чином, КР повинна містити сукупність нових наукових результатів і положень, що висуваються для публічного захисту, а також формулювання основних напрямів подальшого вирішення проблеми, тобто, вона з одного боку, є підсумком підготовки магістра, а з іншого – самостійним оригінальним навчально-науковим дослідженням, у якому можуть бути зацікавлені кафедри, факультет або інші установи, організації, за заявками яких можуть виконуватися магістерські роботи.

## 2 ОРГАНІЗАЦІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУВАННЯ МАГІСТРІВ

Кваліфікаційне проектування магістрів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» освітніх програм «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» повністю підпорядковане кафедрі "Інтелектуальні технології електронних засобів" (ІТЕЗ).

КР готується автором одноосібно під керівництвом наукового керівника і (за необхідності) з допомогою консультантів відповідних розділів інших спеціальних кафедр університету, які призначаються завідувачами профільних кафедр з узгодженням із завідувачами випускаючих кафедр. Із списком викладачів, які можуть виступати науковими керівниками КР, можна ознайомитися у секретаря кафедри. Закріплення наукових керівників за магістрантами затверджується наказом по університету.

Після цього магістрант і науковий керівник погоджують попереднє формулювання теми. Як правило, керівник пропонує перелік рекомендованих тем КР, при цьому магістрантам надається право вибору. Але магістрант може запропонувати свою тему з обґрунтуванням доцільності її розробки. Тема КР повинна бути конкретною, стисло і точно відображати освоєне призначення роботи і область її використання та відповідати вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики магістра. Закріплені персонально за кожним студентом теми КР затверджуються на засіданні кафедри.

Під час роботи над КР магістрант повинен вирішувати наступні **завдання:**

– обрати тему КР, визначити об'єкт і предмет дослідження з урахуванням рекомендованої кафедрою тематики КР, сфери наукових і практичних інтересів здобувача, актуальних проблем в області сучасних інтелектуальних технологій радіотехнічних та мікросистемних радіоелектронних систем;

– оцінити ситуацію, яка склалася в обраній області, на певному підприємстві чи в організації, виявити проблеми, деталізувати ієрархію взаємопідпорядкованих проблем, самостійно поставити цілі і завдання своєї роботи, визначити їх місце в ряду взаємопов'язаних проблем;

- проявити комунікаційні та організаційні здібності щодо отримання необхідної інформації, показати вміння працювати в науковому або виробничому колективі;

- під час роботи над КР застосувати на практиці отримані теоретичні знання з дисциплін навчального плану, обґрунтувати вибір методичних інструментів для вирішення поставлених завдань;

- сформулювати критерії оцінки досягнення цілей і завдань роботи, а також визначити основні обмеження з їх реалізації, залучити необхідну навчальну, наукову, нормативну, методичну, статистичну інформацію а також (за необхідності) отримати необхідну інформацію на базі вибіркового дослідження і спостережень;

- застосувати сучасні методи наукових досліджень, запропонувати альтернативні варіанти вирішення проблемної ситуації, з урахуванням факторів невизначеності і ризиків, спрогнозувати їх можливі наслідки;

- визначити умови доцільного використання того або іншого варіанту вирішення проблеми;

- використовувати комп'ютерну та організаційну техніку, пакети прикладних або оригінальних програм, засоби презентації виконаної роботи;

- оформити і захистити КР на відкритому засіданні ДЕК.

В результаті виконання КР студент має продемонструвати своє **вміння**:

- аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем в галузях радіоелектроніки, мікросистемної та мехатронної техніки, робототехніки тощо, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов;

- застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру у відповідних галузях;

- застосовувати вітчизняні і міжнародні нормативні документи з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем;

- грамотно застосовувати термінологію у відповідних галузях;

- оцінювати, інтерпретувати та синтезувати інформацію і дані досліджень;

- застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних системах;

- застосовувати засоби автоматизації проєктування і технічної експлуатації радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем;

- аналізувати та оцінювати ефективність методів проєктування;

- адаптуватись в умовах зміни в галузях радіоелектроніки, мікросистемної, мехатронної, робототехніки тощо;

- здійснювати вибір оптимального варіанту при проєктуванні;

- сприяти розвитку системного мислення для вирішування складних наукових, науково-дослідних та технічних задач.

Під час роботи над КР *магістрант повинен:*

- обрати та узгодити з науковим керівником тему КР;

- скласти план роботи над КР та узгодити його з науковим керівником;

- самостійно виконувати етапи КР за планом, опираючись на інформаційне і методичне забезпечення, а також на матеріали переддипломної практики;

- систематично, не рідше ніж одного разу на тиждень, відвідувати консультації наукового керівника та інформувати про виконання чергового етапу КР;

- подати готову КР на перевірку науковому керівнику для оцінки не пізніше, як за тиждень до запланованого захисту;

- подати готову КР на перевірку на відповідність вимогам нормоконтролю не пізніше, ніж за п'ять днів до захисту;

- подати готову КР на рецензування не пізніше, ніж за чотири дні до захисту;

- подати готову КР на перевірку на академічну доброчесність не пізніше, ніж за три дні до захисту;

- підготувати доповідь про основні положення КР;

- провести попередній захист КР з метою з метою уточнень та допуску до захисту на засіданні ДЕК не пізніше, ніж за один день до захисту;

– згідно з графіком захистити КР на засіданні ДЕК, дотримуючись регламенту;

– отримати документ про рівень освіти та кваліфікацію.

Під час роботи над КР **науковий керівник повинен:**

– направляти і контролювати студента при плануванні і виконанні їм КР;

– надавати консультації при рішенні питань за змістом і складом його частин;

– контролювати регулярність роботи студента;

– підтверджувати своїм підписом можливість здачі інформаційно-програмного забезпечення, розробленого в процесі виконання КР, а також його захист на засіданні ДЕК;

– організувати попередній захист КР з метою уточнень та допуску до захисту на засіданні ДЕК.

**За умови дистанційної форми** навчання магістрант повинен:

– завантажити матеріали з готової КР у відповідний курс в системі дистанційного навчання НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» <https://moodle.zp.edu.ua/> в розділ для отримання відгуку керівника; за необхідності врахувати зауваження та виправити помилки, після чого завантажити виправлений варіант та отримати оцінку керівника;

– після отримання позитивної оцінки керівника завантажити матеріали з готової КР у відповідний курс в системі moodle в розділ для перевірки на нормоконтроль; за необхідності врахувати зауваження нормоконтролера та виправити помилки, після чого завантажити виправлений варіант та отримати оцінку нормоконтролера;

– після отримання позитивної оцінки нормоконтролера завантажити матеріали з готової КР у відповідний курс в системі moodle в розділ для отримання рецензії; за необхідності врахувати зауваження рецензента та виправити помилки, після чого завантажити виправлений варіант та отримати позитивну оцінку рецензента;

– після отримання позитивної оцінки рецензента завантажити матеріали з готової КР у відповідний курс в системі moodle в розділ для перевірки на академічну доброчесність; за необхідності врахувати зауваження, які виникнуть в результаті перевірки та виправити помилки, після чого завантажити виправлений варіант та отримати допуск до захисту;

– перед захистом КР завантажити матеріали з готової КР у відповідний курс в системі moodle.

Крім того, магістрант повинен додатково завантажити у відповідний курс в системі moodle заповнені та підписані наступні документи:

- декларацію про дотримання академічної доброчесності;
- заяву на прийом матеріалів КР до електронного репозиторію;
- метадані за шаблоном (дублінське ядро).

При цьому магістрант може заповнити та підписати паперові версії документів, додавши до системи moodle відскановані електронні копії, або заповнити ці документи в електронному вигляді та поставити електронний підпис, підтверджений центральним засвідчувальним органом.

Вказані документи слід заповнювати на стандартних бланках, які наведені на офіційному сайті НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» <https://zp.edu.ua/>

В процесі виконання КР студент має користуватися усією необхідною літературою та нормативно-технічною документацією.

Оформлення матеріалів КР студент виконує державною мовою. За узгодженням з випускаючою кафедрою допускається оформлювати КР однією з іноземних мов, яку студенти вивчають в університеті.

### 3 ТЕМАТИКА КР

#### 3.1 Актуальність теми КР

Однією з найважливіших вимог до КР є актуальність її теми.

*Тема КР* – це не просто її назва, це результат дослідження, спрямований на вирішення конкретної проблеми. Тому важливо чітко визначитися з вибором теми та забезпеченням її актуальності, оскільки на її рішення магістрант збирається витратити свої сили та час.

Формулювання проблеми наукового дослідження є по суті, основою задуму магістранта, тому правильна її постановка – запорука успіху всієї роботи. На рис. 3.1 наведена узагальнена схема вирішення проблеми.



Рисунок 3.1 – Узагальнена схема вирішення проблеми

Одним із важливих етапів для з'ясування чіткості проблеми є визначення ступеню її розробленості, проведення аналізу різних точок зору вчених, виявлення досягнень та "білих плям" у дослідженнях цієї проблеми. Такий аналіз проводиться за допомогою вивчення наукової літератури.

Це перше, що має зробити магістрант, оскільки це задає алгоритм усім наступним його діям і визначає основну мету дисертаційного дослідження.

Слід підкреслити, що назва проблеми має містити саме її проблемне сприйняття, яке потребує розгорнутого наукового дослідження. Також слід зазначити, що назва проблеми, по суті, має відповідати назві самої магістерської роботи.

Крім перерахованого вище, доцільно:

- звернути особливу увагу на суміжні галузі знання (іноді на стику двох наукових дисциплін можна знайти теми, які мають певні дослідницькі перспективи);

- звернутися до каталогу вже захищених дисертацій;

- переглянути наукову періодику, спеціальні видання.

Велике значення має методологічний аспект розгляду проблеми: іноді його зміна чи новий кут зору може стати темою наукової розробки.

Також при виборі та формулюванні теми магістерської дисертації слід враховувати сукупність певних вимог (див. рис. 3.2).

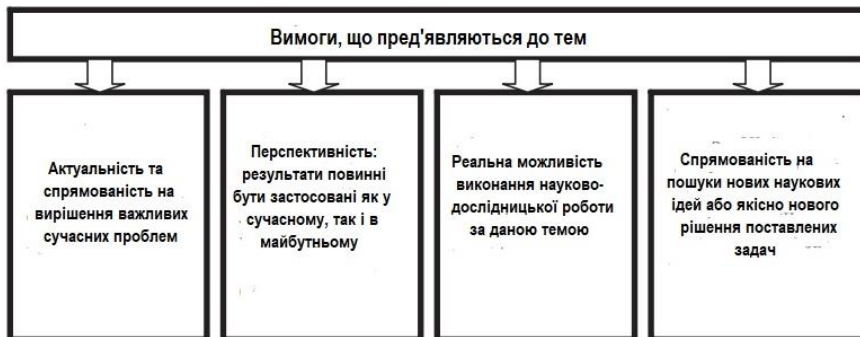


Рисунок 3.2 – Вимоги до тем магістерських дисертацій

Дослідження, що проводяться в період навчання в магістратурі, повинні відповідати напрямку підготовки та виду професійної діяльності; вони можуть мати науково-дослідний або проектно-виробничий характер.

### **3.2 Тематика КР для магістрів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» на кафедрі ІТЕЗ**

Тематика КР для магістрів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» освітніх програм «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» повинна відповідати вимогам освітньо-кваліфікаційних характеристик відповідних ОПП. При цьому вона має забезпечувати індивідуалізацію завдань та можливість вільного вибору здобувачем певної теми.

Рекомендовані напрямки тематики КР для магістрів спеціальності 172 на кафедрі ІТЕЗ:

- теоретичні дослідження об’єктів автоматизації;
- теоретичні дослідження у галузі комп’ютерно-інтегрованих технологій;
- розробка й удосконалення математичних методів розрахунку й оптимізації радіоелектронних та мікросистемних пристроїв, електронної частини мехатронних та робототехнічних систем;
- математичне моделювання радіоелектронних та мікросистемних пристроїв, електронної частини мехатронних та робототехнічних систем, включаючи питання матеріального забезпечення систем автоматизованого проєктування (САПР);
- створення алгоритмів розрахунків та розробка програмно-апаратного комплексу для дослідження та проєктування радіоелектронних та мікросистемних пристроїв, електронної частини мехатронних та робототехнічних систем;
- розробка методик 3D-моделювання радіоелектронних та мікросистемних пристроїв, електронної частини мехатронних та робототехнічних систем, а також їх складових частин з застосуванням сучасних САПР;
- розробка методів автоматизованого реверс-інжинірингу радіоелектронних та мікросистемних пристроїв, електронної частини мехатронних та робототехнічних систем, а також їх складових частин;
- розробка систем керування радіоелектронними, мікросистемними пристроями, мехатронними та робототехнічними системами;

- розробка систем моніторингу та керування мобільними робототехнічними системами;
- дослідження і розробка систем штучного інтелекту;
- розробка методик передпроектної оптимізації параметрів безпілотних літальних апаратів (БПЛА);
- розробка нових принципів побудови електронних датчиків, властивостей фізичних, хімічних та біохімічних об'єктів природного та штучного походження;
- мікрохвильова діагностика матеріалів і середовищ з комплексним використанням акустичних та електромагнітних хвиль.

## 4 СТРУКТУРА КР

Схема основних структурних частин КР представлена на рис. 4.1.

<b>Вступ</b>			
Актуальність	Задачі	Мета	Новизна
Об'єкт	Предмет	Науковий результат	Практична значимість
<b>Розділ 1</b>			
Огляд основних положень, теорій, концепцій, методологічних та методичних основ			
<b>Розділ 2</b>			
Аналіз тенденцій розвитку організацій, комплексів, галузей та результатів практичного використання методологічних підходів та методичних інструментів			
<b>Розділ 3</b>			
Розробка нових наукових ідей, концепцій, наукових положень, методичного апарату для їх реалізації, та випробування авторських розробок у практичній діяльності організації			
<b>Висновки</b>			
Теоретичні, методологічні, методичні розробки. Результати випробування. Пропозиції щодо подальших досліджень			
<b>Перелік джерел посилання</b>			
<b>Додатки</b>			

Рисунок 4.1 – Схема основних структурних частин КР

У **вступі** обґрунтовується вибір теми дослідження, мета та задачі роботи, розкриваються актуальність теми, її новизна, об'єкт та предмет дослідження, аналіз отриманих результатів та їхня теоретична і практична значимість. У вступі до роботи бажано коротко проінформувати про етапи подальшого викладу матеріалу та обґрунтувати логіку його побудови.

**Мета дослідження** орієнтує на його кінцевий результат, який може бути або теоретико-пізнавальний або практично-прикладний.

**Задачі дослідження** формують питання, на які має бути отримана відповідь для досягнення мети дослідження.

**Об'єкт наукового дослідження** – це певний елемент реальності, який має реальні межі та відносну автономність існування. Об'єкт породжує проблемну ситуацію та обирається для вивчення.

**Предмет наукового дослідження** – логічний опис об'єкту, вибірковість якого визначена уподобаннями дослідника в виборі точки уявного огляду, аспекту чи окремих проявів спостережуваного сегменту реальності. Предметом дослідження у КР може стати якась цілісна складова об'єкта дослідження.

**Науковий результат** – виражений у тому чи іншому вигляді фрагмент системи знань та/або ефект від застосування знань.

**Наукова новизна КР** – ознака, наявність якої дає автору право використання поняття "вперше" при характеристиці отриманих ним результатів та проведеного дослідження загалом. Оцінка наукової новизни дослідження означає виявлення першості автора у визначенні та дослідженні тієї чи іншої теми дисертаційного дослідження. Магістрант має право претендувати на новизну, якщо його наукові розробки містять формулювання, обґрунтування понять та його окремих елементів, поглиблюють розуміння процесів.

**Практична значимість** КР відображає реалізацію наукової новизни та свідчить про виправданість, необхідність виконання досліджень, що дозволяють щось створити чи покращити, тобто отримати певний ефект. Практична значимість свідчить про перспективність використання кінцевого результату дисертаційного дослідження. Якщо результат дослідження нематеріальний, то практична значимість його результатів сприяє розширенню знань та їхньому застосуванню у певній галузі.

Практична значимість КР визначає можливість використання отриманих автором результатів у тій чи іншій галузі науки, виробництва. Вона може виявитися у публікаціях основних результатів дослідження: у наукових статтях, монографіях, підручниках; в наявності патентів, актів щодо запровадження результатів дослідження у практику; апробації результатів дослідження на науково-практичних конференціях; у використанні наукових розробок у навчальному процесі вищих та середніх спеціальних навчальних закладів тощо.

**Змістовною частиною** КР її науковий текст. Ця частина роботи є науково обґрунтованим і систематизованим матеріалом досліджень, що відповідає поставленим цілям і задачам.

Науковий текст роботи характеризується використанням опублікованих матеріалів, точних відомостей та фактів, логікою викладання матеріалу, а також науково обґрунтованих положень, результатів та висновків.

Запропоновані магістрантом нові методологічні та методичні рішення мають бути суворо аргументовані та критично оцінені порівняно з іншими відомими науково-практичними положеннями.

Викладаючи суть роботи, треба вживати стандартну наукову та/чи науково-технічну термінологію, запроваджену національними стандартами на терміни та визначення понять.

Кількість розділів залежить від характеру роботи. Зазвичай у КР має бути 3 або 4 розділи.

У *першому розділі* зазвичай наводять результати наукового огляду різних концепцій, наукових підходів та взаємозв'язків елементів систем, методичних позицій. Магістрант повинен коротко описати зміст етапів розвитку наукових уявлень вчених про аналізовану проблему, проаналізувати їх та аргументувати переваги основних наукових положень та фактори, що впливають на їхній розвиток.

Перший розділ, по суті, є теоретичною частиною роботи і є основою для підготовки її другої – аналітичної та третьої – практичної.

У *другому розділі* КР магістрант проводить аналіз отриманих експериментальних, розрахункових даних та інших матеріалів, що дозволяють обґрунтувати проблему, аргументувати висновки та необхідність вирішення поставлених задач. У цьому розділі також аналізується стан предметної галузі, аргументується необхідність розвитку існуючої практики вирішення поставлених задач, використання методики та технології для їхнього вирішення.

У *третьому розділі* наводяться розроблені методичні інструменти, алгоритми, що дозволяють вирішити поставлені задачі та досягти мети дисертаційного дослідження, обґрунтовується впровадження у практику моделей чи методичних інструментів.

Між розділами КР має бути органічний внутрішній зв'язок, матеріал усередині розділів повинен викладатися у логічній послідовності.

Кожен розділ може бути закінчений *короткими висновками*. Ці висновки являють собою підсумковий синтез отриманих результатів дослідження. Вони мають містити конкретні дані про найбільш суттєві результати.

При написанні роботи магістрант повинен посилатися на джерела, матеріали або окремі результати яких наводяться в роботі, або на ідеях та висновках яких розроблюються проблеми, задачі, питання, вивченню яких присвячена робота. Такі посилання дають змогу відшукати документи та перевірити достовірність відомостей про цитування документа, дають необхідну інформацію щодо нього, допомагають з'ясувати його зміст, мову тексту, обсяг.

Посилатися слід на останні видання публікацій.

Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, «... у роботах [1-7]...».

Для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи іншого друкованого твору слід наводити цитати. Науковий етикет потребує точно відтворювати цитований текст, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором.

Загальні вимоги до цитування:

– текст цитати починається та закінчується лапками й наводиться в тій граматичній формі, в якій він поданий у джерелі, із збереженням особливостей авторського написання;

– цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту та без перекручень думок автора; при цьому пропуск слів, речень, абзаців при цитуванні допускається без перекручення авторського тексту і позначається трьома крапками;

– кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело;

– при непрямому цитуванні (переказі, викладі думок інших авторів своїми словами), що дає значну економію тексту, слід бути гранично точним у викладенні думок автора, коректним щодо оцінювання його результатів і давати відповідні посилання на джерело.

КР завершується заключною частиною у вигляді **загального висновку**, в якому наводяться результати досягнення поставленої мети та розв'язання поставлених задач.

Висновок включає узагальнення всієї інформації, викладеної в основній частині КР, розроблені автором наукові положення, висновки, рекомендації. Послідовність викладання матеріалу визначається логікою побудови роботи.

Також у висновку розкриваються основні аспекти практичного випробування розроблених науково-методологічних та методичних положень, наводяться основні напрями та рекомендації подальшого розвитку даної теми у відповідній науковій галузі.

Після висновків наводиться **перелік джерел посилання**, до якого входить список літературних джерел, використаних автором під час роботи над темою. Кожне включене до списку літературне джерело слід відобразити у роботі. Не варто включати до бібліографічного списку ті джерела, на які немає посилань у тексті, а також енциклопедії, довідники, науково-популярні книги, газети.

У переліку джерел посилання бібліографічні описи подають у порядку, за яким джерела вперше згадують у тексті. Правила оформлення бібліографічних посилань наведені у [4].

## 5 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КР

КР включає пояснювальну записку, комплект обчислювальних матеріалів та ілюстративний матеріал.

### 5.1 Пояснювальна записка (ПЗ)

#### 5.1.1 Вміст ПЗ

При виконанні ПЗ до КР слід дотримуватися вимог, що наведені у ДСТУ 3008-15 [3].

Згідно цього стандарту, структура *ПЗ* умовно поділяється на вступну, основну частини та додатки.

**Вступна частина** включає:

- титульний аркуш;
- завдання на КР;
- реферат;
- зміст;
- скорочення та умовні позначки.

**Основна частина** включає:

- вступ;
- змістову частину (суть роботи);
- висновки;
- перелік джерел посилання.

Склад **Додатків** залежить від спрямованості КР. Вони можуть включати до себе графіки, таблиці з результатами досліджень, довідковий матеріал, алгоритми та тексти програм тощо.

*Титульний аркуш* є першою сторінкою і основним джерелом бібліографічної інформації. Форма титульного аркуша наведена у Додатку А.

*Завдання* на кваліфікаційну роботу містить:

- назву університету, факультету, кафедри;
- прізвища автора та керівника;
- повну назву теми КР;
- вихідні дані до роботи;
- дані про вміст роботи;
- календарний план роботи над КР;
- дату видачі роботи;

– підписи: автора КР, консультантів спеціальних розділів, керівника КР, нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який її затверджує.

Форма завдання на КР наведена у Додатку Б.

Титульний аркуш та завдання виконуються на стандартних бланках університету, які наведені на офіційному сайті НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» <https://zp.edu.ua/>

На титульному аркуші та завданні номери сторінок не проставляються, але враховуються в загальному обсязі ПЗ.

**Реферат** має містити:

– відомості про обсяг ПЗ, кількість частин, рисунків, таблиць, додатків, джерел згідно з переліком посилань (наводять усі відомості, зокрема дані додатків);

– перелік ключових слів;

– стислий опис тексту ПЗ (анотація).

Перелік ключових слів, які є визначальними для розкриття суті звіту, має містити від 5 до 15 слів (словосполучень). Рекомендовано подавати їх перед текстом реферату великими літерами в рядок із прямим порядком слів у називному відмінку однини, розташованих за абеткою мови звіту та розділених комами.

Обсяг реферату – 1 стор.

Приклад оформлення реферата наведений у Додатку В.

У **Змісті** наводять такі структурні елементи: «Скорочення та умовні позначки», «Передмова», «Вступ», послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають назву) змістовної частини звіту (суті звіту), «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», «Додатки» з їх назвою та зазначенням номера сторінки початку структурного елемента.

Структурні елементи «Титульний аркуш», «Завдання на кваліфікаційну роботу» та «Реферат» до змісту не вносяться.

Рекомендації щодо вмісту структурних підрозділів **основної частини** КР наведені у розд. 3.

Рекомендований обсяг **вступу** – від 1 до 2 стор., **змістової частини** – від 80 до 100 стор., **висновків** – від 1 до 2 стор.

**Перелік джерел посилання**, на які є посилання в основній частині ПЗ, наводять у кінці тексту перед додатками.

У **Додатках** наводять відомості, які доповнюють ПЗ та:

– є необхідними для повноти роботи, але долучення їх до основної частини звіту може змінити впорядковане й логічне уявлення про неї;

– не можуть бути послідовно розміщені в основній частині звіту через великий обсяг або способи відтворення.

Так, наприклад, у *Додатки* рекомендується виносити графіки, таблиці з довідковими даними, алгоритми та тексти програм тощо.

Загальний обсяг ПЗ (без додатків) залежить від спрямованості КР та становить від 100 до 120 стор.

### **5.1.2 Вимоги до виконання ПЗ**

Вимоги до виконання ПЗ наведені у «ДСТУ 3008-15. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення», розд. 7 [3].

Але, враховуючи, що КР є в більшому ступені навчальною роботою, при виконанні ПЗ можуть бути деякі відмінності від наукових звітів.

Так, зокрема, в ПЗ до КР допускаються наступні припущення:

– у складі ПЗ для КР відсутні деякі структурні елементи, такі, як список авторів, передмова, рекомендації тощо; замість цього присутній структурний елемент «Завдання на кваліфікаційну роботу»;

– кожен наступний розділ ПЗ рекомендується починати з нової сторінки;

– заголовки структурних елементів та розділів рекомендується друкувати посередині рядка без абзацного відступу;

– рисунки, таблиці, формули рекомендується нумерувати в межах відповідних розділів; при цьому номер рисунка, таблиці, формули складається з номера розділу та порядкового номера даного елемента в цьому розділі, які відокремлюють крапкою;

– лістинги програм, що мають розмір менше сторінки, слід розташовувати в тексті, формувати та оформляти як рисунки, причому назва цих рисунків починається зі слова «Лістинг...»;

– лістинги програм, що мають розмір більший за розмір сторінки, слід розміщувати у додатках з обов'язковим посиланням на них у пояснювальній записці.

Крім вказаних, всі інші вимоги до ПЗ повністю відповідають вимогам, наведеним у [3]. Найважливіші з цих вимог, які найчастіше порушують при виконанні ПЗ, приведені на рис. 5.1 – 5.9.

### 7.1 Загальні положення

7.1.1 Залежно від особливостей та змісту звіт складають у формі тексту, рисунків, таблиць або їхніх комбінацій.

7.1.2 Виклад тексту й оформлювання звіту виконують за положеннями цього стандарту.

7.1.3 Звіт викладають на паперовому та/чи електронному носіїві (паперовий та електронний документи відповідно).

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

7.1.5 Звіт друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора-два мікрядкові інтервали кеглем 14.

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

7.1.9 У звіті не бажано вживати іншомовних слів і термінів за наявності рівнозначних слів і термінів мови, якою подано звіт.

7.1.10 Мову звіту визначено у статті 21 Закону України «Про засади державної мовної політики».

7.1.11 Рекомендовано на сторінках звіту використовувати береги такої ширини: верхній і нижній — не менше ніж 20 мм. лівий — не менше ніж 25 мм. правий — не менше ніж 10 мм.

## Рисунок 5.1 – Загальні вимоги до ПЗ

7.1.18 Структурні елементи: «Список авторів», «Реферат», «Зміст», «Скорочення та умовні позначки», «Передмова», «Вступ», «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», — не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів.

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

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

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

7.1.22 Абзацний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту звіту й дорівнювати п'яти знакам.

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

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

Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті звіту.

7.1.25 Не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту на останньому рядку сторінки.

## Рисунок 5.2 – Вимоги до заголовків структурних одиниць

#### 7.4 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів

**7.4.1** Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами.

**7.4.2** Розділи звіту нумерують у межах викладення суті звіту і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1».

**7.4.3** Підрозділи як складові частини розділу нумерують у межах кожного розділу окремо. Номер підрозділу складається з номера відповідного розділу та номера підрозділу, відокремлених крапкою.

Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 тощо.

**7.4.4** Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу або підрозділу.

Номер пункту складається з номера розділу та порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, які відокремлюють крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 тощо.

Якщо текст поділяють лише на пункти, їх слід нумерувати, крім додатків, порядковими номерами.

**7.4.5** Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1.1 або 2.1.4 тощо.

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

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

### Рисунок 5.3 – Вимоги до нумерації структурних одиниць

**7.5.6** Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім рисунків у додатках.

Дозволено рисунки нумерувати в межах кожного розділу. У цьому разі номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера рисунка в цьому розділі, які відокремлюють крапкою, наприклад, «Рисунок 3.2» — другий рисунок третього розділу.

**7.5.7** Рисунки кожного додатка нумерують окремо. Номер рисунка додатка складається з позначки додатка та порядкового номера рисунка в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Рисунок В.1 — \_\_\_\_\_», тобто перший рисунок додатка В.

назва рисунка

**7.5.8** Якщо в тексті звіту лише один рисунок, його нумерують відповідно до 7.5.6.

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

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

Назву рисунка друкують з великої літери та розміщують під ним посередині рядка, наприклад, «Рисунок 2.1 — Схема устаткування».

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

### Рисунок 5.4 – Вимоги до оформлення рисунків

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

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

7.6.4 Таблиці нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім таблиць у додатках.

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

7.6.5 Таблиці кожного додатка нумерують окремо. Номер таблиці додатка складається з позначення додатка та порядкового номера таблиці в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Таблиця В.1 — \_\_\_\_\_», тобто перша таблиця додатка В.  
назва таблиці

7.6.6 Якщо в тексті звіту подано лише одну таблицю, її нумерують.

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

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

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

У разі поділу таблиці на частини дозволено її головку чи боковик замінити відповідно номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці.

Слово «Таблиця \_\_\_\_\_» подають лише один раз над першою частиною таблиці. Над іншими частинами таблиці з абзацного відступу друкують «Продовження таблиці \_\_\_\_\_» або «Кінець таблиці \_\_\_\_\_» без повторення її назви.

7.6.10 Заголовки колонок таблиці починають з великої літери, а підзаголовки — з малої літери, якщо вони становлять одне речення із заголовком.

7.6.11 Підзаголовки, які мають самостійне значення, подають з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Переважна форма іменників у заголовках — **плнина**

## Рисунок 5.5 – Вимоги до оформлення таблиць

7.6.1 Цифрові дані звіту треба оформлювати як таблицю відповідно до форми, поданої на рисунку

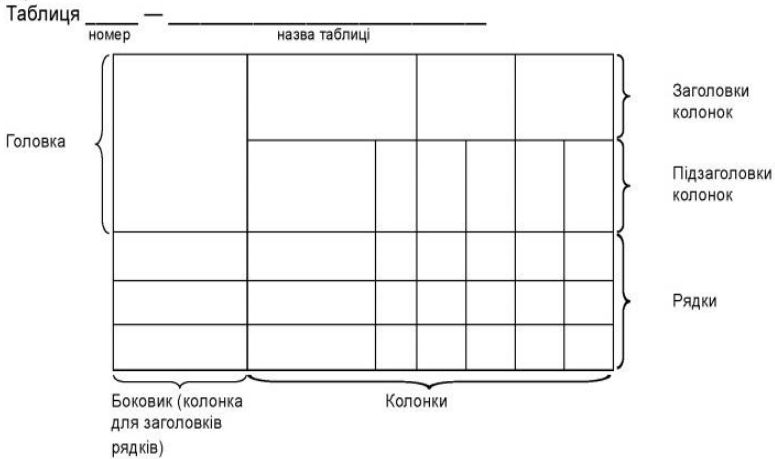


Рисунок 5.6 – Структура таблиць

### 7.7 Переліки

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

!!! 7.7.2 Якщо подають переліки одного рівня підпорядкованості, на які у звіті немає посилань, то перед кожним із переліків ставлять знак «тире».

Якщо у звіті є посилання на переліки, підпорядкованість позначають малими літерами української абетки, далі — арабськими цифрами, далі — через знаки «тире».

Після цифри або літери певної позиції переліку ставлять круглу дужку.

!!! Приклад

а) \_\_\_\_\_ ;

б) \_\_\_\_\_ ;

    1) \_\_\_\_\_ ;

      — \_\_\_\_\_ ;

      — \_\_\_\_\_ ;

    2) \_\_\_\_\_ ;

в) \_\_\_\_\_ ;

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

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

Рисунок 5.7 – Вимоги до оформлення переліків

### 7.10 Формули та рівняння

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

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

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

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

**7.10.4** Номер формули чи рівняння друкують на їх рівні праворуч у крайньому положенні в круглих дужках, наприклад (3). У багаторядкових формулах або рівняннях їхній номер проставляють на рівні останнього рядка.

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

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

!!! **7.10.6** Пояснення познач, які входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, у якій їх наведено у формулі або рівнянні.

Пояснення познач треба подавати без абзацного відступу з нового рядка, починаючи зі слова «де» без двокрапки. Позначки, яким встановлюють визначення чи пояснення, рекомендовано вирівнювати у вертикальному напрямку.

*Приклад оформлення математичної формули*  
Відомо, що

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}, \quad (1)$$

де  $M_1, M_2$  — математичне очікування;

$\sigma_1, \sigma_2$  — середні квадратичні відхили [23].

## Рисунок 5.8 – Вимоги до оформлення математичних формул

**7.10.7** Фізичні формули подають аналогічно математичним формулам, дотримуючи положень 7.10.1—7.10.5, але з обов'язковим записом у поясненні позначки одиниці виміру відповідної фізичної величини. Між останньою цифрою та одиницею виміру залишають проміжок (крім позначення одиниць плоского кута — кутових градусів, кутових мінут і секунд, які пишуть безпосередньо біля числа вгорі).

*Приклад*

Масу твердого тіла в кілограмах обчислюють за формулою:

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

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

### 7.10.12 Числові значення величин

**7.10.12.1** Числові значення величин з допускками наводять так:

!!!

$$(65 \pm 3) \%;$$

$$80 \text{ мм} \pm 2 \text{ мм або } (80 \pm 2) \text{ мм.}$$

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

!!! *Приклад*  
Від 1 мм до 5 мм (а не від 1 до 5 мм).

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

## Рисунок 5.9 – Вимоги до оформлення фізичних формул

Приклад шаблону для основної частини ПЗ наведений у Додатку Г. Повний шаблон ПЗ до КР прикріплюється до відповідного курсу системи дистанційного навчання moodle.

## 5.2 Ілюстративний матеріал

Ілюстративний матеріал для захисту КР має бути виконаним у вигляді плакатів або слайдів з можливістю подання його за допомогою проєкційних та комп'ютерних засобів. Вміст ілюстративного матеріалу залежить від спрямованості КР.

Слайди слід виконувати у формі презентації в програмі Microsoft PowerPoint (або аналогічних програмах) в кількості від 10 до 15 слайдів.

На слайдах розміщують порівняльні таблиці, діаграми, що ілюструють отримані результати, викладають формули, наводять схеми та структури, що пропонуються, інтерфейсні вікна розробленого ПЗ, а також інші ілюстративні матеріали, необхідні здобувачу під час доповіді для розкриття змісту роботи.

Виконання ілюстративного матеріалу передбачає використання сучасних комп'ютерних засобів та пакетів програм, включаючи системи автоматизованого проєктування і моделювання (AutoCAD, Visio, Corel Draw та інші).

## 6 НОРМОКОНТРОЛЬ КР

**Нормоконтроль** є завершальним етапом розробки документації до КР.

Він полягає в контролі виконання документації у відповідності з нормами, вимогами та правилами, встановленими чинними стандартами та нормативними документами університету.

Завданнями нормоконтролю є забезпечення:

- дотримання у документації норм, вимог та правил, установлених стандартами та іншими нормативними документами;
- досягнення «однаковості» в оформленні, обліку, зберіганні, зміні документації;
- можливості дотримання нормативних вимог в умовах випуску документів автоматизованим способом.

Для здійснення нормоконтролю кафедра призначає відповідальну особу – **нормоконтролера**.

До представлення на нормоконтроль КР матеріали повинні бути роздруковані та підписані здобувачем і керівником роботи.

За умови дистанційної форми навчання магістрант повинен завантажити матеріали з готової КР з електронними підписами автора роботи та наукового керівника у відповідний курс в системі дистанційного навчання НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» <https://moodle.zp.edu.ua/> в розділ «Нормоконтроль».

Зміни та виправлення, зазначені нормоконтролером і пов'язані з порушенням діючих стандартів та інших нормативно-технічних документів, є обов'язковими для внесення в документи.

Відповідність КР вимогам чинних стандартів нормоконтролер засвідчує своїм підписом. Виправляти чи змінювати підписані нормоконтролером документи без його відома не допускається.

Нормоконтролер несе відповідальність за дотримання у документації вимог чинних стандартів та інших нормативно-технічних документів на рівні з розробниками документації.

## 7 ПЕРЕВІРКА НА НАЯВНІСТЬ АКАДЕМІЧНОГО ПЛАГІАТУ

Згідно з діючим «Положенням про перевірку в Національному університеті «Запорізька політехніка» кваліфікаційних випускних робіт (дипломних робіт/проектів) здобувачів вищої освіти на академічний плагіат» [5] всі КР здобувачів підлягають обов'язковій процедурі перевірки на наявність плагіату (рівня запозичень).

Перевірка рівня запозичень у КР здійснюється кафедрою не пізніше ніж за три дні до захисту роботи і виконується відповідальною особою, призначеною завідувачем кафедрою для введення до електронної системи StrikePlagiarism текстів магістерських робіт.

За умови дистанційної форми навчання магістрант повинен завантажити електронну версію завершеної роботи з електронними підписами автора роботи, наукового керівника та нормоконтролера у відповідний курс в системі дистанційного навчання НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» <https://moodle.zp.edu.ua/> в розділ «Перевірка на плагіат» у форматі \*.rtf, \*.doc, \*.docx, \*.pdf

Перевірка ДР на плагіат здійснюється на базі даних електронної системи StrikePlagiarism впродовж одного робочого дня.

Після перевірки на плагіат відповідальний видає здобувачу результат перевірки у формі витягу з протоколу аналізу ступеня унікальності КР з вказанням ступеню унікальності даної роботи та остаточного рішення щодо допуску до захисту.

Рекомендована шкала (у відсотках до загального об'єму матеріалу):

– достатня унікальність, робота допускається до захисту: від 70% до 100%;

– низька унікальність, робота потребує доопрацювання: від 50% до 69%;

– незадовільна унікальність, робота відхиляється: нижче 50%.

При виявленні плагіату, що перевищує встановлені нормативи, здобувач не допускається до захисту дипломної роботи до моменту

усунення виявлених порушень та повторного проходження перевірки в електронній системі StrikePlagiarism.

У випадку виявлення умисного пошкодження тексту роботи, що унеможливає її перевірку у цих системах, повну відповідальність за це несе здобувач, а робота знімається із захисту.

## 8 АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КР

Результати КР повинні бути відображені у наукових статтях, опублікованих в фахових виданнях України чи інших держав, доповідях на наукових конференціях, конгресах тощо.

Для здобувачів спеціальності «Електронні комунікації та радіотехніка» замість цього може бути долучено патент на винахід (корисну модель, промисловий зразок), які пройшли відповідну експертизу і безпосередньо стосуються наукових результатів КР.

**Наукова стаття** – це найбільш поширений вид наукової публікації, що містить дослідження або результати досліджень наукової проблеми. Вона повинна містити опис методів дослідження, отримані результати та висновки, які можуть бути зроблені на основі дослідження. Наукові статті зазвичай публікуються в наукових журналах, щоб інші дослідники могли з ними ознайомитися. Окрім того, публікація наукових статей є важливою частиною процесу наукового дослідження та сприяє розвитку науки в цілому. Наукові статті мають спеціальний формат та структуру, яка дозволяє чітко та логічно викладати результати дослідження та їхню інтерпретацію. Вони повинні бути написані точно та зрозуміло, з використанням наукової термінології та стандартів, щоб дати можливість іншим дослідникам з легкістю ознайомитися з результатами дослідження та використати їх у своїх власних дослідженнях.

**Препринт** – це версія наукової статті, яка ще не була офіційно опублікована в науковому журналі. Препринти часто розміщуються на спеціальних веб-сайтах, що дозволяє дослідникам зі всього світу швидко дізнаватися про нові дослідження та результати. Препринти можуть бути опубліковані відразу після завершення дослідження та написання статті, перш ніж вона буде відправлена на рецензування в науковий журнал. Це дозволяє дослідникам отримувати зворотний зв'язок та коментарі від інших дослідників щодо їхнього дослідження до остаточної публікації. Препринти є важливим інструментом для швидкого та ефективного розповсюдження наукової інформації та сприяють розвитку науки в цілому. Однак, важливо зазначити, що препринти не є офіційною публікацією і не пройшли рецензування, тому результати досліджень, які наведені в препринтах, слід сприймати з певною обережністю та критичністю.

**Тези доповіді конференції** – це короткий опис дослідження, який подається на конференції з метою привернення уваги до дослідження та обговорення його результатів з іншими дослідниками. Тези доповіді зазвичай складаються з декількох абзаців і містять короткий огляд дослідження, методи дослідження, результати та висновки. Тези можуть бути представлені у вигляді письмового тексту або презентації, яку доповідач представляє на конференції.

**Постерна доповідь на конференції** – це форма презентації дослідження, яка зазвичай використовується на наукових конференціях. Постер є графічним зображенням дослідження, яке демонструється на спеціально підготовленому плакаті. Постер містить короткий огляд дослідження, його головні результати, методи та підходи, використані в дослідженні, а також висновки та рекомендації. Постер зазвичай містить графіки, таблиці, фотографії та інші ілюстрації, що допомагають візуалізувати результати дослідження та зрозуміти його суть. Учасник конференції, який представляє постер, має можливість доповісти про своє дослідження та відповісти на запитання інших учасників конференції. Постерна доповідь дозволяє учасникам конференції більш детально ознайомитися з дослідженням та обговорити його результати з автором та іншими учасниками конференції.

**Патент** можна розглядати як наукову публікацію, оскільки патентне досьє містить докладний опис винаходу або корисної моделі, а також результати його використання. У патенті надається повна інформація про винахід або корисну модель, зокрема їхня суть, спосіб застосування, переваги та принципи роботи.

У більшості країн патентна система забезпечує юридичний захист прав на інтелектуальну власність, зокрема на винаходи, корисні моделі та промислові зразки. Цей захист стосується не тільки розробників, а й користувачів, оскільки патент дозволяє заборонити виготовлення, використання та продаж продукту без дозволу правовласника патенту.

Отже, патентна система є важливим інструментом для захисту інтелектуальної власності та сприяє розвитку науки і техніки, оскільки вона забезпечує захист прав на нові розробки та винаходи, що стимулює дослідження та розвиток нових технологій.

## 9 ЗАХИСТ КР

Захист КР відбувається згідно графіка перед державною екзаменаційною комісією (ДЕК), яка створюється щорічно і затверджується наказом ректора університету.

Для розгляду і захисту КР в ДЕК подаються наступні документи:

– КР у складі пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу з підписами автора, наукового керівника, консультантів зі спеціальних розділів (за наявності), нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який затверджує усі документи;

– відгук керівника про КР;

– рецензія стороннього рецензента на КР;

– витяг з протоколу аналізу ступеня унікальності кваліфікаційної випускної роботи з вказанням ступеню унікальності даної роботи та остаточного рішення щодо допуску до захисту;

– заповнені та підписані магістрантом: декларація про дотримання академічної доброчесності, заява на прийом матеріалів КР до електронного репозиторію; метадані за шаблоном (дублінське ядро).

За умови дистанційної форми навчання електронні версії всіх вказаних матеріалів з електронними підписами відповідних осіб завантажуються у відповідний курс в системі дистанційного навчання НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА» <https://moodle.zp.edu.ua/> в розділ «Захист».

В ДЕК можуть бути подані інші матеріали, що характеризують наукову та практичну цінність проєкту – друквані статті за темою роботи, документи, які підтверджують практичне застосування результатів, макети, зразки матеріалів, виробів тощо.

Захист КП (КР) проводиться на відкритому засіданні ДЕК за участю не менше половини її складу при обов'язковій присутності голови. Рішення ДЕК про оцінку роботи, а також про присвоєння випускнику відповідної кваліфікації і видання йому державного документа про освіту, приймається на закритому засіданні відкритим голосуванням.

Студентів, які отримали незадовільну оцінку при захисті КР, відраховують з університету з отриманням академічної довідки.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. №1556-VII [Електронний ресурс]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18?lang=en#Text> (дата звернення : 14.09.24 р.)
2. Закон України «Про електронні документи та електронний документообіг» від 22.05.2003 р. №851-15.
3. ДСТУ 3008-15. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ 3008-95, чинний від 2015–06–25]. Вид. офіц. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 30 с.
4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. Стандарт України. Вид. офіц. [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 17 с.
5. Положення про перевірку в Національному університеті «Запорізька політехніка» кваліфікаційних випускних робіт (дипломних робіт/проектів) здобувачів вищої освіти на академічний плагіат / Укладачі: В.Л. Грешта, С.Т. Яримбаш, А.В. Пархоменко та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 5 с.

# ДОДАТОК А

## ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Форма № 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

\_\_\_\_\_

(повне найменування факультету)

\_\_\_\_\_

(повне найменування кафедри)

### Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

\_\_\_\_\_

(ступінь вищої освіти)

на тему \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(назва теми)

Виконав(ла): студент(ка) \_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_

Спеціальності \_\_\_\_\_

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

\_\_\_\_\_

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

## ДОДАТОК Б ФОРМА ЗАВДАННЯ НА КР

Форма № 25

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

Ступінь вищої освіти \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) \_\_\_\_\_

(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

### З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) \_\_\_\_\_

керівник проєкту (роботи) \_\_\_\_\_

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)



## ДОДАТОК В ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РЕФЕРАТА

### РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра: 98 с., 3 табл., 11 рис., 20 джерел.

**ДИНАМІЧНІ РІВНЯННЯ, КВАТЕРНІОН, ВЕКТОР КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ТЕНЗОР ІНЕРЦІЇ, ТЕРМІНАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ.**

Об'єкт дослідження – система керування просторовим рухом квадрокоптера.

Предмет дослідження – алгоритми керування просторовим рухом квадрокоптера, які дозволяють реалізувати всі основні режими автономного польоту: режим стабілізації в якому літальний апарат автоматично підтримує нульовий крен, тангаж та стабілізує кут курсу; режим утримання заданого положення в якому апарат автоматично зависає над заданою точкою земної поверхні; режим автоматичного польоту за точками; режим автоматичного зльоту та посадки.

Мета роботи – розробка та дослідження алгоритмів керування просторовим рухом квадрокоптера які забезпечують всі основні режими польоту квадрокоптера.

В результаті було розроблено математичну модель квадрокоптера як об'єкта управління та алгоритми управління просторовим рухом квадрокоптера, а саме алгоритм визначення необхідного напрямку сили тяги гвинтів для переведення квадрокоптера з поточного положення в задане та алгоритми управління кутовим рухом квадрокоптера.

Основним призначенням роботи є створення і дослідження алгоритмів управління просторовим рухом квадрокоптера.

## ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the master: 98 pages, 3 tables, 11 figures, 20 sources.

DYNAMIC EQUATIONS, QUATERNION, ANGULAR VELOCITY VECTOR, MATHEMATICAL MODEL, INERTIA TENSOR, TERMINAL CONTROL.

The object of the research is the system of controlling the spatial movement of the quadcopter.

The subject of the study is the algorithms for controlling the spatial movement of the quadcopter, which allow you to implement all the main modes of autonomous flight: the stabilization mode in which the aircraft automatically maintains zero roll, pitch and stabilizes the course angle; mode of maintaining a given position in which the device automatically hovers over a given point on the earth's surface; mode of automatic flight by points; automatic take-off and landing mode.

The purpose of the work is the development and research of algorithms for controlling the spatial movement of a quadcopter that provide all the main flight modes of a quadcopter.

As a result, a mathematical model of the quadcopter as a control object was developed and, based on it, algorithms for controlling the spatial movement of the quadcopter, namely, an algorithm for determining the necessary direction of the thrust force of the propellers for transferring the quadcopter from the current position to a given one, and algorithms for controlling the angular movement of the quadcopter.

The main purpose of the work is the creation and research of algorithms for controlling the spatial movement of a quadcopter.

## ДОДАТОК Г ШАБЛОН ДЛЯ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ ПЗ

### ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	42
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК .....	43
ВСТУП.....	44
1 РОЗДІЛ ПЕРШИЙ (розділ).....	45
1.1 Підрозділ перший (підрозділ).....	45
1.1.1 Пункт перший (пункт).....	45
1.2 Підрозділ другий.....	45
1.2.1 Пункт перший .....	45
2 РОЗДІЛ ДРУГИЙ.....	46
2.1 Підрозділ перший .....	46
2.2 Підрозділ другий.....	46
2.3 Підрозділ третій .....	47
3 РОЗДІЛ ТРЕТІЙ.....	50
3.1 Підрозділ перший .....	50
ВИСНОВКИ .....	52
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	53
Додаток А Елементи алгебри кватерніонів та їх використання в теорії кінцевого повороту .....	55

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК**

БПЛА	– Безпілотний літальний апарат
ММК	– Математичні моделі квадрокоптерів
ДР	– Динамічні рівняння
ЛА	– Літальний апарат
АВ	– Аеродинамічні властивості
СМ	– Симуляційне моделювання
ІМ	– Імітаційне моделювання
ПР	– Порівняльний аналіз
ВПФ	– Вплив зовнішніх факторів
ВМ	– Валідація моделей
ROS	– Robot Operating System
SITL	– Software-In-The-Loop
PID	– Proportional-Integral-Derivative
SLAM	– Simultaneous Localization and Mapping
API	– Application Programming Interface
IDE	– Integrated Development Environment
VR	– Virtual Reality
AR	– Augmented Reality

## ВСТУП

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст [1].

За результатами роботи були подані тези на науково-практичну конференцію викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів та студентів «Тиждень науки-2023».



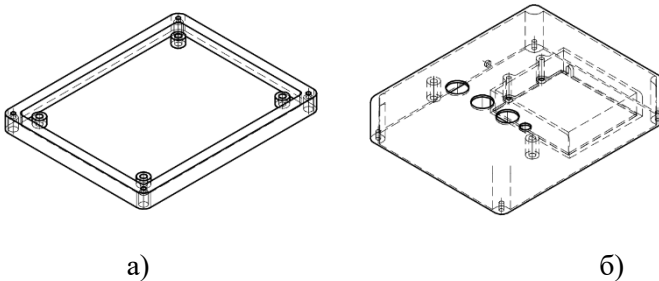
## 2 РОЗДІЛ ДРУГИЙ

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст [4].

### 2.1 Підрозділ перший

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст [5 – 8].

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст складається із основи (див. рис. 2.1, а) та кришки (див. рис. 2.1,  
 б).



а) б)  
 а – основа корпусу; б – кришка корпусу

Рисунок 2.1 – Назва рисунку

### 2.2 Підрозділ другий

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст, що подано в табл. 2.1 та табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Стисла назва таблиці

Голівка	Заголовок графи		Заголовок графи	
	підзаголовок графи	підзаголовок графи	підзаголовок графи	підзаголовок графи
Боковик (заголовок рядка)	Комірка	Комірка	Комірка	Комірка
Боковик (заголовок рядка)	Комірка	Комірка	Комірка	Комірка

### 2.3 Підрозділ третій

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст... (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Стисла назва таблиці

Голівка	Заголовок графи		Заголовок графи	
	підзаголовок графи	підзаголовок графи	підзаголовок графи	підзаголовок графи
1	2	3	4	5
Боковик (заголовок рядка)	Комірка	Комірка	Комірка	Комірка
Боковик (заголовок рядка)	Комірка	Комірка	Комірка	Комірка



Кінець табл. 2.2

1	2	3	4	5
Боковик (заголовок рядка)	Комірка	Комірка	Комірка	Комірка
Боковик (заголовок рядка)	Комірка	Комірка	Комірка	Комірка

Примітка. У таблиці можна використовувати однаковий міжрядковий інтервал та гарнітуру (розмір) шрифту від 8 до 14 пунктів.

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст Звичайний текст звичайний текст звичайний текст Звичайний текст звичайний текст звичайний текст [8].

## 3 РОЗДІЛ ТРЕТІЙ

### 3.1 Підрозділ перший

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст ... знайдемо висоту за формулою (3.1):

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (3.1)$$

де  $h$  – висота, м;  
 $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  
 $t$  – час падіння, с.

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст представлено на рис. 3.1 [9].



Рисунок 3.1 – Назва рисунку [9]

У роботі [10] було розглянуто та розраховано звичайний текст  
 звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст  
 звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст  
 звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст  
 звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст  
 звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст  
 звичайний текст.

### 3.1.1 Пункт перший

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст у звіті є посилання на наступний  
 перелік... звичайний текст:

- а) перший елемент;
- б) другий елемент;
- в) третій елемент:
  - 1) перший елемент третього елементу;
  - 2) другий елемент третього елементу:
    - один;
    - два;
    - три;
- г) четвертий елемент.

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
 текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст:

– перший пункт перший пункт перший пункт перший пункт  
 перший пункт перший пункт перший пункт перший пункт перший  
 пункт;

– другий пункт другий пункт другий пункт другий пункт  
 другий пункт другий пункт другий пункт другий пункт другий  
 пункт.

– третій пункт третій пункт третій пункт третій пункт третій  
 пункт третій пункт третій пункт третій пункт [11].

## ВИСНОВКИ

Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст Звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст.

Звичайний текст Звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст Звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст звичайний текст звичайний текст звичайний  
текст звичайний текст.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ольшевський С.В. Конструювання радіоелектронних засобів : конспект лекцій за курсом. Київ : Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2014. 99 с.
2. Ганжа С.М. Основи конструювання електронних засобів : підручник. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2011, 491 с.
3. Нікольський О.І., Шеремета О.П. Моделювання теплових процесів в РЕА : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2015. 116 с.
4. Гура О. І., Гура Т. Є. Психологія управління соціальною організацією : навч. посіб. 2-ге вид., доп. Херсон : ОЛДІ ПЛЮС, 2015. 212 с.
5. Матвійків М.Д., Вус Б.С., Матвійків О.М. Елементи та компоненти електронних пристроїв : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 496 с.
6. Піза Д.М., Тімовський А.К., Лугін А.І. Моделювання радіоелектронних пристроїв : навч. посіб. / за ред. Д.М. Пізи. Запоріжжя : ЗНТУ, 2003. 258 с.
7. Zhovinsky E.Ya., Kryuchenko N.O., Paparyha P.S. Geochemistry of Environmental Objects of the Carpathian Biosphere Reserve. Kyiv : 2013. 100 p.
8. Хіль М.І., Арушанов О.П., Ганжа С.М., Герасименко Є.П. Навчальне проектування радіоелектронних апаратів : навч. посіб. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, Технол. ін-т., 2011. 227 с.
9. Перегрін Г.Р., Башмакова Л.І., Поспеева І.Є., Соріна О.О. Інженерні помилки : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2007. 312 с.
10. Якість, надійність радіоелектронної апаратури. Елементи теорії і методи забезпечення : монографія / Ю.Я. Бобало та ін., за ред. Л.А. Недоступа. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 196 с.
11. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. / Л. І. Сидоренко та ін., за ред. І. С. Добронравової (ч. 1), О. В. Руденко (ч. 2). К.: ВПЦ "Київський університет", 2018. 607 с.
12. Голобородько М.Ю., Зотова І.Г., Левшенко О.С. Загальні вимоги до видів, послідовності та умов проведення випробувань радіоелектронного обладнання. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. 2018. № 1. с. 86-92.

13. Уваров Б.М. Надійність конструкцій чарунок радіоелектронної апаратури за зовнішніх механічних впливів. *Вісник НТУУ “КПІ”. Серія радіотехніка, радіоапаратобудування*. Київ, 2009. Вип. 39. с. 91 - 98.

14. Саєнко С.Ю., Нечипоренко І.В. Основи САПР : навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2017. URL : <http://elib.hduht.edu.ua/handle/123456789/2819> (дата звернення : 17.12.22).

15. Digi Key: каталог товарів. URL : <https://www.digikey.com/> (дата звернення : 11.05.2022).

16. AutoCAD for Mac & Windows | 2D/3D CAD Software | Autodesk: веб-сайт. URL : <https://www.autodesk.com> (дата звернення : 05.11.22).

## ДОДАТОК А

### ЕЛЕМЕНТИ АЛГЕБРИ КВАТЕРНІОНІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕОРІЇ КІНЦЕВОГО ПОВОРОТУ

**Кватерніон** – гіперкомплексне число такого вигляду:

$$A = \lambda_0 \cdot 1 + \lambda_1 \cdot \bar{i}_1 + \lambda_2 \cdot \bar{i}_2 + \lambda_3 \cdot \bar{i}_3.$$

де  $i_j, j=1,2,3$  – уявні одиниці, для яких справедливі співвідношення

$$\begin{aligned} i_1^2 = i_2^2 = i_3^2 = i_1 i_2 i_3 = -1, \\ i_1 i_2 = -i_2 i_1 = i_3, \\ i_2 i_3 = -i_3 i_2 = i_1, \\ i_3 i_1 = -i_1 i_3 = i_2. \end{aligned}$$

Елемент  $\lambda_0$  називають **скалярною** частиною, елементи  $\lambda_j, j=\overline{1,3}$  об'єднують в тривимірний вектор  $\bar{\lambda}$  і називають векторною частиною кватерніона. Таким чином можна записати

$$A = \lambda_0 + \bar{\lambda}.$$

Два кватерніони  $A$  та  $M = \mu_0 + \bar{\mu}$  **рівні**, якщо рівні їх елементи  $\lambda_j = \mu_j, j=\overline{0,3}$ .

**Сумою** кватерніонів  $A$  та  $M$  називається кватерніон, елементами якого є величини  $\lambda_j + \mu_j, j=\overline{0,3}$ .

.....