Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра фізичного матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Методичні вказівки
з підготовки та оформлення кваліфікаційної роботи
для здобувачів вищої освіти
галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»,
спеціальності G8 «Матеріалознавство», освітньої програми
«Матеріалознавство та термічна обробка металів»
другого (магістерського) освітнього рівня
усіх форм навчання

Запоріжжя — 2025

Кваліфікаційна робота [Електронний ресурс] : методичні вказівки з підготовки та оформлення кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво», спеціальності G8 «Матеріалознавство», освітньої програми «Матеріалознавство та термічна обробка металів» другого (магістерського) освітнього рівня усіх форм навчання / уклад.: Д.В. Ткач, В.Я. Грабовський, О.В. Климов, А.В. Джус. Запоріжжя : НУ "Запорізька політехніка», 2025. 35 с.

Методичні вказівки з підготовки та оформлення кваліфікаційної роботи містять рекомендації щодо вибору теми роботи, порядку її затвердження, наукового керівництва, підходи до виконання, вимоги до обсягу, структури та змісту, оформлення та захисту.

Укладачі: Дар'я ТКАЧ, к.т.н., доцент
Володимир ГРАБОВСЬКИЙ, к.т.н., доцент
Олександр КЛИМОВ, к.т.н., доцент
Анна ДЖУС, старший викладач

Рецензент: Олександр ГЛОТКА, к.т.н., доцент

Затверджено
на засіданні кафедри «Фізичне матеріалознавство»,
протокол №10 від 14.05.2025 р.

Затверджено
науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету,
протокол № 10 від 10.06.2025 р.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	4
1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	8
2 ТЕМАТИКА, СКЛАД ТА ОБСЯГ РОБОТИ	8
2.1 Спрямування роботи	8
2.2 Матеріали й технології, що можуть досліджуватися	9
2.3 Склад пояснювальної записки (ПЗ) та обсяг	9
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ	10
4 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ Й ОФОРМЛЕННЯ	11
5 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ СТРУКТУРНИХ ЧАСТИН	21
5.1 Аналітичний огляд науково-технічної літератури	21
5.2 Матеріали та методи дослідження	22
5.3 Результати досліджень та їх обговорення	22
5.4 Розробка та обґрунтування технологічних рішень	23
5.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	23
5.6 Економіко-організаційна частина	24
5.7 Висновки	24
5.8 Перелік джерел та додатки	25
6 ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАХИСТ	27
7 АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ	27
8 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКА ГОТОВНОСТІ	28
ЛІТЕРАТУРА	28

ВСТУП

Кваліфікаційна робота є обов'язковим елементом навчального процесу з підготовки здобувача вищої освіти в Університеті. Підготовка та захист кваліфікаційної роботи – це завершальний етап навчання студентів, який надає право на здобуття другого (магістерського) освітнього рівня за спеціальністю G8 «Матеріалознавство», освітньої програми «Матеріалознавство та термічна обробка металів». Кваліфікаційна робота є самостійним завершеним науковим дослідженням, що виконується під керівництвом професора або доцента кафедри фізичного матеріалознавства.

Кваліфікаційна робота є завершеним індивідуальним дослідженням або дослідницько-технологічною розробкою, що демонструє здатність здобувача застосовувати сучасні знання з матеріалознавства для розв'язання складних фахових завдань. Робота має характеризуватися логічним зв'язком між постановкою проблеми, вибором матеріалу і методів, одержанням або аналізом результатів та формуванням висновків.

Матеріалознавчий підхід передбачає встановлення або обґрунтування взаємозв'язків «склад – технологія одержання/оброблення – структура – властивості – експлуатаційні характеристики». Залежно від теми ці взаємозв'язки можуть досліджуватися експериментальними, аналітичними, розрахунковими, статистичними та модельними методами.

Методичні вказівки визначають принципи і вимоги до написання кваліфікаційної роботи, які є обов'язковими для кожного студента. Вони включають єдині вимоги до змісту, структури та обсягу кваліфікаційної роботи, визначають порядок вибору і затвердження теми кваліфікаційної роботи, організацію її виконання і захисту.

Тему кваліфікаційної роботи студент обирає на підставі запропонованої кафедрою тематики, яка відповідає науково-дослідній роботі, а також виходячи з проблем підприємства – бази переддипломної практики та отриманих замовлень з проведення проєктних, аналітичних, розрахункових й інших видів робіт, актуальних для цього підприємства (організації, установи), власних наукових напрацювань і пріоритетів. Здобувач освіти має право

запропонувати свою тему кваліфікаційної роботи з необхідним обґрунтуванням доцільності її розробки і можливості виконання. Обирати тему без погодження з кафедрою не дозволяється. Тематику кваліфікаційних робіт щорічно коригують із урахуванням набутого на кафедрі досвіду, побажань фахівців, які беруть участь у рецензуванні робіт, стейкхолдерів тощо.

У кваліфікаційній роботі можуть висвітлюватися задачі, пов'язані не лише зі сталями та жароміцними сплавами, а й кольоровими металами та сплавами, композиційними та порошковими матеріалами, функціональними матеріалами, виробами, отриманими за допомогою адитивних та комбінованих технологій.

Кваліфікаційна робота магістра виконується здобувачем освіти самостійно та має бути завершеним науково-дослідницьким або науково-прикладним дослідженням у сфері матеріалознавства, термічної та хіміко-термічної обробки металів і сплавів, структурування, властивостей та експлуатаційної надійності матеріалів і виробів.

Завдання на кваліфікаційну роботу формулює науковий керівник, який призначається кафедрою фізичного матеріалознавства. Науковий керівник здійснює науково-методичний супровід виконання роботи, погоджує її структуру, план дослідження, інтерпретацію отриманих результатів та остаточний варіант тексту, однак не виконує дослідження замість здобувача освіти.

У процесі підготовки кваліфікаційної роботи здобувач освіти зобов'язаний дотримуватися таких вимог:

- робота виконується державною мовою. У виняткових випадках, зокрема для іноземних здобувачів освіти з недостатнім рівнем володіння державною мовою, за заявою на ім'я декана факультету та за погодженням із завідувачем кафедри може бути надано дозвіл на виконання роботи іншою мовою;

- тема роботи має бути актуальною, відповідати сучасному стану та перспективам розвитку матеріалознавства, термічної обробки металів, а також практичним потребам промисловості, наукових установ і галузі;

- дослідження має бути об'єктивним, відтворюваним і базуватися на коректному використанні наукової, технічної, нормативної та експериментальної інформації;

- у роботі необхідно висвітлити сучасний стан, основні наукові підходи, досягнення вітчизняних і зарубіжних дослідників, а також передовий досвід у відповідній галузі;

- слід чітко сформулювати об’єкт, предмет, мету, завдання, наукову проблему та методи дослідження;

- потрібно здійснити критичний аналіз рівня наукової розробленості обраної теми та обґрунтувати необхідність власного дослідження;

- робота повинна мати логічно обґрунтовану структуру, послідовну рубрикацію, узгодженість розділів, підрозділів, висновків і додатків;

- фактичний матеріал, зокрема результати металографічних, механічних, електрохімічних, корозійних, термічних та інших досліджень, має відповідати методологічним нормам і правилам наукової достовірності;

- висновки та практичні рекомендації мають бути обґрунтованими, конкретними та випливати з отриманих результатів;

- у магістерській кваліфікаційній роботі слід навести відомості щодо можливого або фактичного практичного застосування отриманих автором наукових результатів, зокрема під час розроблення, вибору чи оптимізації матеріалів, технологій термічної або хіміко-термічної обробки, оцінювання експлуатаційних властивостей виробів;

- текст має бути викладений грамотно, логічно, стилістично витримано, без орфографічних, пунктуаційних і термінологічних помилок;

- робота має відповідати вимогам чинних державних, міждержавних та міжнародних стандартів, а також вимогам наукового стилю викладу;

- виконання роботи має здійснюватися відповідно до затвердженого графіка та в строки, встановлені навчальним планом.

Академічна доброчесність. Під час написання кваліфікаційної роботи здобувач освіти зобов’язаний посилатися на автора та джерело, з якого запозичено текст, ідеї, дані, схеми, таблиці, графічні матеріали або окремі результати досліджень. Усі запозичені фрагменти мають бути коректно оформлені відповідно до вимог цитування та списку використаних джерел.

Кваліфікаційна робота не повинна містити академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації даних, а також свідомого порушення авторських прав вітчизняних або зарубіжних науковців. У разі виявлення таких порушень робота знімається з розгляду, а здобувач освіти притягається до відповідальності згідно з чинним законодавством та внутрішніми нормативними документами університету.

Рекомендується відображати основні положення кваліфікаційної роботи в доповідях на наукових конференціях, семінарах, симпозіумах, у наукових публікаціях або виступах. Така апробація результатів підвищує їх наукову та практичну значущість і позитивно оцінюється під час захисту.

Етапи підготовки. Підготовка кваліфікаційної роботи умовно поділяється на такі етапи:

- установча лекція або факультативний курс із методики підготовки кваліфікаційної роботи;
- вибір, формулювання та затвердження теми кваліфікаційної роботи;
- пошук, добір і критичне опрацювання наукової, технічної, нормативної та довідкової літератури за темою дослідження;
- розроблення концепції, структури та плану кваліфікаційної роботи з погодженням їх із науковим керівником і завідувачем кафедри;
- складання індивідуального плану-графіка виконання роботи на весь період її підготовки;
- проведення теоретичних, розрахункових та експериментальних досліджень, оброблення й інтерпретація отриманих результатів;
- написання тексту кваліфікаційної роботи, оформлення ілюстративного матеріалу, таблиць, додатків, списку використаних джерел;
- перевірка роботи на дотримання вимог академічної доброчесності та усунення виявлених зауважень;
- подання кваліфікаційної роботи в електронному вигляді на розгляд гаранту та завідувачу кафедри;
- рецензування кваліфікаційної роботи;
- підготовка відгуку наукового керівника;
- кваліфікаційна робота повинна бути підписана кваліфікованим електронним підписом, оприлюднена в інституційному репозиторії

НУ «Запорізька політехніка» до її захисту у машинозчитувальному форматі, на постійній основі, з наданням вільного доступу до неї без проходження автентифікації;

- попередній захист або обговорення роботи на кафедрі за потреби;

- публічний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Мета роботи – самостійне розв'язання актуальної наукової, інженерної або науково-технологічної проблеми з використанням матеріалознавчих методів, критичного аналізу літератури й обґрунтування отриманих результатів.

Здобувач повинен продемонструвати здатність формулювати мету й завдання; визначати об'єкт і предмет дослідження; обґрунтовувати вибір матеріалів і методик; аналізувати похибки та обмеження даних; встановлювати закономірності структуроутворення; порівнювати альтернативні технологічні рішення; формулювати практичні рекомендації та аргументовано представляти результати.

Наукова новизна і практичне значення описуються відповідно до фактично одержаних результатів.

2 ТЕМАТИКА, СКЛАД ТА ОБСЯГ РОБОТИ

2.1 Спрямування роботи

За характером завдань робота може бути: (а) дослідницькою – з переважанням аналізу складу, структури, фазових перетворень і властивостей; (б) дослідницько-технологічною – з поєднанням дослідження та розробки чи оптимізації технологічного процесу; (в) – технологічною з науково обґрунтованими елементами дослідження, порівняльного аналізу, моделювання або валідації технологічних параметрів.

Проєктна й конструкторська складові включаються тільки тоді, коли цього потребує мета роботи. Вони не є обов'язковими окремими розділами для всіх тем.

2.2 Матеріали й технології, що можуть досліджуватися

1. Чорні метали і сплави: конструкційні, інструментальні, корозійностійкі, жароміцні та зносостійкі сталі, чавуни, спеціальні залізовмісні сплави.

2. Кольорові метали та сплави: алюмінієві, магнієві, титанові, мідні, нікелеві, кобальтові, цинкові та інші системи, зокрема багатокомпонентні й високоентропійні сплави.

3. Композиційні матеріали: металоматричні, полімерматричні, керамоматричні, волокнисті, дисперснозміцнені, шаруваті й гібридні композиції; біо- та функціональні композити.

4. Порошкові, пористі, аморфні, наноструктуровані матеріали, покриття та поверхнево модифіковані шари.

5. Адитивне виробництво: пошарове сплавлення порошкового шару лазером або електронним пучком (PBF-LB/PBF-EB), спрямоване енергетичне осадження (DED), струменеве нанесення зв'язувального (binder jetting), екструзія матеріалу та інші способи, придатні для конкретного класу матеріалів.

6. Комбіновані технології: лиття, деформування, зварювання, наплавлення, термічна та хіміко-термічна обробка, гаряче ізостатичне пресування, спікання й фінішне оброблення, у тому числі після адитивного виготовлення.

Наведений перелік є відкритим. Вибір матеріалу і способу виробництва має відповідати темі, доступним методам дослідження, вимогам безпеки та очікуваним результатам.

2.3 Склад пояснювальної записки (ПЗ) та обсяг

Рекомендована структура: титульний аркуш; завдання; реферат; перелік скорочень (за потреби); зміст; вступ; розділ 1 «Аналітичний огляд»; розділ 2 «Матеріали та методи дослідження»; розділ 3 «Результати досліджень та їх обговорення» або «Розробка та обґрунтування технологічних рішень»; розділ «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»; «Економіко-організаційна частина»; висновки; перелік джерел посилання; додатки.

Назви, деталізація й порядок спеціальних розділів узгоджуються з керівником і консультантами. Обсяг основного тексту

рекомендовано встановлювати в межах 60–100 сторінок; фактичне відхилення допускається за рішенням кафедри, якщо робота має необхідну повноту. Таблиця орієнтовного розподілу має рекомендаційний характер.

Графічні матеріали для захисту рекомендується представляти електронною презентацією. Креслення, плакати і великоформатні схеми додаються лише за потреби та відповідно до завдання.

Таблиця 2.1 – Орієнтовний розподіл обсягу кваліфікаційної роботи

Частина	Орієнтовний обсяг
Вступ	1–3 стор.
Аналітичний огляд	15–25 стор.
Матеріали та методи	5–15 стор.
Основний дослідницький / технологічний розділ	15–30 стор.
Охорона праці та безпека в НС	8–15 стор.
Економіко-організаційна частина	8–15 стор.
Висновки	1–3 стор.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ

До переддипломної практики і дипломування допускаються студенти, котрі не мають академічних заборгованостей. Рішення щодо цього приймає випускова кафедра.

Переддипломна практика, виконання дипломної роботи та захист дипломної роботи перед екзаменаційною комісією (ЕК) – це ланки заключних навчальних навантажень студентів. Завдання на переддипломну практику видається студенту перед початком практики. В ньому відображаються: тема роботи, вхідні дані; складові основної частини пояснювальної записки; зміст графічної частини.

Тему кваліфікаційної роботи погоджують із керівником, розглядають на кафедрі та затверджують у встановленому університетом порядку. Здобувач може запропонувати власну тему з обґрунтуванням її актуальності, наукової або прикладної цінності та можливості виконання. Остаточно тема дипломної роботи затверджується наказом ректора університету.

Після затвердження теми складають індивідуальне завдання і календарний план, що охоплює аналітичний пошук, підготовку матеріалів, виконання експерименту або моделювання, опрацювання результатів, написання розділів, підготовку презентації, перевірку академічної доброчесності та процедури допуску до захисту.

Здобувач відповідає за достовірність результатів, збереження даних, коректне оформлення посилань та своєчасне подання матеріалів. Керівник консультує щодо постановки завдань, логіки досліджень, аналізу результатів і дотримання графіка. Консультанти відповідають за фахові рекомендації щодо визначених їм розділів.

Терміни виконання, форми підписання документів, порядок рецензування, попереднього захисту й подання електронного примірника визначаються чинними локальними документами університету та календарем навчального процесу відповідного року.

4 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ Й ОФОРМЛЕННЯ

Пояснювальну записку оформлюють згідно з чинними вимогами університету та відповідними стандартами оформлення текстових документів, а саме за вимогами ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.

Під час виконання кваліфікаційної роботи необхідно дотримуватись рівномірної щільності, контрастності й чіткості зображення упродовж усієї роботи. У роботі мають бути чіткі, не розпливчасті лінії, літери, цифри та інші знаки. Всі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути чорного кольору.

Пошкодження аркушів, помарки і сліди неповністю видаленого попереднього тексту в роботі не допускаються.

Прізвища, назви установ, організацій та інші власні назви у роботі наводять мовою оригіналу.

Скорочення слів і словосполучень у магістерській роботі слід використовувати відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи. Структурні елементи «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ» не нумерують, а їхні назви подаються за заголовками цих елементів.

Розділи, підрозділи й пункти повинні мати заголовки.

Кожну структурну частину кваліфікаційної роботи потрібно розпочинати з нової сторінки.

До загального обсягу кваліфікаційної роботи не входять додатки, перелік використаних джерел, таблиці та рисунки, які повністю займають площу сторінки. Але при цьому, всі сторінки зазначених елементів підлягають нумерації на загальних засадах.

Сторінки нумеруються арабськими цифрами. Першою сторінкою кваліфікаційної роботи вважається титульний аркуш, який включається до загальної нумерації сторінок, другою – завдання до роботи, але номери на них не проставляються. Сторінки, починаючи зі вступу (!) нумерують у правому верхньому куті аркуша без крапки в кінці, шрифт Times New Roman 12-го розміру.

Заголовки структурних елементів кваліфікаційної роботи і заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка й друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи. Заголовки підрозділів і пунктів слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту кваліфікаційної роботи і дорівнювати п’яти знакам.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається.

Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути в два рядки. Відстань між основами рядків заголовку, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, пункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщений тільки один рядок тексту (!).

Оформлення тексту, ілюстрацій і таблиць повинно відповідати вимогам цих методичних вказівок з урахуванням можливостей комп’ютерної техніки.

Текст має бути науковим і логічним, із послідовною нумерацією розділів, таблиць, рисунків, формул та бібліографічних посилань. Потрібно використовувати одиниці SI, коректну металознавчу термінологію, позначати масштаб мікроструктур, умови випробувань,

кількість повторів і за можливості невизначеність або розкид результатів.

Рубрикація і посилання на рубрики. У кваліфікаційній роботі рекомендується застосовувати індексаційну рубрикацію з цифровими номерами, що містять в усіх ступенях, окрім 1-го, номер як своєї рубрики, так і рубрик, яким він підпорядкований: 1; 1.1 і т. д. Бажано, щоб число номерів в індексі не перевищувало двох.

Заголовки 1-го ступеня (основні) виконуються прописними буквами в середині рядка; заголовки 2-го ступеня – рядковими буквами, окрім першої прописної, з абзацного відступу. Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту.

У заголовках рубрикацій, винесених окремим рядком, крапка не ставиться (якщо заголовок складається з декількох речень, то крапка не ставиться у кінці останнього), не допускаються перенесення в словах, а також відрив прийменника або сполучника від слова, що відноситься до нього. Якщо заголовок складається з двох речень, їх розділяють крапкою.

Текст роботи ділиться на розділи, підрозділи, пункти. Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті роботи і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3 і т.д.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 і т.д. (додаток Е).

Текст набирається з дотриманням таких правил:

- не допускається автонумерація в розділах, підрозділах, пунктах (набирається вручну);
- не допускається два і більше пробілів між символами;
- при наборі повинні відрізнятися дефіс (розділяє слово на частини) та тире;
- використовуються лапки «ялинки», а не "лапки";
- після ініціалів (перед прізвищем), перед скороченнями і між ними ставиться нерозривний пробіл (Ctrl + Shift + пробіл).

Правила скорочень слів і словосполучень встановлюються ДСТУ 3582:2013 «Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила». В роботі допускається вживання без розшифровки тільки загальноприйнятих скорочень (наприклад, т.д.). Усі використані в

роботі малопоширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни пояснюють в переліку, який розташовують безпосередньо після змісту на новій сторінці. Незалежно від цього, при першій появі цих елементів в тексті роботи приводять їх розшифровку. Форма скорочень протягом усієї роботи має бути однакова.

Оформлення фізичних величин.

В роботі слід застосовувати тільки одиниці фізичних величин системи СІ (Міжнародної системи одиниць). Найменування, позначення і правила застосування фізичних величин повинні відповідати ДСТУ 3651.1-97 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення».

Для кожної фізичної величини застосовується одне (основне) умовне буквене позначення. В роботі не можна застосовувати одні й ті ж букви для умовного позначення різних величин або різні літери – для позначення однієї і тієї ж величини.

Українські найменування одиниць фізичних величин набирають малими літерами прямим шрифтом (100 м), а одиниць, названих на честь вчених, – прямим шрифтом з великої літери, якщо найменування цієї одиниці вказується при цифрі, тобто у скороченій формі (1 Вт); без цифрового значення всі одиниці слід писати повністю і з малої літери (кілька ватт).

Одиниці, що утворюють добуток, з'єднуються дефісом; з'єднання за допомогою голосних «о» та «е» не допускається: кілограм-метр (**не** кілограмометр).

При необхідності утворення кратних і часткових одиниць використовуються приставки, що пишуться злито з вихідною одиницею: нанометр. Позначення приставок пишуться з малої або великої літери залежно від правила написання приставки: кОм, ГПа, МВт.

Між останньою цифрою числа і позначенням одиниці слід залишати нерозривний пробіл (Ctrl + Shift + пробіл), у тому числі перед °С і %: 20 °С; 78 %. Крапка наприкінці скорочених позначень одиниць не ставиться, за винятком скорочень слів, які не є самостійними одиницями: 72 мм вод. ст.

Позначення фізичних величин не можна відривати від цифрової форми їхніх значень, тобто не можна переносити на наступний рядок.

Числові значення з допуском або з граничними відхиленнями при поєднанні з позначенням одиниці фізичної величини потрібно укласти в дужки, або позначення одиниці поставити і після числового значення і після допуску або граничного відхилення: (10 ± 0,1) мм; 10 мм ± 0,1 мм.

При інтервалі і переліку числових значень однієї фізичної величини позначення одиниці фізичної величини ставлять тільки після завершальній цифри: від 50 до 100 м; 50 – 100 м; дошки довжиною 5, 10, 15 м.

Не допускається розміщення позначень одиниць фізичних величин в одному рядку з формулами, що виражають залежності між величинами, або між числовими значеннями, представленими в буквеній формі.

Дозволяється ставити позначення одиниць в поясненнях величин до формул:

$$v = S/t,$$

де v – швидкість, м/с;
S – шлях, м;
t – час, с.

Буквені позначення одиниць, що входять до добутку, слід відокремлювати крапками на середній лінії, як знаки множення: Н·м; А·м. У буквених позначеннях відносин одиниць як знак ділення повинна застосовуватися тільки одна лінія: похила або горизонтальна. При перенесенні похилої риси в знаменнику позначення одиниць беруться в дужки: Вт/(м^2·К).

Згідно з принципом однаковості одиниця фізичної величини конкретного параметру в межах усієї роботи має бути незмінною.

Оформлення формул.

Нумерація формул проводиться в межах розділу, до якого вони належать. Порядковий номер ставиться праворуч від формули в дужках. Перша цифра позначає номер розділу, друга – номер формули, наприклад, (1.2) (друга формула першого розділу). При посиланні в тексті на формулу необхідно вказувати її повний номер в дужках, наприклад: «за формулою (3.1)». Експлікація значень символів і числових коефіцієнтів проводиться безпосередньо під

формулою в тій послідовності, в якій вони подані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта подаються з нового рядка.

Набір формул має бути однаковим для всього тексту щодо застосування шрифтів і знаків. У програмі Microsoft Word для набору формул передбачений спеціальний модуль, який необхідно використовувати для набору формул (Вставка → Об'єкт → Microsoft Equation 3.0). Вставка формул в текст у вигляді картинок не допускається.

Відстань між текстом і формулою — 1 рядок.

Якщо формула набирається у текстовому редакторі, знаки математичних дій і відношень (+, –, ×, %, /, = і т.і.) відбиваються від суміжних символів і чисел фіксованим пропуском (Ctrl + Shift + пробіл), а знаки додатного або від'ємного значення величин набираються злито з подальшим числом.

Перенесення в формулах допускається робити, в першу чергу, на знаках відношень (=, ≈, <, > та ін.), в другу чергу – на знаку множення у вигляді похилого хреста (×), в останню – на знаках додавання або віднімання (+, –). Перенесення на знаку ділення не допускається. Математичний знак, за яким розривається формула при перенесенні, обов'язково має бути повторений на початку другого рядка. Під час перенесення формул не можна відокремлювати індекси й показники ступеня від символів, до яких вони належать. Під час перенесення не можна розділяти особливо тісно пов'язані між собою елементи формули — дроби, а також вирази, що стосуються знака радикала, інтеграла чи суми.

Невеликі формули, що не мають самостійного значення, набираються в тексті. Найбільш важливі формули, усі нумеровані формули, а також довгі й громіздкі формули, що містять знаки підсумовування, добутку тощо, набирають окремими рядками.

Нумерувати слід найбільш важливі формули, на які є посилання в подальшому тексті.

Формули включаються до речення як його рівноправний елемент, тому наприкінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Номер формул пишеться в круглих дужках і вирівнюється за правим краєм. Номер, що не вміщається в рядку формули, розташовують у наступному рядку нижче формули. Місце номера при перенесенні формули – на рівні останнього рядка. Кілька невеликих

формул, що складають єдину групу, поміщають в один рядок і об'єднують одним номером. Для нумерації групи формул, розміщених окремими рядками, праворуч від цієї групи ставлять фігурні дужки, що охоплюють по висоті всі формули (не плутати зі знаком системи, який ставиться з лівого боку формул). За відсутності фігурної дужки номер також поміщають навпроти середини групи формул. Якщо формула являє собою дріб, номер набирається на рівні горизонтальної риси ділення. В індексаційних номерах спочатку арабськими цифрами вказується номер розділу роботи, потім (після крапки) — порядковий номер формули в цьому розділі.

Формули, що розміщені одна за одною і не розділені текстом, відокремлюють комою або крапкою з комою. Зазначені знаки пунктуації вміщують безпосередньо за формулами до їхніх номерів. Знаки між формулами при парантезі ставлять всередині парантеза.

Двокрапку перед формулами ставлять:

а) після узагальнюючого слова;

б) якщо цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна під одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Послідовність розшифровки літерних позначень (експлікації) повинна відповідати послідовності їх розташування у формулі. Після формули перед експлікацією ставлять кому, потім через рядок з абзацним відступом набирають слово «де» (без двокрапки), за ним — позначення першої величини, після тире — її розшифровку, і далі через кому — одиницю виміру. Наприкінці кожного елемента розшифровки ставлять крапку з комою, а в кінці останнього – крапку. Пояснення значення кожного елемента слід розташовувати з нового рядка з абзацу.

Якщо права частина формули є дробом, то спочатку пояснюють позначення величин, поміщених у чисельнику, в тому ж порядку, що й у формулі, а потім – у знаменнику. Елементи експлікації рекомендується розташовувати в підбір (підряд). Рекомендується уникати при позначенні дроби знак /.

У формулах допускається використовувати всі види дужок – круглі, квадратні і фігурні.

Знак кореня повинен охоплювати всі елементи підкореневого виразу. При написанні багаторядкових дробів основна лінія повинна бути довше ліній інших дробів, що входять в дану формулу.

Основним знаком множення є точка на середній лінії. Вона ставиться:

а) між числовими співмножниками: 20 · 75;

б) для виділення будь-якого множника: 2 · 3xyz;

в) для запису скалярного добутку векторів: a · b;

г) між аргументом тригонометричної функції та літерним позначенням:

a · cos(x) · b · sin(y);

д) між знаком радикала (інтеграла, логарифма) і співмножником.

Крапка як знак множення не ставиться:

а) між числом і літерними символами: 5ab;

б) перед дужками і після них: (b + c)(a – d).

Похилений хрест як знак множення ставлять:

а) при вказівці розмірів: 4,5 × 3 м;

б) при записі векторного добутку: a × b;

в) при перенесенні формули на знаку множення: y = (x + 2) ×
× (x + 5) 8.

Багатокрапка застосовується при пропуску членів у ряді підсумовування, віднімання або рівності. При цьому знаки операції ставляться і перед багатокрапкою і після неї:

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = b_0 + b_1 x_1 + \ldots + b_n x_n.$$

При наборі формул використовується розмір шрифту основного тексту, крупний індекс на два кегля менший від кеглю основного тексту, а дрібний індекс на 4 кегля менше від основного.

Оформлення таблиць.

Розміщувати таблицю слід після першого посилання за неї в тексті, але не пізніше наступної сторінки, причому так, щоб вона читалася без повороту аркуша або з поворотом за годинниковою стрілкою.

Таблиця розташовується за центром сторінки. Відстань між текстом та назвою таблиці, назвою та самою таблицею, таблицею та текстом – 1 рядок.

Посилання на таблицю повинно органічно входити в текст, а не виділятися в самостійну фразу, що повторює тематичний заголовок таблиці.

Таблиці нумеруються двома числами, наприклад: Таблиця 1.2, що означає друга таблиця першого розділу. Посилання в тексті на таблицю дається наступним чином (див. табл. 1.2 або дані представлені в табл. 2.6).

Якщо в тексті таблиця єдина, їй також присвоюється номер згідно перерахованим вище вимогам.

Нумераційний заголовок (Таблиця 1.2) та назва таблиці розташовується зліва над першою частиною таблиці з абзацного відступу, вирівнювання тексту заголовку за шириною, крапку наприкінці не ставлять.

Таблиця 1.2 – Заголовок таблиці

Головка	Заголовки граф		Заголовки граф	
Боковик (строки)				

Зазвичай таблиця складається з наступних елементів:

- порядковий номер і тематичний заголовок;
- боковик;
- заголовки вертикальних граф (головка);
- горизонтальні та вертикальні графи (основна частина).

Заголовки граф і рядків слід писати з великої літери, а підзаголовки граф – з малої літери, якщо вони становлять одне речення із заголовком. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять.

Таблиці за контуром обмежують лініями. Розділяти заголовки і підзаголовки боковика і граф діагональними лініями не допускається.

При перенесенні таблиці на наступну сторінку в кожній частині таблиці повторюють її головку і боковик. Допускається головку або боковик заміняти відповідно номерами граф чи рядків. Слово «Таблиця__» вказують один раз над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть «Продовження табл. ___». **Увага!**

Таблиці, що розміщуються на трьох і більше сторінках, рекомендовано виносити в додатки, щоб не обтяжувати текст кваліфікаційної роботи.

Ілюстративний матеріал.

Кожна ілюстрація (рисунок) повинна відповідати тексту, а текст – ілюстрації. Всі ілюстрації повинні бути пронумеровані.

Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Ілюстрації (фотографії, креслення, схеми, графіки, карти) і таблиці подаються в роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці зверху.

Посилання на рисунок складається: з умовної назви і порядкового номера з необхідним контекстом, оборотом мови: наприклад: «Як видно з рис. 3.3». Можна робити посилання в круглих дужках: (рис. 1.5). Виняток складають ілюстрації, що подані у додатках, наприклад, «на рис. А2 (додаток А)» – другий рисунок додатку А.

Скорочення «див.» використовується при повторному посиланні на рисунок. Наприклад: (див. рис. 2.4).

Рисунок необхідно поміщати на тій же смузі або на розвороті, що і посилання на нього.

Ілюстрація позначається словом «Рисунок __», яке разом з назвою ілюстрації поміщають після пояснювальних даних (підрисунковий текст), з абзацу, наприкінці назви крапку не ставлять (див. приклад).

Відстань між текстом та рисунком, назвою рисунка та самим рисунком, назвою та текстом – 1 рядок.

Реферат подає обсяг роботи, кількість ілюстрацій, таблиць, джерел, ключові слова, мету, об’єкт і предмет, методи, основні результати та практичне значення. **Вступ** містить актуальність, зв’язок із науковою або виробничою проблемою, мету, завдання, об’єкт, предмет і короткий опис використаних підходів.

Зміст **основної частини** детально викладено в розділі 5.

У **висновках** потрібно формулювати результати, співвіднесені із завданнями. Перевага надається кількісно підтвердженим результатам, конкретним закономірностям, визначеним параметрам оброблення та обґрунтованим межам застосування.

Перелік посилань повинен включати методичну, довідкову, навчальну, науково-технічну, в тому числі і періодичну, літературу, використані студентом стандарти тощо.

Після завершення роботи над пояснювальною запискою та графічною частиною дипломну роботу надають для перевірки та підписів керівнику роботи, консультантам, нормо-контролеру та для затвердження завідувачу кафедри. Студенти після затвердження дипломної роботи отримують направлення на зовнішнє рецензування і надають рецензентам можливість ознайомитись зі змістом ПЗ та ГЧ кваліфікаційної роботи. Рецензенти – провідні фахівці-матеріалознавці, науковці, які працюють в університетах, науково-дослідних інститутах, на підприємствах. За результатами вивчення ПЗ, ГЧ кваліфікаційні роботи і співбесіди зі студентами фахівець пише рецензію. Оцінка кваліфікаційної роботи і рішення про присвоєння кваліфікації магістра зі спеціальності «Матеріалознавство» приймається за результатами навчання, захисту кваліфікаційної роботи, з урахуванням відгуку керівника роботи та рецензії на роботу.

5 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ СТРУКТУРНИХ ЧАСТИН

5.1 Аналітичний огляд науково-технічної літератури

Аналітичний огляд не повинен бути механічним переказом підручників. Він має містити порівняльний аналіз сучасних наукових публікацій, монографій, стандартів, патентів і результатів попередніх досліджень за темою. Рекомендовано описати умови експлуатації, вимоги до матеріалу, діапазони складу, структуру, механізми зміцнення, наявні методи одержання та оброблення, переваги й обмеження відомих рішень.

Для адитивно виготовлених матеріалів доцільно аналізувати тип і властивості вихідного матеріалу (зокрема порошку чи дроту), параметри друку, текстуру та анізотропію, пористість і типові дефекти, залишкові напруження, післяпроцесну обробку та її вплив на властивості. Для композитів — характеристики матриці, армувальної фази, межі поділу, спосіб формування та механізми руйнування.

Наприкінці розділу формулюють наукову або технологічну проблему, невирішені питання та обґрунтовують завдання

дослідження. Віддавати перевагу актуальним джерелам, не виключаючи фундаментальних робіт, необхідних для пояснення закономірностей.

5.2 Матеріали та методи дослідження

Розділ повинен забезпечувати відтворюваність описаних методів. Наводять марку або систему матеріалу, хімічний склад (із вказівкою походження даних), технологію одержання, стан постачання, кількість і геометрію зразків, способи підготовки поверхні та режими оброблення. Зазначають марки обладнання, суттєві параметри його роботи, методики та стандарти випробувань.

Для експериментальних робіт описують металографію, електронну мікроскопію, спектральні й рентгеноструктурні методи, механічні, корозійні, трибологічні, теплофізичні або інші випробування відповідно до завдання. За наявності подають план експерименту, число повторів, методи обробки зображень, розрахунок похибок і статистичну обробку.

Для аналітичних і розрахункових робіт чітко вказують джерела вихідних даних, застосовані математичні моделі, алгоритми, програмне забезпечення та способи перевірки достовірності розрахунків. Дані з джерел не дозволяється називати результатами власного експерименту.

Для адитивних технологій за можливості зазначають технологічний процес, тип установки, вихідний порошок/дріт/інший матеріал, товщину шару, орієнтацію побудови, ключові енергетичні та швидкісні параметри, захисне середовище, постобробку та методи оцінювання дефектності. Для композиційних матеріалів описують тип матриці, армування, об’ємну/масову частку компонентів, параметри консолідації та методи дослідження міжфазної взаємодії.

5.3 Результати досліджень та їх обговорення

У дослідницькій роботі послідовно подають отримані експериментальні чи розрахункові результати, порівнюють їх за умовами досліджень, аналізують структурні, фазові й властивісні зміни, встановлюють причинно-наслідкові зв’язки та обмеження. Таблиці, мікроструктури, карти елементного складу, фазові діаграми й

графіки мають супроводжуватися поясненнями, а не лише загальними констатаціями.

Для аналізу властивостей доцільно використовувати базовий (контрольний) стан, інші режими оброблення або опубліковані дані. Визначення «оптимальний режим» має ґрунтуватися на встановлених критеріях оптимальності: потрібний комплекс властивостей, допустимі дефекти, енергоємність, собівартість, надійність тощо.

5.4 Розробка та обґрунтування технологічних рішень

За технологічного або комбінованого спрямування цей розділ може замінювати чи доповнювати п. 5.3. Слід описати вхідні вимоги до виробу й умов експлуатації, обґрунтувати вибір матеріалу, розробити послідовність операцій, визначити контрольовані параметри та критерії приймання, порівняти запропоноване рішення з альтернативними варіантами.

Для термічної та хіміко-термічної обробки можуть розглядатися маршрутна технологія, температурно-часові режими, середовища нагрівання й охолодження, контроль структури і твердості, можливі дефекти та заходи запобігання. Для адитивного виробництва – стратегія виготовлення, вибір технології й орієнтації, технологічні режими, термічна/механічна постобробка, видалення дефектів і підтвердження характеристик. Для композитів – спосіб армування, формування матриці, параметри консолідації, контроль пористості й міцності з’єднання фаз.

Проєктування термічної ділянки, окремого обладнання або пристосування допускається як самостійний підрозділ лише тоді, коли наявні вихідні дані, розрахунки й відповідний обсяг конструкторської розробки. Рекомендації щодо впровадження мають відрізнятися від фактів проведених промислових випробувань.

5.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

У цьому розділі оцінюють небезпечні та шкідливі чинники, безпосередньо пов’язані з тематикою роботи, обраними матеріалами, обладнанням і технологічними процесами; визначають організаційні й технічні засоби захисту та дії в аварійних ситуаціях. Склад розділу погоджується з відповідним консультантом.

Для адитивного виробництва можуть бути актуальними ризики роботи з металевими порошками, пиловими аерозолями, лазерними або електронно-променевими системами, інертними газами й нагрітими поверхнями. Для композитів — ризики поводження з армувальними волокнами, смолами, леткими компонентами й шліфувальним пилом. Конкретні заходи визначають за фактичними матеріалами й установками, без шаблонного перенесення неактуальних небезпек.

5.6 Економіко-організаційна частина

Зміст визначається темою і завданням консультанта та може охоплювати потребу в запропонованій розробці, потенційні сфери застосування, порівняння альтернатив, ресурсоємність і собівартість процесу, оцінювання економічного ефекту від підвищення довговічності, зменшення браку або скорочення витрат. При недостатності даних розрахунки подають у вигляді сценарної оцінки із чітко зазначеними припущеннями; не допускається видавати очікувану вигоду за підтверджений ефект.

Для адитивних технологій доцільно враховувати витрати матеріалу, коефіцієнт його використання, тривалість побудови, постобробку, контроль якості та кількість придатних деталей. Для композиційних матеріалів – вартість компонентів, технологічних операцій і потенційний ресурс виробу.

5.7 Висновки

Загальні висновки оформлюють стисло і нумерують за змістовими результатами. Кожен висновок повинен відповідати завданням роботи й містити фактичний результат, встановлену закономірність або обґрунтовану рекомендацію; за можливості – кількісні показники та умови їх отримання. Не потрібно дублювати вступ і перелік виконаних дій. Важливо також, щоб висновки та пропозиції випливали з всієї логіки дослідження, а не були запозиченими.

Висновки до кваліфікаційної роботи розміщують з нової сторінки, прописними буквами, посередині.

5.8 Перелік джерел та додатки

Під час написання кваліфікаційної роботи студент повинен давати посилання на автора і джерело, з якого він запозичує матеріали, цитує окремі положення або використовує результати, тому особливу увагу слід приділити переліку посилань. Перелік джерел, на які посилаються у кваліфікаційній роботі, наводиться у кінці тексту, починаючи з нової сторінки. До нього включають законодавчі та нормативні акти; використані роботи, вказуючи назву роботи, місце і рік видання; періодичні видання. У відповідних місцях тексту робляться посилання на використані джерела. Посилання в тексті роботи на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, у прямокутних дужках, наприклад, «… у роботі [1]…», «… автори робіт [7-11]…», «… як вважає автор роботи [4, с. 27]».

Перелік використаних джерел слід розміщувати в порядку першої згадки джерел в тексті за їх наскрізною нумерацією. У роботі слід використати не менш ніж 30 джерел, 80 % з яких повинні бути опубліковані за останні п’ять років. Бібліографічні описи в списку наводяться відповідно до діючих стандартів. Вони складаються на мові оригіналу, українською мовою не перекладаються.

Необхідно мати на увазі, що в переліку використаних джерел обов’язково вказуються джерела, на які автор посилався у кваліфікаційній роботі, а також та, на яку немає посилань, але її опрацювання допомогло авторові більш змістовно написати ті чи інші розділи.

За необхідності джерела, на які є посилання тільки в додатку, наводять у окремому переліку, який розташовують у кінці цього додатку.

Бібліографічний опис складають відповідно до чинних вимог університету та обраного в ньому стандарту.

Додатки – допоміжний матеріал, що має безпосереднє відношення до кваліфікаційної роботи. Він розміщується в кінці роботи, після «Висновків». В додатках розміщують громіздкі таблиці, технологічні карти, рисунки, схеми, розрахунки (їх доцільно виконувати з використанням обчислювальної техніки, зокрема, можливостей програмного продукту), звіти, копії документів,

інструкції/положення/правила, результати додаткових випробувань, розрахункові матеріали та креслення.

Кожний додаток має починатись з нової сторінки. Додаток має містити заголовок, надрукований з першої великої літери симетрично до тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово «Додаток» і велика літера – позначення додатку. Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Ґ, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, додаток А, додаток К.

Один додаток позначається як додаток А.

Від основного тексту додатка заголовок відділяється одним рядком.

Перед копіями звітності з підприємства розміщується аркуш, на якому зазначається позначення додатку та його назва.

Якщо зміст додатка не вмішується на одну сторінку, то на наступній сторінці у верхньому правому куті зазначається «Продовження додатку...».

Додатки повинні мати спільну з іншою рештою видання наскрізну нумерацію сторінок.

Текст кожного додатка за потреби може бути поділений на розділи й підрозділи, які нумерують у межах кожного додатка. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад, А.1 – перший розділ додатка А; Б.1.1 – підрозділ 1.1 додатка Б.

Ілюстрації, таблиці та формули, що розміщені в додатках, нумерують у межах кожного додатку, наприклад: рис. Д.2 – другий рисунок додатку Д; формула (А.1) – перша формула додатку А.

Якщо в додатку одна ілюстрація, одна таблиця, одна формула, їх нумерують, наприклад, рисунок А.1, таблиця А.1, формула (В.1).

В текстовій частині посилання на додатки є обов'язковим.

Один додаток у змісті позначають: «Додаток А. Назва додатка». Якщо у роботі декілька додатків, у змісті пишуть всі додатки без зазначення їх назви кожний на новому рядку:

Приклад:

Додатки 111
Додаток А 112
Додаток Б 115

Додаток В 116
Додаток Г 119

6 ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАХИСТ

Для публічного представлення роботи рекомендовано підготувати електронну презентацію орієнтовно на 8–15 змістових слайдів; остаточний обсяг визначають керівник і регламент захисту. Вона може містити постановку проблеми, мету і завдання, матеріали й методи, технологічну або структурно-логічну схему досліджень, мікроструктури, результати випробувань, порівняльні графіки та основні висновки.

Графічний матеріал повинен представлятися розбірливо, містити одиниці вимірювання, позначення складів і режимів, масштабні лінійки мікроструктур, а також інформацію про джерела запозичених зображень. Обов’язкове подання шести креслень формату А1 не пропонується для всіх робіт; креслення обов’язкові лише за наявності відповідного проєктного або конструкторського завдання.

До захисту подають роботу з необхідними погодженнями, висновками перевірок та рецензією згідно з чинним порядком університету. Захист проводиться перед екзаменаційною комісією. У доповіді потрібно виокремлювати внесок автора, нові результати і практичні рекомендації.

7 АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

У роботі обов’язково розмежовують власні експериментальні й розрахункові результати, дані наукової групи, матеріали підприємств і опубліковані результати інших авторів. Для запозичених зображень, мікроструктур, графіків, таблиць, програмного коду і схем вказують джерела та характер використання.

Не допускається фабрикація або фальсифікація даних, приховування невдалих вимірювань, довільне коригування ілюстрацій із метою створення бажаного ефекту та подання даних із чужих робіт як власних. Використання інструментів штучного інтелекту

здійснюється з дотриманням актуальних правил університету; автор відповідає за достовірність усіх тверджень, розрахунків і посилань.

8 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКА ГОТОВНОСТІ

Оцінювання магістерської кваліфікаційної роботи здійснюється з урахуванням актуальності обраної теми, обґрунтованості мети та завдань дослідження, відповідності застосованих методів поставленим завданням, достовірності й відтворюваності отриманих результатів, глибини матеріалознавчого аналізу, самостійності виконання роботи та особистого внеску здобувача. Важливими критеріями також є наукова та практична значущість отриманих результатів, обґрунтованість висновків і рекомендацій, дотримання вимог до оформлення текстових та графічних матеріалів, принципів академічної доброчесності, а також якість презентації й аргументованість відповідей під час захисту.

Перевірка готовності магістерської кваліфікаційної роботи передбачає оцінювання повноти виконання індивідуального завдання, відповідності змісту роботи затвердженій темі, наявності необхідних структурних розділів, належного оформлення звітних і графічних матеріалів та проходження встановлених процедур перевірки й погодження. Порядок допуску до захисту та підсумкового оцінювання визначається чинними нормативними документами НУ «Запорізька політехніка».

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

2. ДСТУ EN ISO 80000-1:2022 (EN ISO 80000-1:2013, IDT; ISO 80000-1:2009, IDT). Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення. [Чинний від 2023-12-31]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

1. Загальне матеріалознавство, конструкційні матеріали та механічні властивості

3. Холявко В. В., Владимирський І. А. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. 272 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62087

4. Яковенко І. Е., Пермяков О. А., Фесенко А. В. Технологічні основи машинобудування : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. 421 с. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/63054

5. Кондрашев П. В. Матеріалознавство. Конспект лекцій : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 98 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57993

6. Кондрашев П. В. Технологія конструкційних матеріалів. Конспект лекцій : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 174 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62086

7. Шаломєєв В. А., Глотка О. А., Лисиця О. В., Табунщик Г. В. Матеріалознавство виробів медичного призначення : навч. посіб. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 212 с.

8. Свідерський В. А., Миронюк О. В., Баклан Д. В. Експлуатаційна надійність конструкційних матеріалів : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 138 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/61769

9. Callister W. D., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. 10th ed. Wiley, 2018. 992 p. ISBN 978-1-119-40549-8.

10. Laughlin D. E., Hono K. (eds.). Physical Metallurgy. 5th ed. Elsevier, 2014. 3 vols. ISBN 978-0-444-53770-6.

11. Ashby M. F. Materials Selection in Mechanical Design. 6th ed. Elsevier, 2024. 600 p. ISBN 978-0-443-16028-8.

2. Металознавство сталей, фазові перетворення та термічна обробка

12. Krauss G. Steels: Processing, Structure, and Performance. 2nd ed. ASM International, 2015. 682 p. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.tb.spsp2.9781627082655

13. Dossett J. L., Totten G. E. (eds.). Steel Heat Treating Fundamentals and Processes. ASM Handbook. Vol. 4A. ASM International, 2013. 784 p. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v04a.9781627081658

14. Dossett J. L., Totten G. E. (eds.). Steel Heat Treating Technologies. ASM Handbook. Vol. 4B. ASM International, 2014. 528 p. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v04b.9781627081665

15. Dossett J. L., Totten G. E. (eds.). Heat Treating of Irons and Steels. ASM Handbook. Vol. 4D. ASM International, 2014. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v04d.9781627081689

16. Dossett J. L., Boyer H. E. Practical Heat Treating. 2nd ed. ASM International, 2006. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.tb.pht2.9781627082624

17. Rakhit A. K. Heat Treatment of Gears: A Practical Guide for Engineers. ASM International, 2000. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.tb.htgpge.9781627083478

18. Porter D. A., Easterling K. E., Sherif M. Y. Phase Transformations in Metals and Alloys. 4th ed. CRC Press, 2021. 578 p. ISBN 978-0-367-43034-4.

19. Okamoto H., Schlesinger M. E., Mueller E. M. (eds.). Alloy Phase Diagrams. ASM Handbook. Vol. 3. ASM International, 2016. 800 p. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v03.9781627081634

20. Hull D., Bacon D. J. Introduction to Dislocations. 5th ed. Butterworth-Heinemann, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/C2009-0-64358-0.

21. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Термічна обробка» (частина друга — «Технологія термічної обробки») для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / уклад.: І. М. Лазечний, В. Я. Грабовський, Ю. І. Кононенко, О. В. Лисиця, Д. А. Андріяненко. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. 86 с.

22. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проєкту з дисципліни «Теорія і технологія термічної обробки» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / уклад.: О. В. Климов, І. М. Лазечний, Ю. І. Кононенко. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 34 с.

23. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Наукові основи вибору матеріалів і технологій» для студентів

спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітніх програм «Прикладне матеріалознавство», «Термічна обробка» усіх форм навчання / уклад.: І. М. Лазечний, О. А. Глотка, Ю. І. Кононенко, Г. Г. Трикоз, О. В. Лисиця. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. 104 с.

24. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металографія» для студентів спеціальності G8 «Матеріалознавство» денної та заочної форм навчання / уклад.: Ю. І. Кононенко, Г. Г. Трикоз. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2026. 79 с.

3. Кольорові метали та сплави, композиційні матеріали, порошкова металургія й адитивні технології

25. Totten G. E. (ed.). Heat Treating of Nonferrous Alloys. ASM Handbook. Vol. 4E. ASM International, 2016. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v04e.9781627081696

26. Кольорові метали і сплави: Навчальний посібник /В. Л. Грешта, О. В. Климов, О. В. Лисиця, Л. П. Степанова. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. – 336 с.

27. Кольорові метали та сплави [текст]: Навчальний посібник /за заг.ред. З. Дурягіної; Нац.ун-т «Львівська політехніка». Львів: Вид-во Львів. Політехніка, 2017. – Ч.1: Мідь та мідні сплави / А. Богун [та ін.]. – 2017. – 122с.

28. Кольорові метали та сплави [текст]: підручник для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підготовки «Інженерне матеріалознавство» / В.П. Горбатенко, ДонНТУ, Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. – 300с.

29. Степанчук А. М., Руденький С. О., Тесля С. Ю. Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у дисперсному стані. Частина 1. Властивості порошків. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 55 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68978

30. Степанчук А. М., Руденький С. О. Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у дисперсному стані. Частина 2. Отримання порошків. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 84 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68979

31. Miracle D. B., Donaldson S. L. (eds.). Composites. ASM Handbook. Vol. 21. ASM International, 2001. 1201 p. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v21.9781627081955

32. Gibson I., Rosen D., Stucker B., Khorasani M. Additive Manufacturing Technologies. 3rd ed. Cham : Springer, 2021. 675 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-56127-7.

33. Савчук П. П., Кашицький В. П., Мельничук М. Д., Садова О. Л. Композитні та порошкові матеріали : навч. посіб. / за заг. ред. П. П. Савчука. Луцьк : ФОП Теліцин О. В., 2017. 368 с. ISBN 978-617-7070-88-6.

34. Дисперсні та композитні матеріали : метод. вказівки до лабораторних робіт / уклад.: О. Л. Садова, В. П. Кашицький. Луцьк : ЛНТУ, 2024. 56 с.

35. Шидловський М. С., Тимошенко О. В., Бондарець О. А., Мусієнко О. С. Конструкційні полімери та композиційні матеріали. Частина 1. Структура та характеристики : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025.

36. Шукаєв С. М., Пискунов С. О., Мусієнко О. С. Механіка композиційних матеріалів : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024.

4. Методи дослідження структури, планування експерименту та обробка результатів

37. Vander Voort G. F. (ed.). Metallography and Microstructures. ASM Handbook. Vol. 9. ASM International, 2004. 1184 p. DOI: https://doi.org/10.31399/asm.hb.v09.9781627081771

38. Cullity B. D., Stock S. R. Elements of X-Ray Diffraction. 3rd ed. New International ed. Harlow : Pearson Education, 2014.

39. Шолохов С. М., Самборський І. І., Головін Ю. О. Теоретичні основи планування експерименту та обробки експериментальних даних : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 159 с. URL: https://ela.kpi.ua/items/41dbd953-6980-4047-8961-d12dfac2f75c.

40. Подольський Р. В., Бабаченко О. І., Кононенко Г. А., Романова Н. С., Сафронова А. О., Клемешов Е. С. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та

термічній обробці металів та сплавів : метод. посіб. Дніпро : УДУНТ, 2022. 65 с.

41. Montgomery D. C. Introduction to Statistical Quality Control. 8th ed. Wiley, 2024. 768 p. ISBN 978-1-119-72309-7.

42. Ovrutsky A. M., Prokhoda A. S., Rasshchupkyna M. S. Computational Materials Science. Elsevier, 2018. ISBN 978-0-12-420143-9.

5. Нормативні документи на матеріали, їх склад, властивості та методи випробувань

43. ДСТУ EN 10088-1:2019. Сталі нержавкі. Частина 1. Перелік нержавких сталей (EN 10088-1:2014, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.

44. ДСТУ EN 10270-1:2022. Сталевий дріт для механічних пружин. Частина 1. Запатентований холоднотягнутий дріт із нелегованої пружинної сталі. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

45. ДСТУ EN 573-2:2022. Алюміній та алюмінієві сплави. Хімічний склад та форма кованих виробів. Частина 2. Система позначення на основі хімічних символів. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

46. ДСТУ EN 573-3:2022. Алюміній та алюмінієві сплави. Хімічний склад та форма кованих виробів. Частина 3. Хімічний склад та форма виробів. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

47. ДСТУ EN 1706:2022. Алюміній та алюмінієві сплави. Лиття. Хімічний склад і механічні властивості. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

48. ДСТУ EN 1982:2022. Мідь і мідні сплави. Злитки і виливки. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

49. ДСТУ EN ISO/ASTM 52900:2022. Адитивне виробництво. Загальні принципи. Основи та словник. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

50. ДСТУ EN ISO 6892-1:2022. Металеві матеріали. Випробування на розтягування. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури (EN ISO 6892-1:2019, IDT; ISO 6892-1:2019, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

51. ДСТУ EN ISO 9712:2022. Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу неруйнівного контролю (EN ISO 9712:2022, IDT; ISO 9712:2021, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

52. ДСТУ EN ISO 17640:2022. Неруйнівний контроль зварних швів. Ультразвуковий контроль. Методи, рівні контролювання та оцінювання (EN ISO 17640:2018, IDT; ISO 17640:2018, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

53. ДСТУ EN ISO 9001:2018. Системи управління якістю. Вимоги (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

6. Проєктування термічних підрозділів, технологічне обладнання та виробнича документація

54. ДСТУ 9243.7:2023. Система проєктної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023.

55. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.

56. Для технологічного обладнання в цьому блоці також застосовуються джерела № 11, 12, 14 та 19, що містять відомості про термічні печі, технологічні режими, індукційне і вакуумне оброблення та контрольовані атмосфери.

7. Економіко-організаційне обґрунтування науково-технічних і технологічних рішень

57. Андрусь О. І., Покровська Н. М. Економіка та організація виробництва : навч. посіб. до практичних занять. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 127 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48093.

58. Іванова Т. В., Скоробогатова Н. Є., Петренко К. В. Економіка і організація виробництва : практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 116 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47276.

59. Савченко С. М., Кухарук А. Д., Тимошенко Н. Ю. Економіка і організація виробництва : практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 93 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46962

8. Охорона праці, цивільний захист та охорона навколишнього середовища

60. Охорона праці та цивільний захист : навч. посіб. / уклад. О. Г. Левченко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 362 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67182.

61. Охорона праці та цивільний захист. Лабораторний практикум : навч. посіб. / уклад.: О. І. Полукаров, Н. Ф. Качинська, С. Ф. Каштанов, Г. В. Демчук. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 158 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66856.

62. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.

63. ДСТУ EN ISO 14001:2022. Системи управління навколишнім середовищем. Вимоги та посібник із застосування (EN ISO 14001:2015, IDT; ISO 14001:2015, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.

9. Стандарти оформлення кваліфікаційних робіт і науково-технічної документації

64. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

65. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

66. ДСТУ EN ISO 80000-1:2022. Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення (EN ISO 80000-1:2013, IDT; ISO 80000-1:2009, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.