

**ЛІТЕРАТУРА**



**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА**

В.Б. Савків., Ю.Б. Капаціла

# **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання  
кваліфікаційної роботи  
бакалавра спеціальності  
«Автоматизація,  
комп'ютерно-інтегровані  
технології та  
робототехніка»**

Тернопіль  
2025

Міністерство освіти та науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

Капаціла Ю.Б., Савків В.Б.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра**  
**спеціальності «Автоматизація,**  
**комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»**

Тернопіль

2025

Методичні вказівки розроблено у відповідності з навчальними планами підготовки фахівців освітнього рівня «Бакалавр» спеціальності «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Укладачі: к.т.н., доцент Савків В.Б.  
к.т.н., доцент Капаціла Ю.Б.

Рецензент: к.т.н., доцент Ткаченко І.Г.

Методичні вказівки розглянуті та схвалені на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв, протокол №11 від 21 березня 2025 року.

Методичні вказівки рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії ТНТУ, протокол №4 від 7 квітня 2025 року.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Загальні положення.....	5
1.1 Загальні відомості про кваліфікаційну роботу.....	5
1.2 Загальні вимоги до кваліфікаційної роботи бакалавра.....	11
1.3 Завдання на кваліфікаційну роботу.....	13
1.4 Тематика кваліфікаційних робіт бакалаврів.....	14
1.5 Структура та обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра.....	16
1.6 Етапи виконання кваліфікаційної роботи.....	20
2 Методичні рекомендації щодо виконання окремих розділів кваліфікаційної бакалавра.....	21
2.1 Вступ.....	21
2.2 Аналітична частина.....	22
2.3 Проектна частина.....	23
2.4 Спеціальна частина.....	25
2.5 Безпека життєдіяльності, основи хорони праці.....	27
2.6 Загальні висновки щодо кваліфікаційної роботи.....	28
3 Вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки кваліфікаційної роботи.....	29
4 Вимоги до оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи.....	47
4.1 Загальні вимоги.....	47
4.2 Вимоги до креслень загального вигляду.....	48
4.3 Вимоги до складальних креслень.....	49
4.4 Виконання схем.....	50
4.5. Презентації.....	53
5 Захист кваліфікаційної роботи.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	56
Додатки.....	58

## ВСТУП

Метою методичних вказівок є надання допомоги в організації раціональної та ефективної роботи щодо збору матеріалів, підготовки та захисту кваліфікаційної роботи бакалавра. Вони визначають цілі та завдання кваліфікаційної роботи, права та обов'язки студентів, обов'язки та функції наукового керівника, стадії та етапи виконання роботи, вимоги щодо структури та обсягу роботи, до її оформлення, організації підготовки до захисту перед екзаменаційною комісією, порядок захисту та оцінювання.

Методичні вказівки встановлюють загальні вимоги до побудови і змісту кваліфікаційних робіт бакалаврів, які виконуються на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Перелік літературних джерел, які можуть бути використані в процесі виконання кваліфікаційної роботи, наведено в кінці методичних вказівок. Крім того, рекомендується використання журналів, експрес-інформації та інших матеріалів за темою роботи.

Методичні вказівки розроблено на підставі законів України «Про освіту» та «Про вищу освіту», Положень «Про організацію освітнього процесу в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя», «Про екзаменаційну комісію з атестації здобувачів вищої освіти Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя», «Про недопущення академічного плагіату в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя», «Про академічну доброчесність учасників освітнього процесу Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя», «Про кваліфікаційні роботи студентів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, інших нормативних та розпорядчих документів.

## **1 Загальні положення**

### **1.1 Загальні відомості про кваліфікаційну роботу**

Підготовка бакалавра завершується написанням і захистом кваліфікаційної роботи (КР), на підставі якого атестаційна (екзаменаційна) комісія визначає рівень теоретичної та практичної підготовки випускника, його готовність до самостійної роботи за фахом і приймає рішення про присвоєння відповідної кваліфікації.

Кваліфікаційна робота являє собою самостійне дослідження здобувача вищої освіти під керівництвом, яке передбачає поєднання систематизованих теоретичних знань і розширених практичних умінь розв'язання конкретних професійних завдань, набутих в результаті навчального процесу.

Кваліфікаційна робота виконується на завершальному етапі здобуття першого (бакалаврського) освітнього рівня з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, підбивають підсумки навчання студента для встановлення відповідності отриманих здобувачем вищої освіти результатів навчання, що характеризує набуття ним знань і навичок, необхідних для самостійної інженерної та наукової діяльності.

Результати роботи повинні у повному обсязі розкривати хід та результати досліджень та проводиться за вихідними даними, отриманими в ході практики стосовно до конкретного підприємства та об'єкту. Проектування спрямоване на вивчення фактичного стану виробничих умов, вдосконалення конструкцій, технологічного процесу, умов праці та інших виробничих питань, результати вирішення яких представляють наукову новизну та практичний інтерес.

Кваліфікаційна робота оприлюднюється у репозитарії закладу вищої освіти.

Виконання кваліфікаційної роботи за ОПП «Комп'ютерно-інтегровані системи автоматизації та робототехніки» спеціальності «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» передбачає закріплення

навичок та вмінь щодо комплексного розв'язання задач розроблення нових і модернізації та експлуатації існуючих систем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій із застосуванням сучасних програмно-технічних засобів та інформаційних технологій, виконуючи теоретичні дослідження об'єкта автоматизації, обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації, проектування систем автоматизації та розроблення прикладного програмного забезпечення різного призначення

Кваліфікаційна робота є важливою ланкою у системі опанування загальних та фахових компетенцій здобувачами вищої освіти на завершальному етапі їх навчання, оскільки являє собою дослідження, яке спрямоване продемонструвати здатність випускника розв'язувати складні задачі та проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій на основі досліджень та/або здійснення інновацій за невизначених умов і вимог.

Мета кваліфікаційної роботи – поглиблення теоретичних знань та закріплення практичних навичок до комплексного розв'язання складного спеціалізованого завдання або практичної проблеми із застосуванням теорій та методів спеціальності під час професійної діяльності у галузі автоматизації

Основними задачами виконання та захисту кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти першого (бакалаврського) рівня є:

- поглиблення, систематизація й інтеграція теоретичних знань і практичних навичок по напрямкові підготовки;
- розвиток уміння критично оцінювати й узагальнювати теоретичні положення;
- застосування отриманих знань при розв'язку прикладних завдань в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій;
- стимулювання навичок самостійної аналітичної роботи;
- опанування сучасними методами аналізу та дослідження обладнання та систем автоматизації;
- придбання навичок публічної дискусії й захисту інженерних ідей, пропозицій і рекомендацій.

- узагальнення категоріального і понятійного апарату та систематизація та переосмислення сучасних теоретико-методологічних підходів щодо теми дослідження на основі аналізу літературних джерел;
- застосування знань, умінь і апробація навичок проведення самостійної професійно-дослідної роботи;
- застосування знань, умінь і апробація навичок збирання, відбору та обробки релевантної інформації для комплексного дослідження об'єкту, що підлягає автоматизації;
- застосування знань, умінь і апробація практичних навичок методології практичних досліджень до аналізу об'єкта дослідження, отриманих бакалавром за період навчання;
- набуття вміння професійного та обґрунтованого розв'язання поставленої задачі, розроблення практичних рекомендацій та економічне обґрунтування доцільності їх впровадження в конкретних умовах суб'єкту господарювання;
- виявлення рівня підготовки бакалавра щодо самостійного аналізу, систематизації та переосмислення ним матеріалу;
- визначення рівня опанування здобувачем сучасним інструментарієм виконання практично-дослідної роботи, зокрема, методами розроблення систем автоматизованого керування з застосування сучасних технічних засобів автоматизації, основ проектування комп'ютерно-інтегрованих систем, управління об'єктами автоматизації та технологічними процесами взагалі;
- визначення здатності захищати свої погляди та обґрунтовувати власні пропозиції;
- перевірка ступеня підготовки здобувача до роботи за профілем обраної спеціальності.

Виконання та захист кваліфікаційної роботи спрямовані на отримання здобувачами таких загальних та спеціальних (фахових) компетентностей.

К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

К05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

К06. Навички здійснення безпечної діяльності.

К07. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

К13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

К14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей, окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

К15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

К16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

К17. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

К18. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

К19. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та

інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для розв'язання задач автоматизації.

K20. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

K21. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні систем автоматизації.

K22. Здатність обґрунтовувати вибір структури систем автоматизації, засобів автоматизації та мікропроцесорних систем управління.

K23. Здатність створювати кіберфізичні системи на основі робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

K24. Здатність обґрунтовувати вибір структури інформаційно-управляючих систем, вміти вибирати їх елементну базу.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи здобувач вищої освіти повинен продемонструвати достатній рівень сформованості таких програмних результатів навчання.

PH02. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, який є необхідний для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

PH03. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктноорієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

PH04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів досліджень їх властивостей.

PH05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

PH09. Вміти проєктувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

PH10. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

PH11. Вміти виконувати роботи з проєктування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проєктних матеріалів, склад проєктної документації та послідовність виконання проєктних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

PH12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проєктування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

PH13. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

PH15. Вміти обґрунтовувати вибір програмно-технічних засобів автоматизації та мікропроцесорних пристроїв та мати навички їх програмування.

PH16. Вміти обґрунтовувати вибір елементів мехатронних пристроїв та промислових роботів, створювати на їх основі робототехнічні системи.

PH17. Вміти обґрунтовувати вибір структури, елементної бази та програмного забезпечення в багаторівневих системах управління.

## **1.2 Загальні вимоги до кваліфікаційної роботи бакалавра**

Кваліфікаційну роботу бакалавра кожен студент виконує самостійно під керівництвом наукового керівника. За всі відомості, викладені в роботі, обґрунтованість і правдивість висновків та положень, що виносяться на захист, несе відповідальність безпосередньо студент – автор кваліфікаційної роботи.

До захисту кваліфікаційної роботи допускають студентів, які успішно склали заліково-екзаменаційну сесію, здали та захистили звіти з практики.

Кваліфікаційна робота бакалавра є документом, на підставі якого екзаменаційна комісія (ЕК) визначає рівень кваліфікації здобувача освітнього ступеня, його готовність до відповідної самостійної практичної роботи. Зміст роботи та рівень її захисту враховуються як один з основних критеріїв оцінки якості реалізації відповідної освітньої програми.

До кваліфікаційної роботи висувають такі основні вимоги:

- робота повинна виконуватися з актуальної теми, яка має теоретичне й практичне значення;
- робота повинна бути написана на основі глибокого вивчення проблеми, що розглядається, а також публікацій, присвячених обраній темі;
- робота повинна містити аналіз фактичного стану проблеми, яка вирішується, критичний підхід до сучасної практики її розв'язання;
- робота повинна містити елементи творчого підходу до вирішення тих чи інших питань теми, аргументовані висновки, конкретні пропозиції.

Відповідно до Закону «Про вищу освіту», особи, які навчаються у закладах вищої освіти, зобов'язані виконувати вимоги освітньої програми, дотримуючись академічної доброчесності, зокрема не допускати академічний плагіат. Тому, кваліфікаційна робота підлягає обов'язковій перевірці на плагіат і якщо рівень оригінальності роботи не досягає 60%, то залежно від того, на якому етапі був виявлений плагіат на таку роботу пишеться негативний відгук керівником роботи з недопущенням роботи до захисту перед ЕК, або негативна рецензія

рецензентом, або робота оцінюється незадовільною оцінкою екзаменаційною комісією (якщо плагіат був виявлений в ході захисту роботи).

**Студент має право:**

- вносити свої пропозиції щодо обрання керівника роботи зі складу кафедри, що профілює, враховуючи власні напрацювання;
- клопотати перед випусковою кафедрою про заміну керівника, якщо для цього є вагомі причини;
- обирати тему роботи;
- приймати самостійні рішення щодо вибору методів виконання роботи, а також обробки первинних матеріалів та документів.

**Студент зобов'язаний:**

- оформити кваліфікаційну роботу відповідно до чинних вимог;
- чітко виконувати графік підготовки кваліфікаційної роботи;
- своєчасно подати завершену кваліфікаційну роботу для перевірки на плагіат;
- своєчасно пройти попередній захист кваліфікаційної роботи на кафедрі;
- своєчасно подати роботу до захисту перед екзаменаційною комісією;
- аргументовано й етично відреагувати на зауваження керівника і рецензента, відповісти на запитання членів комісії та присутніх на відкритому захисті кваліфікаційної роботи.

Керівництво кваліфікаційною роботою бакалаврів здійснює керівник, якого затверджують наказом ректора університету на весь період виконання кваліфікаційної роботи за поданням кафедри. Керівниками, як правило, призначають провідних викладачів випускових кафедр.

**Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра зобов'язаний:**

- розробити та надати студентові завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра;
- рекомендувати здобувачеві спеціальну, нормативну літературу та інформаційні джерела за обраною темою;
- надавати допомогу студентові в складанні плану роботи;

- регулярно консультувати здобувача, а за необхідності організувати консультації в інших викладачів кафедри та університету, контролювати протягом усього періоду дотримання графіка виконання кваліфікаційної роботи, інформувати завідувача кафедри про хід підготовки роботи;
- перевіряти всі частини роботи, перший варіант тексту і завершений рукопис кваліфікаційної роботи; надати об'єктивний відгук на завершену роботу;
- надати допомогу та поради студентові в підготовці до захисту роботи в екзаменаційній комісії;
- бути присутнім під час захисту кваліфікаційної роботи в ЕК.

### **1.3 Завдання на кваліфікаційну роботу**

Завдання на кваліфікаційну роботу складають за встановленою формою. Завдання затверджує завідувач випускової кафедри та видає студенту не пізніше, ніж за тиждень до початку виконання кваліфікаційної роботи.

У завданні вказують:

- тему кваліфікаційної роботи;
- термін подання студентом закінченої роботи;
- вихідні дані до кваліфікаційної роботи;
- укрупнений зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити);
- перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, слайдів тощо);
- консультантів спеціальних частин кваліфікаційної роботи, дату видачі завдання до розділу і дату погодження готового розділу;
- дату видачі завдання;
- календарний план виконання кваліфікаційної роботи із зазначенням назв його етапів та термінів їх виконання.

Завдання є невіддільною частиною пояснювальної записки. Його підписують керівник роботи, а також студент, який своїм підписом засвідчує дату отримання завдання. Внесення до нього змін допускається за рішенням випускової кафедри на підставі заяви студента і подання керівника роботи.

Приклад оформлення завдання на кваліфікаційну роботу наведено в додатку Б.

#### **1.4 Тематика кваліфікаційних робіт бакалаврів**

Тематику кваліфікаційних робіт розробляє випускова кафедра з урахуванням специфіки напряму, вимог галузевих стандартів для відповідного освітнього рівня; досвіду керівництва кваліфікаційними роботами на кафедрі; наукових досліджень та професійних інтересів науково-педагогічних працівників (НПП), замовлень і рекомендацій виробничих підприємств тощо.

Окремі теми кваліфікаційних робіт, які пов'язані з науково-дослідною роботою студентів на кафедрі або їх професійною діяльністю, можуть бути запропоновані студентами.

При обранні теми основними критеріями повинні бути актуальність, новизна і перспективність; наявність теоретичної бази; можливість виконання завдання, зв'язок її з конкретними господарськими планами та довгостроковими програмами; можливість отримання від впровадження результатів роботи технічного, економічного і соціального ефекту.

У кваліфікаційних роботах повинні висвітлюватися питання, пов'язані з використанням сучасних інформаційних технологій, комплексною автоматизацією та роботизацією промислових установок і виробничих процесів, застосуванням в розробках електронної обчислювальної техніки, розробки нових автоматичних установок та систем автоматичного регулювання, а також розробленням нових методів організації робіт при монтажі, налагодженні й експлуатації автоматизованих і автоматичних електроприводів.

У кваліфікаційній роботі можуть бути розглянуті:

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

Тематика кваліфікаційних робіт має такі основні напрямки:

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

Приклади формулювання тем кваліфікаційних робіт бакалаврів:

- автоматизація технологічного процесу вироблення певного продукту;
- модернізація АСКТП певної технологічної установки або цеху;
- проєктування підсистеми аварійного захисту (ПАЗ) вибухонебезпечного виробництва;
- розробка автоматизованої системи контролю замовлень і продаж на базі інтернет-магазину запчастин;
- розробка автоматизованої системи завантаження деталей в багатошпindelний напівавтомат;
- проєктування апаратно-програмних засобів системи управління положенням інструменту;
- розроблення лабораторного стенда для дослідження автоматизованого гідроприводу;
- розробка комп'ютерно-інтегрованого комплексу для діагностики мікросхем.

## 1.5 Структура та обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра

Кваліфікаційна робота повинна містити результати проведеного автором комплексу робіт, які в сукупності розв'язують конкретне завдання. Кваліфікаційні роботи бакалаврів виконують за індивідуальними завданнями, обов'язково повинні містити конструктивні розробки, технологічний аналіз, відповідні розрахунки тощо.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з розрахунково-пояснювальної записки (текстова частина) обсягом 50-70 аркушів формату А4 та графічної частини.

Графічна (ілюстративна) частина кваліфікаційної роботи бакалавра може бути представлена технічними кресленнями (5-7 аркушів формату А1) або презентаціями (7-10 слайдів). Зміст графічної частини повинен бути достатнім для належного представлення КР під час захисту на засіданні ЕК.

Рекомендований обсяг частин пояснювальної записки наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Рекомендований обсяг частин пояснювальної записки

№ з/п	Назва частини	Загальний обсяг, %
1	Аналітична частина	10-15
2	Проєктна частина	75-80
3	Спеціальна частина	8-10
4	Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	6-7

Комплексна кваліфікаційна робота складається з окремих взаємозалежних і взаємопов'язаних частин – індивідуальних кваліфікаційних робіт, що мають самостійне значення, при цьому в кожній такій індивідуальній роботі розглянута одна з задач комплексної роботи. Обсяг для комплексних кваліфікаційних робіт обсяг визначається виходячи з вищезначених норм пропорційно кількості співавторів.

Конкретно склад та обсяг роботи або окремих її розділів встановлює керівник згідно з об'єктом розробки.

# Типовий зміст розрахунково-пояснювальної записки

Титульний аркуш

Завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

**АНОТАЦІЯ**

**ЗМІСТ**

**ВСТУП**

## **1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.**

- 1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами.
- 1.2 Актуальність виконання роботи.
- 1.3 Методи розв'язання поставленої задачі.
- 1.4 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу бакалавра.

## **2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.**

- 2.1 Характеристика виробу та його призначення.
  - 2.1.1 Аналіз умов роботи виробу, матеріалу та його властивостей.
  - 2.1.2 Аналіз конструктивних особливостей виробу та технологічних особливостей його виготовлення.
- 2.2 Розробка технологічного процесу виготовлення виробу.
- 2.3 Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизації.
- 2.4 Обґрунтування вибору, опис та розрахунок технічних засобів автоматизації.
  - 2.4.1 Підбір серійного обладнання, уточнення компоновання автоматизованої системи та розрахунок її технічних характеристик на основі паспортних даних серійного обладнання.
  - 2.4.2 Обґрунтування необхідності проєктування, вимог і технічних показників нестандартного обладнання, що входить в автоматизовану систему.
  - 2.4.3 Вибір, розрахунок та опис принципів, структурно-кінематичних та (або) гідравлічних (пневматичних) схем нестандартного обладнання.
  - 2.4.4 Проєктування та розрахунок приводів, вузлів та деталей окремих одиниць обладнання:
    - методика розрахунку;

- визначення вихідних даних для розрахунку;
- аналіз результатів розрахунку і прийняття основних конструктивних параметрів проєктованого обладнання;
- розробка складальних креслень та загальних виглядів проєктованих одиниць обладнання.

2.5 Розробка системи керування автоматизованою системою.

2.5.1 Обґрунтування вибору варіанту схеми керування автоматизованою системою.

2.5.2 Обґрунтування вибору програмованих логічних контролерів (ПЛК) для системи керування.

2.5.3 Підбір модулів для ПЛК та опис їх технічних характеристик.

2.5.4 Розробка функційної та електричної принципової схеми мікропроцесорної системи керування, розробка друкованих плат функційних модулів системи, розробка складальних креслень плат автоматизованої системи керування.

2.6 Розробка схем спряжень системи керування з технологічним обладнанням.

2.6.1 Розробка принципів електричних схем спряжень (інтерфейсів) системи керування з технологічним обладнанням.

2.6.2 Розробка друкованих плат і складальних креслень схем спряжень.

2.6.3 Розробка схем електричних з'єднань системи керування і автоматизованої системи в цілому.

2.6.4 Обґрунтування вибору щитів, пультів, і монтажу засобів автоматизації.

2.7 Розробка мережі передачі даних автоматизованої системи.

2.7.1 Проєктування фізичної топології мережі.

2.7.2 Проєктування логічної топології мережі.

2.7.3 Проєктування промислової мережі автоматизованої системи.

### **3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА**

3.1 Обґрунтування вибору та (або) розробка програмного забезпечення для проведення розрахунків:

- алгоритм розрахунку;
- структура програмного забезпечення;

- вихідні данні для обчислень і ідентифікація змінних;
- порядок використання програми.

3.2 Розроблення керуючих програм для систем програмного керування:

- алгоритм керуючої програми;
- структура керуючої програми;
- інструкція з введення і запуску керуючої програми.

3.3 Обґрунтування вибору та опис SCADA-системи для розробки або забезпечення роботи в реальному часі проектованої системи.

3.4 Розрахунок та моделювання системи автоматичного регулювання.

3.5 Моделювання складних об'єктів в автоматизованій системі.

## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ**

### **ВИСНОВКИ**

### **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

### **ДОДАТКИ**

### **Приклади графічного матеріалу**

Актуальність теми та мета роботи, основні результати літературного та патентного огляду.

Загальний вигляд об'єкта автоматизації або план розміщення обладнання.

Технологічний план цеху, ділянки, лінії.

Функціональна схема автоматизації технологічного процесу.

Креслення загального виду та монтажні креслення нестандартного обладнання.

Гідравлічна, пневматична, кінематична та інші схеми об'єкта автоматизації.

Структурна схема системи керування.

Функціональна електрична схема системи керування.

Електричні принципові схеми системи керування.

Функціональна електрична схема спряження системи керування з технологічним обладнанням.

Електрична принципова схема спряження системи керування з технологічним обладнанням.

Схема підключень системи керування з компонентами автоматизованої системи.

Складальні креслення друкованих плат системи керування та схеми спряження.

Схеми монтажу обладнання автоматизованої системи керування.

Логічна та фізична мережеві топології автоматизованої системи.

Лістинг конфігурації мережевого обладнання.

Компонувальні схеми та складальні креслення устаткування для проведення досліджень.

Таблиці та графіки за результатами експериментальних і теоретичних досліджень.

Схеми розрахунків чи математичні вирази.

Плакати з фотографіями, які ілюструють об'єкти проєктування, досліджень, техніку експерименту.

Обґрунтування вірогідності отриманих результатів досліджень.

Основні результати розрахунку та моделювання системи автоматичного регулювання.

Основні результати моделювання складних об'єктів в автоматизованій системі.

Алгоритми роботи програмного забезпечення.

Знімки екранів (зображення) вікон програмного забезпечення.

Знімки екранів (зображення) графічного інтерфейсу SCADA-системи.

Отримані результати (висновки).

## **1.6 Етапи виконання кваліфікаційної роботи**

Виконання кваліфікаційної роботи починається з аналізу завдання і складання переліку матеріалів, необхідних для виконання роботи. Далі розробляється робочий план. Робочий план допомагає авторові скласти керівник роботи. До обов'язків наукового керівника належить також робота зі складання

календарного графіка роботи. Крім того, керівник рекомендує необхідну літературу, довідкові, архівні і статистичні матеріали та інші джерела за темою; проводить систематичні бесіди і консультації; оцінює зміст виконаної роботи як частинами, так і в цілому. Таким чином, керівник надає наукову і методичну допомогу, контролює виконання роботи, вносить необхідні корективи, дає рекомендації щодо доцільності прийняття того чи іншого рішення, а також робить висновок про готовність роботи.

Керівник перевіряє та підписує розрахунково-пояснювальну записку та графічну частину закінченої роботи, дає відгук про роботу. Окремі частини кваліфікаційної роботи підписують консультанти. Далі роботу підписує завідувач кафедри і дає направлення на рецензію. Для перевірки дотримання вимог стандартів та інших нормативно-технічних документів робота підлягає нормоконтролю.

Кваліфікаційна робота разом з відгуком керівника і рецензією після попереднього захисту вноситься на захист в екзаменаційну комісію.

## **2 Методичні рекомендації щодо виконання окремих розділів кваліфікаційної бакалавра**

### **2.1 Вступ**

У вступі звичайно обґрунтовують актуальність обраної теми, мету і зміст поставлених завдань, визначають об'єкт і предмет дослідження, зазначають обраний метод (або методи) дослідження, теоретичну цінність і прикладну значущість отриманих результатів, окреслюють положення, що виносяться на захист.

На завершення вступу доцільно подати структуру кваліфікаційної роботи, тобто навести перелік її структурних елементів і обґрунтувати послідовність їх розташування.

## 2.2 Аналітична частина

В аналітичній частині виконують аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, обґрунтовують актуальність виконання роботи, огляд відомих рішень з метою виявлення наявності аналогів та прототипу, окреслюють методи розв'язання поставленої задачі, а також формулюють висновки за результатами літературного огляду і задачі, які потрібно вирішити в ході виконання кваліфікаційної роботи.

Для з'ясування стану розробки обраної теми складається короткий огляд літератури, з якого можна зробити висновок, що дана тема ще не достатньо вивчена і тому вимагає подальшого розроблення.

Огляд літератури за темою демонструє ґрунтовне ознайомлення автора роботи зі спеціальною літературою, його вміння систематизувати джерела, критично їх розглядати, виділяти суттєве, оцінювати зроблене раніше іншими дослідниками, визначати головне у сучасному стані вивчення теми. Матеріали такого огляду треба систематизувати в певному логічному зв'язку і послідовності. Тому перелік праць та їх критичний розгляд не обов'язково подавати у хронологічному порядку. Якщо до обраної теми є дуже багато інформаційних джерел, то оглядові літератури може бути присвячений окремий розділ (звичайно перший) основної частини роботи. При цьому слід пам'ятати, що оскільки кваліфікаційна робота розкриває відносно вузьку тему, то, огляд праць попередників роблять лише з питань обраної теми, а не за проблемою в цілому. В огляді називають і критично оцінюють публікації, що мають пряме і безпосереднє відношення до теми роботи. Зайвим є виклад всього, що стало відомим дипломникові з прочитаного, і того, що має побічний стосунок до його праці.

Основними завданнями огляду літератури є:

- 1) ознайомлення з матеріалами за темою роботи, їх класифікація, відбір найцікавіших досліджень, основних фундаментальних праць, найсуттєвіших результатів;

- 2) виявлення напрямів досліджень, які викликають найбільший інтерес;
- 3) формулювання напрямків дипломної роботи, характеристика методу і основних розділів теоретичної та експериментальної частин;
- 4) Можна рекомендувати такий типовий план огляду літератури в тексті кваліфікаційної роботи:
- 5) загальна характеристика галузі досліджень, значення останньої в науці і промисловості, актуальність завдань, які стоять перед даною галуззю;
- 6) класифікація основних напрямків досліджень у даній галузі; визначення напрямків, практично використовуваних, і таких, які перебувають у стадії розробки, відображення різних поглядів на розв'язання проблеми;
- 7) детальний виклад результатів досліджень за кожним розділом класифікації; для теоретичного дослідження – опис використаної методики, застосованого математичного апарату; для експериментальної роботи – найважливіші схеми, їх дослідження і основні результати; критичний аналіз цих матеріалів з пропозиціями і зауваженнями;
- 8) у кінці кожного розділу – висновки; підсумки досліджень і перелік основних невирішених проблем;
- 9) на завершення огляду – формулювання основних напрямків досліджень, їх актуальність і кінцева мета.

### **2.3 Проектна частина**

В проектній частині необхідно коротко описати суть передумов для ініціювання досліджень з проблемної ситуації, висуває гіпотезу або ідею про можливий шлях розв'язку «вузького місця» і сформулювати завдання до проектування відповідно зазначеної мети.

Далі наводять опис технологічного об'єкта (процесу) і характеристики основного та допоміжного обладнання. Розглядають фізико-хімічні

перетворення, які є основою технологічного процесу. Вказують зв'язки технологічної ділянки, вибраної для автоматизації, з попередніми та наступними, визначають її місце у виробничому процесі.

Зокрема, мають бути наведені:

- технологічна схема, паспортні дані і конструкція обладнання;
- режимні та конструктивні дані, необхідні для аналітичного знаходження статичних і динамічних характеристик об'єктів регулювання;
- характеристики виконавчих механізмів, насосів, компресорів та вентиляторів, витратні (робочі) характеристики регуляційних органів тощо.

При виконанні цього розділу опис технологічного процесу можна знайти в технічній документації: технічних умовах, галузевих нормативних документах і стандартах, в описах технологічних процесів, кресленнях, керівних матеріалах тощо. Для врахування особливостей керування слід з'ясувати думки фахівців.

При аналізі способів усунення виявлених недоліків в наявній системі автоматизації об'єкта (технологічного процесу) можна покладатися не лише на власні знання і досвід. Автор повинен застосовувати в роботі перспективні рішення в організації апаратних і програмних засобів системи керування. Саме цей обов'язок ставить перед будь-яким проєктувальником завдання аналізу наукової та технічної літератури та інтернет-джерел.

Формулюючи завдання проєктування, автор роботи, по суті, повинен логічно зв'язати висновки аналізу технологічного процесу зі змістом наступних розділів пояснювальної записки.

При проєктуванні системи керування устаткуванням необхідно спочатку розрахувати час робочого циклу, а також параметри периферійних пристроїв, що забезпечують необхідну точність і динаміку.

Після цих розрахунків можна розпочати вибір апаратури керування, вимірювальних перетворювачів і виконавчих засобів, а також до розробки функціональної схеми автоматизації.

При виборі апаратури керування важливо врахувати, яку інформаційну, апаратну та програмну підтримку забезпечує виробник цієї апаратури. Слід

віддати перевагу тим виробникам, які вдосконалюють якість своєї продукції, надають широкий спектр послуг, застосовують гнучкі механізми знижок на ціну продукції, мають довіру на ринку.

Якість керування оцінюється шляхом моделювання каналу керування, який включає регулятори, перетворювач енергії, двигун, а також пристрої зворотного зв'язку. Параметрами оцінки є стійкість процесу, швидкодія і точність системи керування. Якщо результат моделювання позитивний, виконується розробка схем з'єднань засобів керування з виконуючими пристроями, а також схем підключень каналів вводу-виводу.

На завершення проводиться розробка структури програми користувача і створення програмного коду для однієї із задач керування.

## **2.4 Спеціальна частина**

Спеціальна частина передбачає розробку систем автоматизації. Цей розділ характеризує практичну частину роботи й містить у собі розробку методик, алгоритмів або вказівок з практичного використання системи автоматизації.

В цьому розділі слід розв'язати основні завдання проєктування системи. Перелік цих завдань зводиться до такого:

- 1) розробка структурної схеми системи керування;
- 2) вибір засобів та конфігурування системи керування;
- 3) розробка схем з'єднань і підключень.

Предметом проєктування є цифрова система керування, яка містить у собі такі компоненти:

- засоби програмного керування;
- засоби інтерфейсу;
- інформаційні пристрої;
- виконавчі пристрої;
- перетворювальні пристрої;

- апаратура з'єднання;
- щити й пульти керування;
- алгоритмічне та програмне забезпечення.

Розроблення проєктної документації проводиться в такій послідовності.

На першому етапі об'єкт керування треба розділити на окремі вузли і механізми так, щоб можна було визначити:

- 1) де розташовані зони концентрації інформаційних, перетворювальних і виконавчих пристроїв і які відстані між цими зонами;
- 2) де повинні бути встановлені шафи і пульти керування;
- 3) які засоби необхідно застосувати для з'єднання територіально розподілених пристроїв;
- 4) яка інформація повинна відображатися на панелі оператора.

Для вирішення цих завдань корисно скласти план розміщення апаратних засобів системи.

На наступному етапі розробляється спрощена структурна схема системи.

Структурна схема – це графічне зображення структури системи. Під структурою розуміється сукупність частин, на які може бути розділена система за певною ознакою, а також шляхи передачі впливів між ними.

Створюючи структурну схему, слід відображати такі структурні елементи (приводяться для орієнтування):

- апаратура керування верхнього рівня;
- програмований контролер;
- панель оператора;
- пульти ручного керування;
- перетворювачі енергії.
- основні датчики;
- виконавчі пристрої;
- шини та лінії зв'язку.

Після вибору основних структурних елементів можна перейти до конфігурування системи керування. Конфігурування системи автоматизації

необхідно для того, щоб виключити помилки в створенні комунікаційного середовища. Для розв'язку завдання конфігурування застосовуються спеціальні механізми та програмні засоби, які забезпечують ретельний аналіз усіх аспектів функціонування майбутньої системи.

Після розробки структурної або функціональної схеми слід розробити скласти принципіві схеми, схеми з'єднань (монтажні) і схеми підключень (зовнішніх з'єднань).

Принципові схеми (електричні, гідравлічні та пневматичні) служать для визначення повного складу приладів, апаратів і пристроїв, а також зв'язків між ними. Принципові схеми є основою для розробки монтажних схем.

Схеми з'єднань (монтажні) призначені для виконання монтажу щитів і пультів, а також для з'єднання частин певної електроустановки. Прикладом такої схеми може служити схема з'єднань перетворювача з електродвигуном і пусковою апаратурою.

Схеми підключення (зовнішніх з'єднань) служать для графічного відображення з'єднань апаратури керування як між собою (для цього використовуються шини, кабелі), так і із зовнішніми пристроями – вхідними і вихідними. При цьому передбачається, що це електричне устаткування територіально «розкидане».

Правила виконання та оформлення схем регламентують відповідні стандарти. Види і типи схем, загальні вимоги до їхнього виконання повинні відповідати ДСТУ 2.701-84, правила виконання всіх типів електричних схем – ДСТУ 2.702-75.

## **2.5 Безпека життєдіяльності, основи хорони праці**

Розділ «Безпека життєдіяльності, основи хорони праці» є обов'язковим для кваліфікаційної роботи. Зміст завдання цього розділу повинен відповідати темі кваліфікаційної роботи і бути його складовою частиною. Це завдання передбачає

в кінцевому результаті розроблення декількох конкретних питань з безпеки життєдіяльності та охорони праці. Перелік питань пропонує консультант з розділу. При цьому потрібно врахувати дотримання всіх чинних нормативно-правових актів, які обмежують вплив на працівників шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Не допускається викладати матеріал розділу у вигляді загальних положень, переписувати текст підручників або нормативних положень тощо.

Прийняті рішення належить викладати у формі конкретних вказівок: «в роботі пропонується», «відповідно до...» (дати найменування або посилання на норми, правила, стандарти), «передбачається та пропонується...», «нормативний документ встановлює...».

Розроблений у першому варіанті розділ необхідно подати на перевірку консультанту. При наявності помилок або інших недоліків розділ допрацьовують і надають на повторну перевірку. На підпис консультанту студент надає повністю оформлений розділ.

При складанні тез доповіді на захисті кваліфікаційної роботи студент повинен передбачити час для короткого пояснення змісту розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» та зв'язку його з основною темою кваліфікаційної роботи.

## **2.6 Загальні висновки щодо кваліфікаційної роботи**

У цьому розділі наводять висновки, зроблені за результатами виконання кваліфікаційної роботи.

При цьому необхідно викласти:

- короткий опис прийнятих в роботі технічних рішень і організаційно-технічних заходів, які забезпечують виконання завдання;
- переваги прийнятих рішень, їх технічну, наукову, економічну та соціальну значущість;

- оцінку повноти вирішення поставлених завдань;
- рекомендації щодо можливого використання результатів роботи;
- інші відомості (за погодженням з керівником роботи).

Висновки необхідно співвіднести з завданням на кваліфікаційну роботу.

### **3 Вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки кваліфікаційної роботи**

Основним документом кваліфікаційної роботи є розрахунково-пояснювальна записка (РПЗ), у якій слід подати інформацію про виконані технічні й науково-дослідні розробки, а також техніко-економічні обґрунтування. Виклад пояснювальної записки повинен бути коротким і чітким, з обов'язковими графічними ілюстраціями (рисунок, схеми, графіки). При цьому не рекомендується переписування загальновідомих положень з підручників чи інших друкованих видань. Представлена в зазначених джерелах інформація може бути використана лише для вибору чи обґрунтування прийнятих у роботі рішень із зазначенням джерела інформації.

Розрахунково-пояснювальну записку слід оформляти у відповідно до вимог ДСТУ 3008-95. Її виконують рукописним або машинним (за допомогою комп'ютерної техніки) способом на одному боці аркуша білого паперу формату А4. Дозволяється окремі частини записки виконувати різними способами – машинним або ручним. Можна також представляти ілюстрації, таблиці й роздруківки з ЕОМ на аркушах формату А3.

При оформленні тексту за допомогою комп'ютера слід дотримуватися таких загальних рекомендацій щодо форматування:

- основний шрифт – Times New Roman, 14 пунктів, звичайний (без виділення жирним, курсивом і підкресленням), колір – тільки чорний;
- основний міжрядковий інтервал – 1,5 (без застосування будь-яких

- інтервалів перед і після абзаців та пропусків рядків у тексті);
- в багаторядкових назвах пунктів/підпунктів, підрисункових написах і заголовках таблиць, всередині них – міжрядковий інтервал – 1,0;
  - всередині таблиць міжрядковий інтервал – 1,0, шрифт – будь-якого розміру (але не менше 7 п.);
  - всередині рисунків (ілюстрацій) міжрядковий інтервал – 1,0; шрифт – будь-якого розміру, але не менше 7 п.);
  - абзацний відступ («новий рядок») – 1,27 см.

Крім того, слід пам'ятати про деякі загальноприйняті правила. Латинські літери, які пояснюють фізико-математичні величини, слід писати курсивом, грецькі ж – завжди в прямому накресленні. Цифри пишуть курсивом тільки тоді, коли вони щось означають (з точки 1 у точку 2), а не є числами в прямому розумінні цього слова. Функції (sin, cos, tg, lg і т.д.) завжди подають в прямому накресленні, щоб вони явно відрізнялися від аргументів. Дужки і математичні знаки – завжди прямі.

Слід також звернути увагу на правильність налагодження редактора формул Microsoft Equation. В меню «Стиль», пункт «Визначити», для грецьких літер і символів повинен бути заданий шрифт Symbol, для решти – основний шрифт, наприклад, Times New Roman. Нахилений формат символів (курсив) слід відзначити лише для стилю «Змінна», а напівжирний – «Матриця – вектор». При написанні індексів можливі два варіанти.

В поліграфічно грамотно підготовлених текстах можна зустріти мінуси, дефіси і два типи тире – коротке (end-dash) і довге (em-dash). Дефіс зазвичай використовують при вказуванні діапазону, наприклад «сторінки 13-32», а коротке тире у контекстах.

Дефіси не мають пробілів ні з одного боку. Те ж саме стосується довгого тире в англійських текстах. Навпаки, при наборі текстів українською мовою, необхідно пам'ятати про пробіли з двох сторін довгого і короткого тире.

При викладі обов'язкових вимог у тексті повинні застосовуватися слова «повинен», «впливає», «необхідно», «потрібно, щоб...» «дозволяється лише»,

«не допускається», «забороняється», «не впливає». При викладі інших положень варто застосовувати слова «можуть бути», «як правило», «при необхідності», «може бути», «у випадку». При цьому допускається використовувати оповідальну форму викладу тексту РПЗ, наприклад: «застосовують», «вказують» тощо.

В РПЗ повинні застосовуватися науково-технічні терміни, позначення й визначення, установлені відповідними стандартами, а при їх відсутності – загальноприйняті в науково-технічній літературі. Текст документа повинен бути коротким, чітким і не допускати різних тлумачень.

Якщо в РПЗ прийнята спеціальна термінологія, то наприкінці її (перед списком літератури) повинен бути поданий перелік прийнятих термінів із відповідними роз'ясненнями. Перелік включають у зміст РПЗ.

В тексті РПЗ не допускається:

- застосовувати для того самого поняття різні науково-технічні терміни, близькі за змістом (синоніми), а також іноземні слова й терміни при наявності рівнозначних слів і термінів в українській мові;
- скорочувати позначення одиниць фізичних величин, якщо вони вживаються без цифр, за винятком одиниць фізичних величин у голівках і боковинах таблиць і в розшифровках літерних позначень, що входять до формул і рисунків;
- застосовувати скорочення слів, крім установлених правилами української орфографії, пунктуації, а також відповідними стандартами;
- використовувати в тексті математичний знак мінус (–) перед негативними значеннями величин. Замість математичного знака (–) варто писати слово «мінус»;
- застосовувати без числових значень математичні знаки, наприклад, > (більше), < (менше), і т.д., а також знаки № (номер), % (відсоток);
- застосовувати індекси стандартів (ДСТУ, ГОСТ, СТП), технічних умов (ТУ) і інших документів без реєстраційного номера;
- застосовувати похідні словоутворення.

Якщо в РПЗ наводять пояснювальні написи, які наносяться безпосередньо на виріб, що виготовляється, (наприклад, таблички до елементів керування), то їх виділяють шрифтом (без лапок), наприклад, МЕРЕЖА, СТОП, або в лапках – якщо напис складається з цифр і (або) знаків. Найменування команд, режимів, сигналів в тексті варто виділяти лапками, наприклад: «Сигнал +27 увімкнений».

Якщо в РПЗ прийнята особлива система скорочення слів або найменувань, то розшифрування дають безпосередньо в тексті при першому згадуванні. Наприклад, «... різальний інструмент (PI)», після чого надалі можна користуватися скороченням PI.

Умовні літерні позначення величин, а також умовні графічні позначення повинні відповідати тим, які встановлені державним стандартом. У тексті РПЗ перед позначенням параметра дають його пояснення, наприклад: «Напруга  $U$ ».

Числові значення величин у тексті доцільно вказувати зі ступенем точності, який необхідний для забезпечення певних властивостей виробу, при цьому в ряді величин здійснюється вирівнювання числа знаків після коми.

Округлення числових значень величин до першого, другого, третього і т. д. десяткового знака для різних типорозмірів, марок виробів одного найменування повинно бути однаковим. Наприклад, якщо градація товщини сталеві стрічки 0,25 мм, то весь ряд товщини стрічки повинен бути зазначений з такою самою кількістю десяткових знаків, наприклад, 1,50; 1,75; 2,00.

Дробові числа необхідно наводити у вигляді десяткових дробів, за винятком розмірів у дюймах, які слід записувати:  $1/4''$ ;  $1/2''$ . Якщо неможливо виразити числове значення у вигляді десяткового дроби, то допускається записувати його у вигляді простого дроби в один рядок через косу риску, наприклад, « $5/32$ ;  $50A - 4C/(40B + 20)$ ».

Стандарт ставить також ряд вимог щодо оформлення певних елементів розрахунково-пояснювальної записки.

Структурні елементи РПЗ «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» не нумерують.

Розділи і підрозділи РПЗ повинні мати заголовки. Пункти та підпункти можуть мати заголовки. Заголовки структурних елементів РПЗ і заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки у кінці, не підкреслюючи. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів слід починати з абзацу і друкувати жирним шрифтом, маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту РПЗ. Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається. Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено лише один рядок тексту.

Відстань між назвою структурної частини та назвою підрозділу має становити один рядок. Відстань між заголовком і текстом повинна становити один рядок, попереднім текстом і наступним заголовком – два рядки. Кожну структурну частину кваліфікаційної роботи слід починати з нової сторінки.

Сторінки РПЗ слід нумерувати арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють. Ілюстрації й таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок. Зміст включають у загальну кількість аркушів пояснювальної записки.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти РПЗ слід нумерувати арабськими цифрами. Розділи повинні мати порядкову нумерацію і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3. Кожен розділ РПЗ необхідно починати з нового аркуша (сторінки). Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад 1.1, 1.2.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового

номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1, 1.1.2. Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3.

Друкарські помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі виконання роботи, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту чи рисунка.

Кількість ілюстрацій (креслення, рисунки, графіки, схеми, фотознімки) повинна бути достатньою для пояснення викладеного тексту. Ілюстрації слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації повинні бути посилання в тексті РПЗ.

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. При необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (під рисунковий текст). Ілюстрація позначається словом «Рисунок», яке разом із назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад: «Рисунок 3.1 – Схема розміщення».

Назву рисунка слід розташовувати посередині рядка. Перед і після назви рисунка необхідно пропускати один пустий рядок.

Ілюстрації, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках, слід нумерувати арабськими цифрами наскрізною порядковою нумерацією. Якщо рисунок один, то він позначається як «Рисунок 1». Допускається нумерувати ілюстрації у межах розділу. У цьому випадку номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою, наприклад: «Рисунок 1.1».

При посиланнях на ілюстрації слід писати «... відповідно до рисунка 2» при наскрізній нумерації і «... відповідно до рисунка 1.2» при нумерації у межах розділу.

Якщо в тексті РПЗ є ілюстрація, на якій зображені складові частини виробу, то на цій ілюстрації повинні бути зазначені номери позицій цих складових частин у межах даної ілюстрації, що розташовуються в порядку зростання, за винятком позицій, які повторюються.



і рядків. При цьому нумерують арабськими цифрами графи і (або) рядки першої частини таблиці.

Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться у додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад: «Таблиця 2.1 – Перша таблиця другого розділу».

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею з абзацного відступу. Назва має бути стислою і відображати зміст таблиці. Перед назвою таблиці необхідно пропускати один пустий рядок.

Слово «Таблиця \_\_» вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: «Продовження таблиці \_\_» із зазначенням номера таблиці без її назви.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть із великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки та підзаголовки граф вказують в однині.

Якщо в більшості граф таблиці наведені показники, виражені в тих самих одиницях фізичних величин, але є графи з показниками, вираженими в інших одиницях фізичних величин, то над таблицею варто писати найменування переважного показника і позначення його фізичної величини, наприклад, «Розміри в міліметрах», а в підзаголовках інших граф наводити найменування показників і (або) позначення інших одиниць фізичних величин.

Для скорочення тексту заголовків і підзаголовків граф окремі поняття заміняють літерними позначеннями, установленними стандартами або іншими позначеннями, якщо вони пояснені в тексті або наведені на ілюстраціях, наприклад,  $D$  – діаметр,  $H$  – висота,  $L$  – довжина. Показники з тим самим літерним позначенням групують послідовно в порядку зростання індексів.

Обмежувальні слова «більше», «не більше», «менше», «не менше» та ін. повинні бути поміщені в одному рядку або графі таблиці з найменуванням

відповідного показника після позначення його одиниці фізичної величини, якщо вони належать до всього рядка або графі. При цьому після найменування показника перед обмежувальними словами ставиться кома.

Текст, що повторюється в рядках однієї й тієї ж графі та складається з одиничних слів, що чергуються з цифрами, заміняють лапками. Якщо повторюваний текст складається з двох і більше слів, при першому повторенні його заміняють словами «Те ж», а далі – лапки. Замінити лапками цифри, математичні знаки, знаки відсотка і номери, позначення марок, матеріалів і типорозмірів виробів, позначення нормативних документів, які повторюються, не допускається. При відсутності окремих даних у таблиці ставиться прочерк (тире).

Інтервал чисел у тексті записують зі словами «від» і «до» (маючи на увазі «від ... до ... включно»), якщо після чисел зазначена одиниця фізичної величини або числа, які представляють безрозмірні коефіцієнти, або через дефіс, якщо числа представляють порядкові номери.

Цифри в графах таблиць потрібно проставляти так, щоб розряди чисел у всій графі були розташовані один під іншим, якщо вони відносяться до одного показника. В одній графі повинна бути дотримана, як правило, однакова кількість десяткових знаків для всіх значень величин.

При необхідності вказування в таблиці переваг застосування визначених числових значень величин або типів виробів допускається застосовувати умовні позначення з поясненням їх у тексті документа.

Для виділення кращої номенклатури чи обмеження числових величин або типів (марок) виробів, які застосовуються, допускається взяти в дужки ті значення, що не рекомендуються до застосування або мають обмежене застосування, вказуючи в примітці значення дужок.

При наявності в документі невеликого за обсягом цифрового матеріалу його недоцільно оформляти таблицею, а подавати текстом, розташовуючи цифрові дані у вигляді колонок.

При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко-

орфографічних правил. Найбільші, а також довгі і громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку. Невеликі та нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, у якій вони подані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта записують із нового рядка. Перший рядок пояснення починають із слова «де» без двокрапки і абзацного відступу.

Рівняння та формули треба відділяти від тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули залишають не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщається в один рядок, його переносять в інший після знаків рівності (=), плюс (+), мінус (–), множення ( $\times$ ) і ділення ( $/$ ).

Формули та рівняння (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатках) слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках з правого боку сторінки без крапок від формули до її номера. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні ставлять на рівні останнього рядка. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Номер групи формул, які розміщені на окремих рядках і об'єднані фігурною дужкою (парантезом), ставиться справа від вістря парантеза, яке знаходиться в середині групи формул і звернене в бік номера.

Необхідно знати і правила пунктуації у тексті з формулами. Загальне

правило тут таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, які передбачені правилами пунктуації, тобто, якщо у тексті перед формулою є узагальнювальне слово або цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера. Розділові знаки між формулами при парантезі ставлять всередині парантеза. Після таких громіздких математичних виразів, як визначники та матриці, розділові знаки можна не ставити.

В тексті розрахунково-пояснювальної записки слід застосовувати стандартизовані одиниці фізичних величин і їх позначення. Поряд з одиницями СІ, за необхідності, у дужках вказують одиниці фізичних величин, інших систем, дозволених до застосування. Застосування в РПЗ різних систем позначення фізичних величин не допускається.

Для опису значень величин слід застосовувати позначення одиниць літерами або спеціальними знаками (...°, ...', ..."). Встановлені два види літерних позначень: міжнародні (з використанням букв латинського і грецького алфавіту) та українські (з використанням букв українського алфавіту).

Літерні позначення одиниць повинні друкуватися прямим шрифтом. У позначеннях одиниць крапку як знак скорочення не ставлять. Позначення одиниць варто застосовувати після числових значень величини і поміщати в рядок з ними (без перенесення на наступний рядок), крім одиниць фізичних величин, що поміщаються в таблицях, які виконані машинописним способом.

Між останньою цифрою числа і позначенням одиниць слід залишати нерозривний пробіл.

**Вірно:**  
80 %

**Невірно:**  
80%

При вказуванні значень величин із граничними відхиленнями слід поміщати числові значення з граничними відхиленнями в дужки, а позначення одиниці поміщати після дужок або проставляти позначення одиниць після числового значення величини і після її граничного значення.

<b>Вірно:</b>	<b>Невірно:</b>
$(100,0 \pm 0,1) \text{ кг}$	$100,0 \pm 0,1 \text{ кг}$
$50 \text{ г} \pm 1 \text{ г}$	$50 \pm 1 \text{ г}$

Можна застосовувати позначення одиниць у заголовках граф і в найменуваннях рядків (боковиках) таблиць. Допускається застосовувати позначення одиниць у поясненнях позначень величин до формул. Розміщення позначень одиниць в одному рядку з формулами не допускається.

<b>Вірно:</b>	<b>Невірно:</b>
$v = 3,6 \text{ s}/t,$	$v = 3,6 \text{ s}/t, \text{ км}/\text{год}.,$
де $v$ – швидкість, км/год.;	де $s$ – шлях, м;
$s$ – шлях, м;	$t$ – час, с.
$t$ – час, с.	

Літерні позначення одиниць, що входять у добутки, слід відокремлювати крапками на середній лінії, як знаками множення.

<b>Вірно:</b>	<b>Невірно:</b>
$A \cdot t^2; \text{ Н} \cdot \text{ м}$	$A t^2; \text{ Н м}$

В літерних позначеннях відношень одиниць в якості знаку ділення повинна застосовуватися лише одна коса або горизонтальна риска. Допускається позначення одиниць у виді добутку позначень одиниць, зведених у степені (позитивні й негативні).

<b>Вірно</b>	<b>Невірно:</b>
$W \cdot \text{ м}^{-2} \cdot \text{ К}^{-1}$	$W / \text{ м}^2 / \text{ К}$

При застосуванні косої риски позначення одиниць у чисельнику і знаменнику варто поміщати в рядок, добуток позначень одиниць у знаменнику слід взяти в дужки.

<b>Вірно:</b>	<b>Невірно:</b>
$W / (m \cdot K)$	$W / m \cdot K$

При використанні похідної одиниці, що складається з двох і більше одиниць, не допускається комбінувати літерні позначення і найменування одиниць, тобто для одних одиниць приводити позначення, а для інших – найменування.

<b>Вірно:</b>	<b>Невірно:</b>
80 км/год	80 км/годину
80 кілометрів за годину	80 км за годину

Примітки наводять у тексті розрахунково-пояснювальної записки, якщо необхідні пояснення змісту тексту, таблиць або графічного матеріалу. Вони не повинні містити вимог.

Примітки слід поміщати безпосередньо після текстового, графічного матеріалу або в таблиці, до яких належать ці примітки, і друкувати з великої букви з абзацу. Якщо примітка одна, то після слова «Примітка» ставлять тире і примітку друкують теж із великої букви. Одну примітку не нумерують. Кілька приміток нумерують послідовно арабськими цифрами. Примітку до таблиці поміщають наприкінці таблиці під лінією, що позначає закінчення таблиці.

Посилання на джерела слід вказувати порядковим номером, виділеним квадратними дужками згідно з переліком посилань.

Перелік посилань складається за вибором автора роботи в алфавітному порядку або в порядку їх згадування в тексті РПЗ. Перелік складають мовою тексту першоджерела, при цьому частину відомостей допускається записувати мовою основного тексту документа.

Максимальна кількість бібліографічних джерел у переліку посилань не обмежується. Не рекомендується включати до переліку джерела, на які не було посилань у тексті пояснювальної записки, енциклопедичні словники, газети та науково-популярні видання.

Перелік посилань оформляють згідно з вимогами національного стандарту ДСТУ 8302:2015, який встановлює види посилань, правила та особливості їх складання і розміщування у документах.

## **ПРИКЛАДИ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСУ ДОКУМЕНТІВ**

### **ЗАКОНОДАВЧІ І НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ**

Про затвердження Порядку забезпечення доступу вищих навчальних закладів і наукових установ, що знаходяться у сфері управління Міністерства освіти і науки України, до електронних наукових баз даних : наказ М-ва освіти і науки України від 2 серп. 2017 р. № 1110. Вища школа. 2017. № 7. С. 106-107.

### **СТАНДАРТИ**

ДСТУ 3582:2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила(ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ). [На заміну ДСТУ3582-97; чинний від 2013-08-22]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 15 с. (Інформація та документація).

### **КНИГИ**

#### **Один автор**

Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI. Київ : Ліра-К, 2020. 594 с.

### **Два автори**

Білобровко Т. І., Кожуховська Л. П. Філософія науки й управління освітою : навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький, 2015. 166 с..

### **Три автори**

Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

### **Чотири автори**

Основи наукових досліджень і теорія експерименту : Навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / укл. Ю. Б. Капаціла, П. О. Марущак, В. Б. Савків, О. П. Шовкун. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 186 с.

### **П'ять і більше авторів**

Розвиток фінансових посередників у турбулентних умовах функціонування національної економіки : колективна монографія / В. П. Ільчук, М. В. Дубина, Я. В. Жарій та ін.; за заг. Ред. В. П. Ільчука. Чернігів : ЧНТУ, 2017. 198 с

### **Колектив авторів**

Прикладна механіка. Праці I Міжнародної науково-технічної конференції, (Тернопіль 6-7 червня 2024 р.). Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. – 356 с.

### **Книги за редакцією**

Міжнародні відносини, суспільні комунікації та регіональні студії : навч. посіб. / За заг. ред. В.С. Білозубенка. Київ: 2023 р. 634 с. т.

### **Автор і перекладач**

Мартієнко А.І. Теоретичні основи розвитку відносин власності/пер. з англ. В.Н. Перегудова. Київ: Основа, 2014. 503 с.

### **Багатотомні видання в цілому**

Правова система України: історія, стан та перспективи : у 5 т. / Акад. прав. наук України. Харків : Право, 2009. Т. 2 : Конституційні засади правової системи України і проблеми її вдосконалення / заг. ред. Ю. П. Битяк. 576 с.

### **Окремі томи багатотомного видання**

Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Донецьк : Донбас, 2007. Т. 2 : Л-Р. 652 с.

### **ДИСЕРТАЦІЇ**

Левчук С. А. Матриці Гріна рівнянь і систем еліптичного типу для дослідження статичного деформування складених тіл : дис. ... канд. фіз.-мат. наук : 01.02.04. Запоріжжя, 2002. 150 с.

### **АВТОРЕФЕРАТИ ДИСЕРТАЦІЙ**

Старовойт С. В. Видавнича діяльність Національної академії наук України у 1918–1933 рр. : автореф. дис. ... канд. іст. наук. Київ, 2003. 20 с.

### **ПАТЕНТИ**

Комбайн рослинозбиральний універсальний : пат. 77937 Україна : МПК А01D 41/02, А01D 41/04, А01D 45/02. № а 2011 09738 ; заявл. 05.08.2011 ; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.

### **КАТАЛОГИ**

Національна академія наук України. Анотований каталог книжкових видань 2008 року. Київ: Академперіодика, 2009. 444 с

## **ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ, МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЙ**

Комарянський В., Лопушинська М. Шляхи покращення якості поверхонь деталей при віброабразивній обробці : зб. матеріалів VII міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 105.

## **СТАТТІ З ПЕРІОДИЧНИХ ВИДАНЬ**

Якобчук В. П. Стратегічні пріоритети інноваційного розвитку підприємництва в аграрній сфері. Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Сер. Економіка. 2013. Вип. 148. С. 31-34.

## **ПРЕПРИНТИ**

Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами. Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. 7 с. (Препринт. НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС ; 06-1).

## **ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ**

### **Книги**

Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С. Товарна інноваційна політика : підручник. Суми : Університетська книга, 2007. 281 с. URL: <ftp://lib.sumdu.edu.ua/Books/1539.pdf> (дата звернення: 10.11.2017).

### **Законодавчі документи**

Про стандартизацію : Закон України від 11 лют. 2014 р. № 1315. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1315-18> (дата звернення: 02.11.2017).

### **Періодичні видання**

Клітна М. Р., Брижань І. А. Стан і розвиток органічного виробництва та ринку органічної продукції в Україні. Ефективна економіка. 2013. № 10. URL:

<http://www.m.nayka.com.ua/?op=1&j=efektyvna-ekonomika&s=ua&z=2525> (дата звернення: 12.10.2017).

### Сторінки з веб-сайтів

Київський національний університет імені Тараса Шевченка.  
URL: <http://www.univ.kiev.ua/> (дата звернення: 05.11.2019).

APA Style Introduction. Purdue University. URL:  
[https://owl.purdue.edu/owl/research\\_and\\_citation/apa\\_style/apa\\_style\\_introduction.html](https://owl.purdue.edu/owl/research_and_citation/apa_style/apa_style_introduction.html) (date of access: 09.06.2020).

Додатки оформляють як продовження розрахунково-пояснювальної записки (РПЗ) на наступних аркушах. Їх, як правило, виконують на аркушах формату А4. Допускається оформляти додатки на аркушах формату А3, А4×3, А4×4, А2 і А1.

Додатками можуть бути, наприклад, графічний матеріал, таблиці великого формату, розрахунки, описи апаратури і приладів, описи алгоритмів і тексти програм тощо. Додатки можуть бути обов'язковими та інформаційними. Інформаційні можуть бути рекомендаційного або довідкового характеру.

Якщо додатки оформляють на наступних сторінках РПЗ, кожен такий додаток повинен починатися з нової сторінки.

Додаток повинен мати заголовок, надрукований зверху маленькими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком маленькими літерами з першої великої повинно бути надруковано слово «Додаток \_\_» і велика літера, що позначає додаток. Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ, наприклад, додаток А, додаток Б і т. д. Один додаток позначається як додаток А.

Додатки повинні мати спільну з рештою документа наскрізну нумерацію сторінок.

## **4 Вимоги до оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи**

### **4.1 Загальні вимоги**

Графічну частину кваліфікаційної роботи оформляють згідно вимогам ДСТУ 3321:2003 «Система конструкторської документації» (СКД).

Паперові копії плакатів і креслень друкують на папері форматом А1 (розміром 594 мм × 841 мм). Кожен конструкторський документ повинен мати рамку робочого поля та основний надпис (рис. 2), який включає загальні відомості про зображені об'єкти. Форми, розміри, зміст, порядок заповнення основних надписів і додаткових граф до них в конструкторських документах встановлює ДСТ 2.104-2006 «Основні надписи». Основний надпис на форматі А1 розташовують в правому нижньому куті листа. Структура позначення креслення містить три великих літери «КРБ» (кваліфікаційна робота бакалавра, шифр залікової книжки студента, семизначний номер креслення, розділений крапками, позначення виконання (рис. 3). В перших двох позиціях номера креслення проставляють порядковий номер складального креслення, в наступних – порядковий номер складальних одиниць та деталей на складальному кресленні.

Позначення креслення проставляють в відповідній графі основного напису (рис. 2).

Графічний (ілюстративний) матеріал кваліфікаційної роботи може бути оформлений у вигляді слайдів для демонстрації на проекторі. В цьому випадку ілюстративні матеріали надаються членам екзаменаційної комісії у вигляді комплектів матеріалів на аркушах А4, кількість комплектів повинна бути достатньою для ознайомлення з матеріалами усіх членів комісії.

При оформленні плакатів (слайдів) дозволяється використання кольору, різних шрифтів, напівтонових рисунків, фотографій тощо. Зображення на плакатах мають бути розраховані на сприймання на відстані 6-8 метрів. При виконанні плакатів необхідно керуватися чинними стандартами.

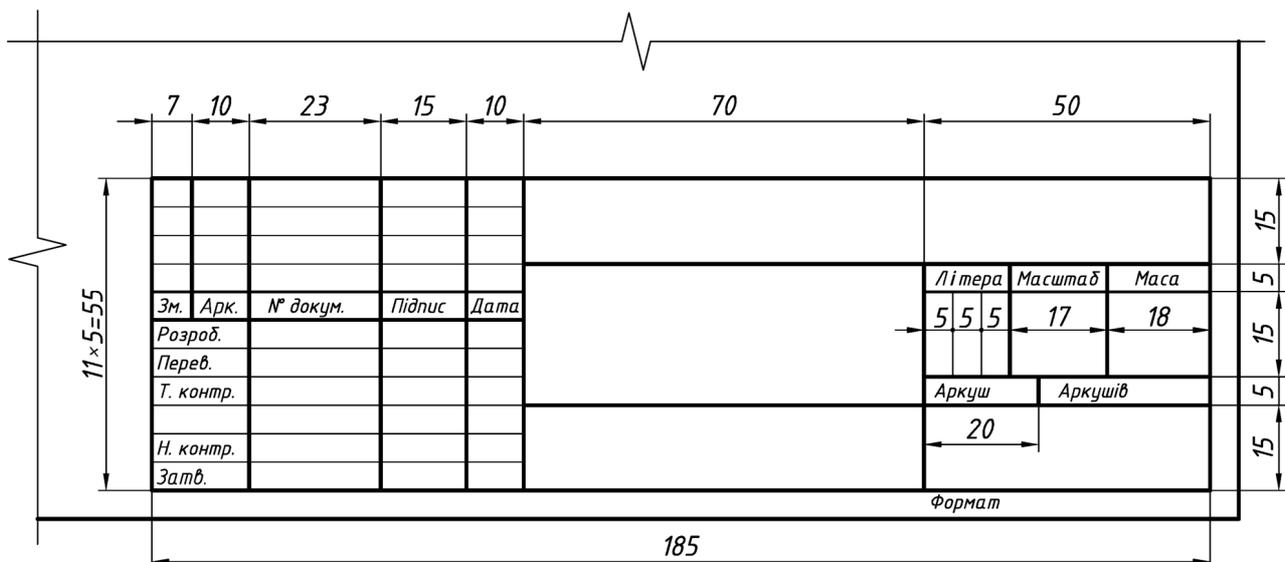


Рисунок 2 – Основний напис креслень

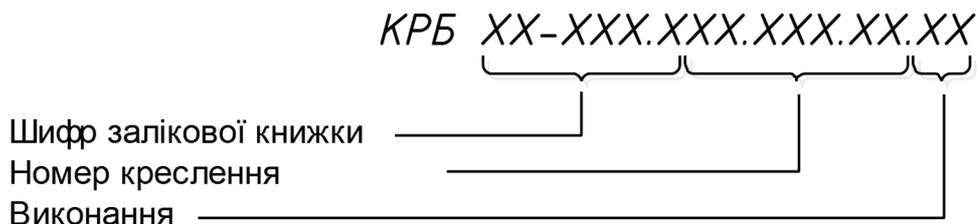


Рисунок 3 – Структура позначення креслення

Графічна частина повинна бути видрукована і додається до розрахунково-пояснювальної записки при здачі кваліфікаційної роботи в архів.

Зміст ілюстративного матеріалу має з достатньою повнотою відображати основні положення, які виносяться на захист. У графічній частині кваліфікаційної роботи наводяться діаграми, графіки, схеми, блок-схеми та конструкторські рішення на рівні креслень або схем.

#### 4.2 Вимоги до креслень загального вигляду

Креслення загального вигляду повинне містити:

- зображення виробу (вигляди, перерізи);
- текстову частину і написи, необхідні для розуміння конструктивного

- устрою виробу, взаємодії його основних частин і принципу роботи;
- найменування (а також позначення) тих основних частин виробу, для яких необхідно вказати дані (технічні характеристики, кількість, матеріал, принцип роботи, склад) або запис яких необхідний для пояснення зображень креслення та опису роботи виробу;
  - розміри та інші нанесені на зображення дані (за потреби);
  - технічні характеристики виробу, якщо це потрібно для зручності порівняння варіантів.

Крім того, на кресленнях загального вигляду за потреби подають:

- вказівки про вибрані посадки деталей;
- технічні вимоги до виробів (вимоги до застосування покриття, методів зварювання, наплавлення, зміцнення, інше);
- технічні характеристики виробу, які необхідні для подальшої розробки робочих креслень.

### **4.3 Вимоги до складальних креслень**

Складальне креслення відповідно до стандарту повинно містити:

- зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розміщення й взаємний зв'язок складових частин, з'єднаних за даним кресленням, і забезпечує можливість складання та контролю складальної одиниці;
- габаритні розміри і розміри для довідки;
- величину й точність установочних та приєднувальних розмірів;
- розміри, граничні відхилення та шорсткість поверхонь, які повинні бути виконані або проконтрольовані за даним складальним креслеником;
- технічні вимоги;
- технічну характеристику (за потреби).

Допускається на складальних кресленнях розміщувати додаткові схематичні зображення і розташування складових частин виробу.

На складальних кресленнях, які містять у собі декілька однакових складових частин (коліс, підшипників тощо), допускається виконувати повне зображення однієї складової частини, а зображення решти частин – спрощено, зовнішнім обрисом.

На складальному кресленні всі складові частини складальної одиниці нумерують відповідно до номерів позицій, вказаних у специфікації до цієї складальної одиниці.

Номери позицій наносять на поличках ліній-виносок, які проводять від зображень складових частин (деталей). Номери позицій вказують, де складова частина (деталь) проєктується як видима. Номери позицій розміщують паралельно до основного напису креслення поза контуром зображення.

До складального креслення на окремих аркушах формату А4 оформляється специфікація.

#### **4.4 Виконання схем**

При виконанні електричних, кінематичних, гідравлічних і пневматичних схем повинні використовуватись позначення елементів схем, передбачені чинними стандартами.

Схеми залежно від видів елементів і зав'язків, що входять до складу виробу (установки), поділяють на такі види:

- електричні;
- гідравлічні;
- пневматичні;
- газові (окрім пневматичних);
- кінематичні;
- вакуумні;
- оптичні;
- енергетичні;

- розділення;
- комбіновані.

Для виробу, до складу якого входять елементи різних видів, розробляють декілька схем відповідних видів одного типу, наприклад, схема електрична принципова і схема гідравлічна принципова або одну комбіновану схему, що містить елементи і зв'язки різних видів.

На схемі одного виду допускається зображувати елементи схем іншого виду, схеми цього виду, що безпосередньо впливають на роботу, а також елементи і пристрої, що не входять у виріб (установку), на який (яку) складають схему, але необхідні для роз'яснення принципів роботи виробу (установки).

Графічні позначення таких елементів і пристроїв відділяють на схемі штрихпунктирними лініями, рівними за товщиною лініям зв'язку, і поміщають надписи, вказуючи в них місце розміщення цих елементів та необхідні дані.

Схеми залежно від основного призначення поділяють на такі типи:

- структурні – схеми, що визначають основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язки;
- функціональні – схеми, що роз'яснюють певні процеси, що відбуваються в окремих функціональних колах виробу;
- принципіві (повні) – схеми, що визначають повний склад елементів і зав'язків між ними і дають детальне уявлення про принципи роботи виробу;
- з'єднань (монтажні) – схеми, що показують з'єднання складових частин виробу і визначають типи проводів, кабелів і джгутів;
- підключення – схеми, що показують зовнішні підключення виробу;
- загальні – схеми, що визначають складові частини комплексу і з'єднання їх між собою;
- розташування – схеми, що визначають відносне розташування складових частин виробу;
- об'єднані – документи, на яких виконують схеми двох або декількох типів, випущених на один виріб.

Схема структурна визначає основні за функціональним призначенням

частини, з яких складається виріб, їх призначення і взаємозв'язок. Схеми структурні розробляються при проектуванні виробів перед розробкою схем інших типів і використовують для загального знайомства з виробом і його роботою.

Схема функціональна пояснює процеси, що відбуваються в функціональних частинах виробу або у виробі в цілому. Функціональні схеми використовують для вивчення принципів роботи виробу, а також при його налагодженні, контролі і ремонті.

Схема принципова визначає повний склад елементів виробу і зв'язок між ними та дає детальне уявлення про принципи роботи виробу. Принципові схеми є основними для розробки інших конструкторських документів.

Схема з'єднань (монтажна) показує з'єднання основних частин виробу та визначає провідники, жмути, кабелі, якими виконуються ці з'єднання, а також місця їх приєднань і введення.

В основному надписі вказують найменування виробу і найменування схеми. Найменування типів схем, вказані в дужках, встановлюють для електричних схем енергетичних споруд.

Схеми виконують на стандартних аркушах паперу без дотримання масштабу. Дійсне просторове розташування складових частин виробу не враховується або враховується наближено. Умовні графічні позначення елементів та лінії зв'язку між ними виконують основною лінією.

Лінії зв'язку повинні складатися з горизонтальних і вертикальних відрізків і мати найменшу кількість зламів і взаємних перетинів. Допускається застосовувати похилі відрізки ліній зв'язку обмеженої довжини. Відстань між сусідніми паралельними лініями зв'язку повинна бути не меншою за 3 мм, між окремими умовними графічними позначеннями – не менше 2 мм, а між двома сусідніми лініями конкретного графічного позначення – не менше 1 мм.

Допускаються обриви ліній зв'язку, які закінчуються стрілками з зазначенням місць підключення та (або) необхідних характеристик ланцюгів.

Пристрої, що мають самостійну принципову схему, виконують на схемах

у вигляді прямокутника або іншої спрощеної плоскої фігури суцільною лінією (допускається зображати лінією удвічі товстішою за лінії зв'язку). Контури фігури, що позначає функціональну групу або пристрій, які не мають самостійної принципової схеми, виконують штрихпунктирною лінією. Якщо в схемі таких пристроїв декілька і вони мають однакову принципову схему, допускається не повторювати схеми усіх цих пристроїв, крім одного, і зображати у вигляді прямокутника. На одній схемі рекомендується застосовувати не більше трьох типів ліній за товщиною. Графічні позначення елементів і лінії зв'язку, що їх з'єднують, слід розташовувати на схемі таким чином, щоб забезпечити найкраще уявлення про структуру виробу і про взаємодію його основних частин.

Схеми необхідно супроводжувати переліком елементів, який поміщають на першому аркуші схеми у вигляді таблиці, або виконують у вигляді самостійного документа. При виконанні переліку елементів на першому аркуші схеми його розташовують над основним написом на відстані від нього не меншій за 12 мм. При оформленні переліку елементів у вигляді самостійного документа його викреслюють на аркуші формату А4.

На схемах допускається розміщувати різні технічні дані, характер яких визначається призначенням схеми. Їх вказують або біля графічних позначень, по можливості праворуч або зверху (наприклад, номінальні значення параметрів), або на вільному полі схеми, по можливості над основним написом (наприклад, діаграми, таблиці, текстові вказівки). Крім того, вони можуть бути розміщені всередині графічних позначень, над лініями зв'язку, у розриві ліній зв'язку, поруч з кінцями ліній зв'язку. На полі схеми над основним написом допускається поміщати необхідні технічні вказівки.

#### **4.5. Презентації**

Презентація – документ або комплект документів, призначений для подання чого-небудь (організації, проекту, продукту тощо).

Мета презентації – донести до аудиторії повноцінну інформацію про об’єкт презентації в зручній та наочній формі.

Презентація націлена на візуалізацію доповіді при захисті кваліфікаційної роботи. Виконується в електронній формі у вигляді слайдів, на яких слід розміщувати інформативні матеріали кваліфікаційної роботи, які повинні ілюструвати окремі тези виступу або результати, отримані в роботі.

Презентація може бути підготовлена за допомогою будь-якої програми відкритого доступу, наприклад Microsoft PowerPoint, або іншої наявної ліцензійної програми. Допускається включати в презентацію разом зі статичними зображеннями відеоматеріали та анімацію за темою з обов’язковим посиланням на джерело інформації.

## **5 Захист кваліфікаційної роботи**

Кваліфікаційну роботу, виконану в повному обсязі, відповідну до завдання і допущену кафедрою до захисту, студент захищає перед Екзаменаційною комісією (ЕК), склад якої затверджено наказом по університету.

Захист кваліфікаційної роботи відбувається згідно графіком, затвердженого в установленому порядку.

Перед захистом студент зобов’язаний надати в ЕК:

- розрахунково-пояснювальну записку роботи;
- графічну частину роботи;
- відгук керівника роботи;
- рецензію на роботу;
- авторську довідку;
- подання голові ЕК;
- протокол аналізу звіту подібності за підписом завідувача кафедри / керівника роботи;
- протокол аналізу звіту подібності науковим керівником.

Після представлення студента ЕК, комісія заслуховує доповідь, яку можна умовно поділити на три частини, кожна з яких являє собою самостійний смисловий блок, хоча в цілому вони логічно взаємопов'язані у характеристиці змісту виконаної роботи.

Перша частина доповіді в основних моментах повторює вступ. В ній висвітлюється актуальність обраної теми, дається опис проблеми, яка вирішується, а також формулювання мети роботи. Тут також необхідно вказати методи, завдяки яким отримано фактичний матеріал роботи і повідомити про її склад і загальну структуру.

Після першої вступної частини йде друга – найбільша за обсягом, яка характеризує кожен розділ кваліфікаційної роботи. Особливу увагу приділяють кінцевим результатам, критичним зіставленням та оцінкам.

Завершується доповідь кінцевою частиною. Тут доцільно перерахувати загальні висновки і висвітлити основні рекомендації.

Для ілюстрації отриманих результатів та обґрунтування запропонованих рекомендацій під час виступу використовують графічні матеріали.

Після закінчення доповіді члени комісії задають студенту питання. Відповіді повинні бути короткими, чіткими і добре аргументованими. Якщо можливі посилання на текст розрахунково-пояснювальної записки або графічну частину, то їх треба обов'язково зробити.

Захист вважається закінченим після оголошення про це голови ЕК.

Результати захисту оголошуються ЕК під кінець засідання для всіх, хто захищав кваліфікаційні роботи в цей день.

Після закінчення захисту студент повинен в установленому порядку здати роботу в архів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Біляковський І.Є. Електромехатронні перетворювачі систем автоматики. Львів.: Магнолія. 2024. 155 с.
2. Бочков В. М., Сілін Р. І. Обладнання автоматизованого виробництва. Львів: Львівська політехніка. 2015. 404 с.
3. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації. Львів: Львівська політехніка, 2020. 220 с.
4. Гурик О.Я., Окіпний І.Б. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня «бакалавр». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 20 с.
5. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. [Чинний від 1994-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1994. 92 с.
6. ДСТУ 2391:2010. Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять. [На заміну ДСТУ 2391-94; чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 35 с.
7. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. [На заміну ДСТУ 3321-96; чинний від 2003-12-08]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 51 с.
8. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Автоматизація технологічних процесів. зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2010. 10 с. (Інформація та документація).
9. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 51 с. (Інформація та документація).
10. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2003-12-08]. Вид. офіц. Київ, 2005. 26 с. (Інформація та документація).
11. ДСТУ 8302:2015. «Інформація та документація. Бібліографічне посилання.

- Загальні вимоги та правила складання». [Чинний від 2016-03-04]. Вид. офіц. Київ, 2016. 16 с. (Інформація та документація).
12. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник. К.: Ліра-К. 2024. 378 с.
  13. Єремєєв І.С., Кисельов В.Б. Автоматизовані системи управління технологічними процесами. К.: Олді+. 2022. 324 с.
  14. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. К.: Каравела. 2023. 344 с.
  15. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 324 с.
  16. Проць Я.І. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.
  17. Розрахунки систем контролю та керування : навчальний посібник / Г.І. Манко, Ю.К. Тараненко, О.В. Тітова, В.Я. Трішкін, О.І. Швачка, Л.Д. Чумаков. Дніпро : УДХТУ, 2018. 191 с.
  18. Серіков Я. О., Халмурадов Б. Д. Основи охорони праці: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2024. 250 с.
  19. Сідлецький В. М., Ельперін І. В. Технології конструювання сучасних автоматизованих систем. К.: Ліра-К. 2022. 180 с.
  20. Сільвестров А. М., Островерхов М. Я., Шефер О. В., Ладік Н. А., Зіменков Д. К. Системи автоматичного керування технологічними комплексами: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 466 с.
  21. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації. К. : Ліра-К, 2019. 344 с.
  22. Хорольський В. П., Коренець Ю. М. Автоматизація виробничих процесів: підручник. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2022. 400 с.

## Додаток А

### Приклад оформлення титульного аркуша кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повна назва ЗВО)  
факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)  
кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розробка приладу активного контролю для автоматизації технологічного процесу обробки деталей на круглошліфувальному верстаті мод. 3А151»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи КАс-41  
спеціальності 174 «Автоматизація,  
комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»  
(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Нагорняк С.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) Коноваленко І.В.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) Козбур І.Р.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) Савків В.Б.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) Золотий Р.З.  
(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2025

## Додаток Б

### Приклад заповнення завдання на кваліфікаційну роботу

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повна назва ЗВО)  
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)  
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Савків В.Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 2025 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Нагорняку Сергію Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розроблення приладу активного контролю для автоматизації технологічного процесу оброблення деталей на круглошліфувальному верстаті моделі 3A151»

Керівник роботи к.т.н., доцент Коноваленко І.В.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «27» січня 2025 року № 4/7-49

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес виготовлення; технічні характеристики обладнання; вартість обладнання, матеріалів, інструментів, енергоносіїв

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Аналітична частина. Проектна частина. Спеціальна частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Огляд методів активного контролю – 1 аркуш формату (A1). Складальне креслення пристрою контрольного пристрою – 1 аркуш формату A1. Принципова електрична схема відліково-командного пристрою – 1 аркуш формату A1. Принципові електричні схеми компонентів ВКП (A1). 5 Схема роботи механізму подач верстата.

