

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання комплексного курсового проекту
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти нав-
чання для підготовки бакалаврів за спеціальністю
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
з подальшим навчанням за освітніми програмами
«Електричні та електронні апарати» та
«Електромеханічне обладнання енергоємних
виробництв»
всіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проєкту студентами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти навчання для підготовки бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з подальшим навчанням за освітніми програмами «Електричні та електронні апарати» та «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» всіх форм навчання. Укл.: Л. Б. Жорняк, В. В. Василевський, О. О. Каплієнко, С. І. Шило. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 42 с.

Укладачі: Л. Б. Жорняк, доцент, к. т. н.
В. В. Василевський, ст. викладач, к. т. н.
О. О. Каплієнко, ст. викладач
С. І. Шило, ст. викладач

Рецензент: О. І. Афанасьєв, доцент, к. т. н.

Відповідальний за випуск: В. В. Василевський, ст. викладач, к. т. н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електричні і електронні апарати».
Протокол № 11
від 30 березня 2023 р.

Рекомендовано до видання
НМК ЕТФ.
Протокол № 9
від 25 квітня 2023 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Загальні вимоги щодо виконання, оформлення та захисту курсового проєкту.....	10
2 Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів курсового проєкту.....	11
2.1 Мета виконання курсового проєкту.....	12
2.2 Завдання на курсовий проєкт.....	12
2.3 Зміст курсового проєкту.....	12
2.4 Захист курсового проєкту (презентація).....	13
3 Перелік можливих тем курсового проєкту.....	14
4 Методичні особливості виконання курсового проєкту.....	15
5 Критерії оформлення, оцінки та виконання курсового проєкту.....	17
6 Рекомендації щодо виконання окремих розділів курсового проєкту.....	18
6.1 Структура курсового проєкту.....	18
6.2 Графічна частина проєкту.....	21
6.3 Специфікації	21
6.4 Загальні правила виконання креслень.....	22
6.5 Основні вимоги до креслень.....	23
6.6 Нанесення розмірів і граничних відхилень	25
6.7 Нанесення граничних відхилень форми і розташування поверхонь	25
6.8 Позначення шорсткості поверхні.....	26
6.9 Нанесення на креслення технічних вимог.....	27
6.10 Основні написи на графічній частині.....	29
6.11 Позначення конструкторської документації.....	30
6.12 Специфікації до графічної частини курсового проєкту	33

6.13 Правила оформлення посилань та цитат в курсовому проєкті та доповіді.....	33
6.14 Оформлення цитат.....	34
6.15 Оформлення посилань без цитування.....	35
6.16 Оформлення переліку джерел посилання	35
Перелік джерел посилання.....	36
Додаток А.....	42

ВСТУП

Електричні апарати широко застосовуються в електроенергетиці, системах електропостачання та електроприводу, електротехнології та електрообладнанні промисловості та сільського господарства, на всіх видах транспорту, у побутовій та медичній техніці.

Електричні апарати (ЕА) – це електротехнічні пристрої, що застосовуються при використанні електричної енергії, починаючи від її виробництва, передачі, розподілу та закінчуючи споживанням.

Під електричними апаратами розуміють електротехнічні пристрої, які виконують такі функції:

- увімкнення та вимкнення електричних кіл в електроустановках, призначених для виробництва, перетворення, передачі та споживання електроенергії;
- контроль та вимірювання параметрів електрообладнання;
- захист електроустановок в аварійних режимах, захист людини та майна при пошкодженні електрообладнання;
- регулювання параметрів електротехнічних пристроїв;
- керування технологічними процесами;
- перетворення неелектричних величин на електричні;
- створення магнітного поля із заданими параметрами та конфігурацією [15, 16].

Така різноманітність функцій призвела до появи багатьох видів електричних апаратів, що істотно різняться за принципом дії та конструкції, але мають одне призначення. У сучасному контексті електричний апарат – електротехнічний пристрій для керування потоками енергії та інформації.

Електромеханічні пристрої та системи (ЕМПС) – це електромеханічні комплекси для систем генерування електроенергії (АЕС, ТЕС, автономних систем), а також для систем передачі та споживання електроенергії на промислових підприємствах, із застосуванням сучасних ресурсоенергозбережних технологій та використанням новітніх діагностичних засобів щодо електромеханічних перетворювачів енергії – електричних генераторів та двигунів, а також трансформатори та електричні апарати різноманітного призначення; електричні апарати загального і спеціального призначення; сучасні електромеханічні та електромеханотронні системи (мікромашин, електромеханічні засоби

автоматики, електромеханічних систем спеціального та технологічного призначення та ін.). Крім того це є електротехнічні пристрої для керування потоками енергії й інформації. При цьому мова може йти про потоки енергії різного виду: електричної, механічної, теплової тощо. Наприклад, потоком механічної енергії від двигуна до технологічної машини може керувати електромагнітна муфта. Потоками теплової енергії можна керувати за допомогою електромагнітних клапанів і заслінок.

Однак найбільше поширення одержали електричні апарати (ЕА) для керування потоками електричної енергії задля зміни режимів роботи, регулювання параметрів, контролю та захисту електротехнічних систем, а також їхніх складових частин. Зазвичай функції таких ЕА здійснюються за допомогою комутації (вмикання та вимикання) електричних ланцюгів із різною частотою, починаючи від відносно рідких, нерегулярних значень до періодичних високочастотних, наприклад, в імпульсних регуляторах напруги.

ЕМПС як низької, так і високої напруги, зазвичай, є конструктивно закінченими технічними пристроями та системами, що реалізують певні функції та розраховані на різні умови експлуатації.

В основі конструкції більшості електричних апаратів та ЕМПС є контактна система (виконавчий орган) з різноманітними типами приводів – ручним, електромагнітним, механічним тощо. Процеси, що протікають в електричних та електронних апаратах (ЕЕА) та ЕМПС, визначаються різноманітними фізичними явищами, які вивчаються в електродинаміці, механіці, термодинаміці та інших фундаментальних наукових дисциплінах.

У сучасних умовах, коли швидко зростає складність конструкцій електротехнічних виробів та систем, час їх створення невблаганно знижується, а термін служби має збільшуватися, коли треба забезпечити їх конкурентоспроможність на світовому ринку, вимоги до інженерної продукції та до процесу її створення невпинно зростають, забезпечити отримання ефективного результату можливо тільки за умови ретельної підготовки до професійної діяльності, тобто розробки плану дій (з одного боку) та чіткого виконання його у процесі діяльності (з іншого).

Опанування матеріалів з проектування ЕЕА та ЕМПС як базової дисципліни з фаху має два напрями:

– студент засвоює фундаментальні теоретичні основи різноманітних фізичних явищ, що відбуваються в електричних апаратах та системах і на яких базується їх функціонування;

– студент навчається використовувати знання у практичній діяльності, зокрема при проектуванні, експлуатації тощо.

Найкращим чином поєднати та вирішити ці проблеми можна через мотивовану самостійну діяльність студента, а саме – через виконання комплексного курсового проекту з електромеханічних пристроїв та систем, електричного апарата (або його окремих частин), тобто навчання в процесі його проектування.

Вирішуючи проблему розробки електротехнічного пристрою студент має звертатися не тільки до теорії електричних апаратів, а й до механіки, фізики, математики, електротехніки, інженерного креслення, а також до технології.

Для успішного розв'язування проблеми (задачі) недостатньо знань і вмінь по окремим дисциплінам, навіть якщо вони будуть самими різноманітними. Більш того у цьому випадку виникає ряд питань. Які знання використовувати? Коли їх застосувати? Чи буде відповідати рівень застосованих знань рівню одержаних результатів? Як одержати максимальний результат при мінімальних витратах часу, коштів, інших ресурсів? Чи можливо взагалі одержати необхідний результат і що взагалі ми хочемо одержати?

Відповісти позитивно на всі ці питання можна тільки за допомогою обґрунтованої цілеспрямованої послідовності (алгоритму) дій з розв'язування проблеми (задачі) тобто технології проектування.

В комплексному курсовому проекті студенту пропонується розробити ЕА або ЕМПС, або його частину. Тематика, зміст і обсяг проекту сформульовані відповідно до теоретичної спрямованості дисциплін кафедри ЕЕА.

Для виконання самостійної роботи студентом рекомендується послідовність розробки у вигляді методичних вказівок, літератури з теорії та проектування електричних апаратів та систем, реальних зразків апаратів та інших інформаційних матеріалів.

У результаті виконання проекту, тобто розробки апарата чи системи, студент повинен знати, а також вміти захистити таке:

– фізичні процеси, що відбуваються в спроектованому електричному апараті, їх вибір і обґрунтування, методи їх аналізу;

– вибір конструктивних рішень, принципів роботи, матеріалів

основних елементів електричних апаратів;

– аналітичне обґрунтування параметрів об'єкту проектування, розробку алгоритму розрахунків, зміст розрахунків та отримані результати.

За результатами теоретичного та практичного опанування дисциплін кафедри ЕЕА студент повинен:

знати:

– фізичні процеси, що відбуваються в електричних апаратах та системах, методи їх аналізу;

– принципи роботи основних елементів електричних апаратів та систем, основні закони та рівняння для їх розрахунків;

– принципи роботи основних груп електричних апаратів та систем, які використовуються в побуті, електротехнічній галузі, а також в системах електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, електропостачання промислових підприємств при автоматизації виробничих процесів та електропривода;

– основні напрями застосування електричних апаратів та систем, їх вибору та експлуатації;

вміти:

– здійснювати аналіз фізичних процесів, що відбуваються в електричних апаратах;

– здійснювати дослідження та розрахунки основних елементів електричних апаратів.

– здійснювати грамотний і обґрунтований вибір електричних апаратів для електричних систем та їх експлуатацію;

– здійснювати налагодження електричних апаратів, встановлення та регулювання їх уставок;

набути навички інженерної діяльності, а саме:

– розпізнавати, аналізувати і описувати конкретні апарати на функціональному, конструктивному та структурному рівнях, визначати принцип дії, перелік вимог та критеріїв оцінки;

– формулювати послідовність дій своєї діяльності, що дає можливість отримання кінцевого результату з урахуванням обмежень у часі, інформації, рівні особистої кваліфікації та інших ресурсах;

– складати моделі об'єкту дослідження (фізичні, аналітичні, графічні тощо) і працювати з ними;

– формулювати, оцінювати та захищати отримані результати, тобто мати впевненість та особисту точку зору;

- складати звіти за результатами роботи;
- вміти ефективно працювати з людьми, задавати питання та спілкуватися;
- бути об'єктивним, мати почуття відповідальності, творчого незадоволення та відсутності обмеженості поглядів.

Отже, в процесі вивчення дисциплін кафедри ЕЕА по відношенню до електричних апаратів та систем ставиться задача, в першу чергу, якісного вивчення фізичних явищ, що відбуваються в їх частинах взагалі, а в курсовому проєкті, зокрема, отримання первісних навичок їх проєктування і розрахунку, тобто навчитися розрахунковим шляхом визначати основні параметри магнітних кіл, струмопроводів, контактів тощо і апаратів в цілому. Це, в свою чергу, повинно сприяти більш досконалому засвоєнню матеріалів спеціальних дисциплін, курсового та в подальшому дипломного проєктування, а також виконання магістерської роботи.

Успішне виконання курсових проєктів (цілеспрямоване отримання необхідного кінцевого результату) базується на принципах і методологічних підходах системного проєктування (проєктування – це підготовка дії до того як вона відбудеться), а саме:

- від майбутньої ідеальної потреби до доступної реалізації – базовий методологічний підхід, що забезпечує успішну проєктну діяльність;
- розробка завдання відбувається від загального до окремого, а не навпаки;
- фахівцю треба братися за розв'язання часткових задач тільки після опрацювання загальних;
- впродовж розробки часткових задач необхідно враховувати технічні рішення (ТР), що були розроблені й прийняті раніше;
- нові технічні рішення з'являються в результаті творчого процесу, що носить ітераційний характер послідовних наближень до мети;
- одержання раціонального технічного рішення досягається розробкою максимального числа варіантів і їхнім поглибленим аналізом;
- при прийнятті рішення вимоги оптимального функціонування технічного об'єкту (ТО) мають перевагу над іншими, наприклад, економічними;
- граничні конструктивні параметри технічних засобів визнача-

ються лише фізико-технічними, а не економічними факторами, тому при проектуванні необхідно виконувати інженерні розрахунки;

- конструювання виробів виконується з урахуванням можливості і працездатності їхнього виготовлення;

- економічна оцінка конструкції завжди є важливим стимулом одержання раціональних рішень, але може бути зроблена не раніше, ніж з'являться варіанти, що відповідають вимогам функціонування виробу та технічно здійсненні;

- при проектуванні необхідно максимально використовувати раніше відомі технічні рішення, що являють собою узагальнення величезного досвіду попередніх поколінь інженерів;

- для оцінки рішень, що приймаються, фахівець повинен урахувати весь комплекс критеріїв, що входять до таких показників якості технічних засобів, як функціонування, надійність, технологічність, стандартизація і уніфікація, а також ергономічні, естетичні, екологічні, ліквідаційні й економічні показники;

- патентно-правові показники – необхідні критерії оцінки конкурентоздатних технічних рішень;

- крім того, при проектуванні нових технічних засобів необхідно замислюватися про їхню подальшу ліквідацію після закінчення терміну служби.

1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ВИКОНАННЯ, ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

На курсовий проєкт студент отримує індивідуальне завдання, яке видається керівником курсової роботи. Завдання оформлюється на спеціальному бланку, що затверджений навчальним відділом університету, і підписується керівником (бланк можна знайти за посиланням <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3969>) [30].

Тема курсового проєкту (дивись розділ 3) може бути типовою, наприклад «Реле постійного струму» або «Контактор змінного струму» або нетиповою за індивідуальною взаємним погодженням студента та керівника. Основні методичні матеріали для типових розрахунків апаратів і їх частин, що пропонуються в курсових роботах, наведені у розділі «Перелік джерел посилання».

Пояснювальна записка (ПЗ) повинна бути оформлена відпо-

відно до вимог ДСТУ 3008:2015 [10] і мати такі структурні елементи:

- 1) Титульний лист ([Форма 17 Пояснювальна записка до курсового проєкту](#) або <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3969>) [30, 31, 32].
- 2) Завдання на курсову роботу, оформлене на спеціальному бланку <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3969> [30].
- 3) Реферат.
- 4) Зміст пояснювальної записки.
- 5) Текст пояснювальної записки (декілька розділів).
- 6) Висновки за результатами роботи.
- 7) Перелік джерел посилання (список літератури, що використовувалася).
- 8) Додатки (за необхідністю).

Текст пояснювальної записки повинен містити всі необхідні схеми, рисунки, ескізи, формули з розкриттям значень величин, що входять до них, пояснення до розрахунків, а також висновки по отриманих результатах. Одноманітні розрахунки повторювати не рекомендується, а їх результати краще оформлювати у вигляді таблиць. Обсяг пояснювальної записки як правило не повинен перевищувати 40-55 сторінок машинописного тексту.

Креслення має бути виконано у відповідності до ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 та ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ДСТУ ГОСТ 2.104:2006, ГОСТ 2.108-96, ГОСТ 2.109-73, зазвичай на двох листах формату А1. Зазвичай це складальне креслення апарату чи системи, принципова електрична схема пристрою, необхідні вузли та деталі апарату чи пристрою, що розробляється.

2 СКЛАД, ОБСЯГ І ТЕРМІНИ ВИКОНАННЯ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

За навчальним планом у 8 семестрі передбачається виконати комплексний курсовий проєкт студентами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з подальшим навчанням за освітніми програмами «Електричні та електронні апарати» та «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» всіх форм навчан-

ня на кафедрі електричних та електронних апаратів.

2.1 Мета виконання курсового проєкту

Розробити необхідні інноваційні технічні рішення (за можливості) і визначити кількісні технічні та конструктивні показники вказаного електромеханічного пристрою та системи в цілому та його основних елементів, використовуючи за основу фактичні знання та розрахункові (аналітичні) моделі дисциплін кафедр електротехнічного факультету.

2.2 Завдання на курсовий проєкт

Теми курсових проєктів пов'язані з розробкою елементів апаратів (складні струмопроводи, електромагнітні і дугогасні пристрої тощо) та апаратів в цілому (реле, перемикачі, датчики, високовольтні вимикачі, роз'єднувачі та інші). У завданні на проєктування зазвичай пропонується удосконалити існуючий конкретний тип апарата низької або високої напруги, або розробити новий без зміни його основних функціональних та експлуатаційних показників, тобто для заміни існуючого. Студенту видається завдання на розробку електричного апарата чи системи з визначенням складу, обсягу і термінів виконання курсового проєкту впродовж семестру.

2.3 Зміст курсового проєкту

Орієнтовний зміст проєкту має бути такий:

- розробка виконавчої частини апарату (це обов'язково мають бути струмопроводи та електричні контакти, або за потреби, дугогасні котушки, дугогасні пристрої тощо), розрахунок напівпровідникових приладів та систем;
- розробка приводу апарату (зазвичай це є електронний або електромагнітний пристрій);
- розробка конструкції апарату загалом і його техніко-економічні показники.

Виконання курсового проєкту має на меті наступне:

- огляд існуючих конструкцій і аналіз конструкції базового апарата – сфери використання, призначення, принципу дії, конструкції і

функцій апарата загалом та його основних частин;

- визначення частин, що підлягають аналізу та розробці (їх розподіл за окремими розділами роботи зазвичай співпадає з тематикою відповідних змістових модулів);

- описання компоновки конструкції апарата і вибір конструктивної схеми та конструктивних форм частин, що підлягають розробці;

- попередній вибір та розрахунок конструктивних і функціональних параметрів, при цьому розробка ескізів частин апарату, що розробляються;

- уточнений розрахунок запропонованих конструкцій з обґрунтуванням прийнятих параметрів і розмірів;

- розробка загального виду струмопровідного контуру, електромагнітного пристрою та інших частин, що розроблялися;

- розробка загального виду апарата в цілому та короткий опис його конструктивних, технічних та інших особливостей, елементів новизни;

- формулювання висновків, у яких наводять оцінку одержаних результатів з розробки апарата загалом та його частин (негативних також) з урахуванням вирішення поставленої задачі; можливі галузі використання результатів роботи; народногосподарську, наукову, соціальну значущість роботи та напрями подальшого удосконалення.

2.4 Захист курсового проєкту (презентація)

Передбачається публічний виступ перед аудиторією з доповіддю протягом 10 – 15 хвилин. Доповідь готується обсягом 2 – 4 сторінок машинописного тексту, і є невід’ємною частиною курсового проєкту.

Орієнтовна структура доповіді така:

- формулювання проблеми, потреби і мети роботи;

- вибір, обґрунтування і короткий опис методів вирішення проблем;

- представлення отриманих результатів і їх обґрунтування;

- формулювання висновків, у яких наводиться оцінка одержаних результатів з розробки апарата в цілому та його частин (негативних також) з урахуванням вирішення поставленої задачі; можливі галузі використання результатів роботи; народногосподарську, наукову, соціальну значущість роботи та напрями подальшого удосконалення.

Всі методичні вказівки для виконання курсового проєкту знаходяться в електронній науковій бібліотеці НУ «Запорізька політехніка» за посиланням zp.edu.ua / [Наукова бібліотека](#) / [Студенту/ Репозитарій/ Автор...](#)(прізвище) і далі за посиланням [33].

3 ПЕРЕЛІК МОЖЛИВИХ ТЕМ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

- 3.1 Електромеханічні реле.
- 3.2 Електромагнітні реле.
- 3.3 Контакттори.
- 3.4 Магнітні пускачі.
- 3.5 Автоматичні вимикачі.
- 3.6 Багатоамперні електричні апарати.
- 3.7 Роз'єднувачі високої напруги.
- 3.8 Вимикачі високої напруги.
- 3.9 Електромагнітні вимикачі високої напруги.
- 3.10 Проєктування електромагнітних систем постійного та змінного струму.
- 3.11 Теплове проєктування елементів електричних апаратів.
- 3.12 Проєктування контактних систем електричних апаратів.
- 3.13 Проєктування контактнo-дугогасних пристроїв електричних апаратів.
- 3.14. Тиристорний випрямляч для електроприводу $I_d = 25$ А, $U_d = 220$ В.
- 3.15 Нереверсивний випрямляч для електролізу з природним охолодженням.
- 3.16 Реверсивний випрямляч для електролізу з природним охолодженням.
- 3.17 Реверсивний випрямляч для електролізу з водним охолодженням.
- 3.18 Трифазний випрямляч з вирівнювальним реактором.
- 3.14 Шестипульсний випрямляч.
- 3.15 Дванадцятипульсний випрямляч
- 3.16 Активна частина трансформатора напруги.
- 3.17 Активна частина трансформатора струму.
- 3.18 Вакуумний вимикач.
- 3.19. Комплектний розподільний пристрій.
- 3.20 Пристрій перемикання трансформатора під навантаженням.

- 3.21. Пристрій компенсації реактивної потужності підстанції.
- 3.22. Газонаповнений трансформатор напруги.
- 3.23. Газонаповнений трансформатор струму.
- 3.24. Асинхронний двигун для прямого пуску компресора
- 3.25. Асинхронний двигун для прямого пуску вентилятора.

4 МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Організація опанування дисципліни в цілому і виконання курсового проєкту (як невід’ємної її частини) базується на системі принципів:

- практична діяльність є основою навчання студента;
- навчання орієнтоване на реальну практику, пов’язане з рішенням практичних задач;
- навчальні курси – це скоріше навчальна активна робота, а не звичайне пасивне навчання;
- в навчанні реально задіяні інтереси студента; він має можливість визначати зміст, форми, рівень особистої навчальної діяльності (звідси, як наслідок, відповідний рівень мотивації);
- викладач виконує функції консультанта-наставника, що тренує, методичними прийомами та засобами діяльності готує до рішення прикладних задач.

Завершення роботи студента над проєктом дає можливість отримати, принаймні, два результати.

Перший (прихований) – це методичний результат (ефект) від залучення студента в «здобуванні знань» та їхнє логічне застосування (формування особистісних якостей, мотивації, самооцінки, уміння робити вибір та аналізувати результати власної роботи).

Другий – особисто виконаний проєкт, причому це є не тільки обсяг засвоєної інформації, а також і реальний результат, тобто рівень втілення задуманого в курсовому проєкті (а в подальшому і в дипломному проєкті або магістерській роботі).

До першого методичного результату можуть бути віднесені набуті студентами наступні навички (Таблиці 4.1 – 4.4):

Таблиця 4.1 – Міждисциплінарні навички

«Виходити» за межі однієї кафедри	Інтегрувати знання, одержувані з різних джерел
Навчитися сприймати факти, точ-ки зору й ситуації в незнайомих ракурсах	Учитися бути готовим до супереч-ливих, спірних тверджень

Таблиця 4.2 – Індивідуальні навички

Визначати завдання, якими варто займатися	Формувати незалежні судження
Розвивати особистий інтерес і поглиблювати знання в певній області	Здобувати навички самоорганіза-ції
Розвивати практичні навички	Створювати що-небудь своє
Робити те, що має практичне засто-сування	Розробляти що-небудь унікальне
Розвивати здатність справляти-ся з новими проблемами	Збирати й аналізувати незнайому інформацію
Вивчати й впроваджувати в практи-ку стратегії вирішення проблем (ал-горитми рішення задач)	Учитися аналізувати й оцінювати чужу роботу
Навчитися більш активно вчитися	Розвивати в собі ініціативність

Таблиця 4.3 – Навички роботи в групах

Учитися працювати в групах	Учитися очолювати команду й орга-нізовувати проведення зустрічей
Брати участь у процесі прий-няття рішень	Здобувати навички співробітництва
Розвивати почуття такту та дипломатичності	Керувати людьми й направляти їхню діяльність

Таблиця 4.4 – Робота з особистою самосвідомістю

Вивчати власні сильні і слабкі сторони	Одержувати почуття задоволення від проробленої роботи
Давати реальну оцінку своїм можливостям стосовно поставленого завдання	Добиватися почуття автономії й свободи в процесі навчання

Таблиця 4.5 – Навички спілкування:

Виносити свою роботу на обговорення в ясній й ефективній формі (письмово або усно)	Удосконалювати навички переконливої, логічно побудованої аргументації
Розвивати навички сприйняття інформації на слух і постановки питань у процесі вибору та засвоєння інформації	Учитися писати зрозумілий звіт про пророблену роботу

Окрім вищезазначеного, студенти в процесі роботи над проектом будуть ставити та вирішувати свої власні, більш специфічні завдання.

5 КРИТЕРІЇ ОФОРМЛЕННЯ, ОЦІНКИ ТА ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Критеріями оформлення та оцінки виконаної студентом курсового проєкту мають бути наступні показники:

- актуальність теми та передбачуваних рішень, реальність, практична спрямованість і значущість роботи;
- обсяг і повнота розробок, самостійність, закінченість, підготовленість запропонованих рішень;
- рівень творчості, оригінальність розкриття теми, підходів, запропонованих рішень;
- аргументованість запропонованих рішень, підходів, висновків, повнота бібліографії;

- якість запису: оформлення, відповідність стандартним вимогам, структура тексту, якість ескізів, схем, рисунків, креслення;
- якість доповіді: композиція, повнота подання роботи, підходів, результатів; аргументованість, переконливість і переконаність;
- обсяг і глибина знань по темі (або предмету), ерудиція, міжпредметні зв'язки;
- педагогічна орієнтація: культура мови, манера поведінки, використання наочних засобів, почуття часу, імпровізаційний початок, утримання уваги аудиторії;
- рівень відповіді на питання (повнота, аргументованість, переконливість і переконаність, дружелюбність, прагнення використати відповіді для успішного розкриття теми та сильних сторін роботи);
- ділові та вольові якості доповідача, а саме відповідальні рішення, прагнення до досягнення високих результатів, готовність до дискусії, здатність працювати з переважанням, доброзичливість, контактність.

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

6.1 Структура курсового проєкту

Структура курсового проєкту (в подальшому дипломної роботи) умовно поділяється на вступну частину, основну частину та додатки.

Вступна частина:

- титульний аркуш ([Форма 17 Пояснювальна записка до курсового проєкту](#)) або <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3969>;
- завдання на КП <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3969>;
- реферат (анотація) українською або англійською мовами необхідно оформити згідно з ДСТУ 3008:2015 [10] (приклад можна подивитись за такими посиланнями (https://moodle.zp.edu.ua/pluginfile.php/113404/mod_resource/content/1/3659_3008-2015.PDF, або <http://iepor.org.ua/rules/rules-dstu-3008-2015.html>);
- зміст;
- перелік скорочень, умовних позначень, термінів (якщо це є

необхідним та за згодою з керівником);

– вступ.

Основна частина:

– розділи (глави), які розкривають основний зміст проекту (роботи) відповідно до переліку питань, наданих у завданні;

– кожний розділ (глава) має закінчуватися висновками;

– закінчення (загальні висновки);

– перелік джерел посилань.

Додатки.

РЕФЕРАТ (анотація) обсягом 1-2 сторінки державною та іноземною (яку вивчав студент) мовами повинен стисло відобразити загальну характеристику та основний зміст КП і містити:

– відомості про обсяг текстової частини, кількість ілюстрацій, таблиць, креслеників, додатків і бібліографічних найменувань за переліком посилань;

– мету проекту (роботи), використані методи та отримані результати (характеристика об'єкта проектування, нові якісні та кількісні показники, економічний ефект тощо);

– рекомендації щодо використання або (та) результати впровадження розробок або досліджень (отримані патенти, прийняті заявки на патент, публікація в наукових журналах, акти про впровадження тощо);

– перелік ключових слів (не більше 20).

ВСТУП має відображати актуальність і новизну проекту (роботи), а саме в цьому розділі необхідно стисло охарактеризувати галузь народного господарства, для якої виконується електромеханічний або електронний апарат (пристрій), та перспективу її розвитку. Необхідно також показати актуальність вибраної теми проекту (роботи) і коротко сформулювати основні задачі, які слід вирішити при його проектуванні (розробці). Наприклад: «В даному курсовому проекті розглядаються питання проектування трансформатора струму для районів з холодним кліматом». Обсяг вступу не повинен перевищувати одну – дві сторінки.

ОСНОВНА ЧАСТИНА пояснювальної записки має включати:

– розробку вимог до характеристик об'єкта проектування;

– вибір і обґрунтування оптимальності технічних рішень або теоретичних та експериментальних методів досліджень поставлених задач;

- вибір та обґрунтування можливих варіантів технічної реалізації та методів розрахунків параметрів елементів (електричних схем, механічних елементів на міцність та ін.);
- експериментальні дослідження, розробку методики досліджень, опис експериментального обладнання, аналіз результатів експерименту;
- техніко-економічне обґрунтування курсового проєкту, розрахунок економічного ефекту;
- пропозиції та заходи щодо забезпечення охорони праці, техніки безпеки, охорони довкілля;
- висновки за розділами (главами).

Найчастіше в КП студенти в першому розділі (зазвичай це **«ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКТИВНИХ (СХЕМНИХ) РІШЕНЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО АПАРАТА ЧИ ПРИСТРОЮ»**) проводять огляд та аналіз сучасних конструкцій (або схем, наприклад, перетворювачів частоти, випрямлячів, регуляторів або системи керування перетворювачами) електричних та електронних апаратів, або електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, близьких та подібних до того, який розробляється в КП з обов'язковим аналізом їх переваг і недоліків. Тут необхідно навести основні технічні характеристики пристроїв або апаратів, абсолютні, питомі і техніко-економічні показники подібних апаратів.

Загальні **ВИСНОВКИ** щодо відповідності отриманих результатів завданню на дипломне проєктування та висунутим вимогам, можливість впровадження або застосування результатів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ виконується згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2018. В ньому студентом надається повний перелік літератури, що була використана при виконанні дипломного проєкту (книги, статті, методичні вказівки, інтернет ресурси тощо) .

До **ДОДАТКІВ** виносяться:

- виведення розрахункових формул;
- інші матеріали, які допомагають більш повно і докладно розкрити задум та шляхи реалізації проєкту (роботи);
- рисунки, таблиці, графіки з літературних джерел, які використовувались при розрахунку проєкту;
- повну інформацію про застосовані в даній роботі комплектуючі (напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори, дроселі, роз'ємні з'єднувачі і т.і.); їх конструкції та класифікаційні параметри

відповідно до стандартів.

6.2 Графічна частина проєкту

Графічна частина роботи повинна бути виконана комп'ютерним способом у середовищі КОМПАС або AUTOCAD (ручний спосіб допускається тільки з дозволу викладача).

Типовий зміст графічної частини має бути такий:

- схема електрична принципова;
- складальне креслення;
- схема електричних з'єднань;
- деталювання.

Зміст графічної частини уточнюється відповідно до теми роботи і погоджується з керівником. Листи формату А1 можуть бути розбиті на більш дрібні формати з урахуванням того, що розроблені креслення повинні давати уявлення про конструкцію спроектованого пристрою.

6.3 Специфікації

Специфікації є самостійним конструкторським документом і не входять у зміст пояснювальної записки. Приклад специфікації до складального креслення наведений в ДОДАТКУ А. Також специфікації до принципової електричної схеми мають відмінності від складального креслення в тому, що словосполучення «Перелік елементів» електричних схем необхідно вказувати в таблиці специфікації (рис. 6.1).

Специфікації підшиваються до пояснювальної записки після додатків і не нумеруються.

Ліст. і д.						ГКІЮ.435311.003.001 ПЗЗ				
	<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Тиристорний збудник ТЭП-320/48-1122-ВСД-1П1-0 УХ/14 Перелік елементів			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>
Лист. № ор.	<i>Разроб.</i>									
	<i>Перев.</i>									
	<i>Н. контр.</i>									
	<i>Затв.</i>									

Рисунок 6.1 – Приклад оформлення специфікації з переліком елементів

6.4 Загальні правила виконання креслень

Всі креслення виконуються на листах формату А1, які можуть ділитися (без розрізання) на листи меншого формату, а сторони повинні бути кратні розмірам формату А4. Загальний вигляд електричного апарата (пристрою) та електромеханічного обладнання енергоємних виробництв допускається виконувати на двох листах формату А1 із загальним для обох листів основним написом.

Переважними є такі масштаби: зменшення 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; збільшення 2:1; 5:1; 10:1; 20:1; натуральна величина 1:1 [11, 17, 22]. Якщо на форматі всі креслення виконані в одному масштабі, то його значення проставляють у графі «Масштаб» основного напису. Товщина ліній видимого контуру повинна бути однаковою для всіх зображень на даному кресленні і в два – три рази більше товщини ліній невидимого контуру, осьових, центральних, виносних, розмірних та ін. Шрифти повинні бути виконані з нахилом букв і цифр до основи рядка біля 75 градусів з висотою малих букв не менше за 2,5 мм.

Основна вимога до графічної частини полягає в тому, що вона повинна повністю надавати уявлення про конструктивні, схемні та технологічні рішення, які прийняті в роботі.

Графічна частина дипломного проєкту орієнтовно може включати в себе такий перелік креслень:

- загальний вид і (або) складальне креслення електричного апарата та/або електромеханічного обладнання енергоємних виробництв (1 – 2 листи формату А1);
- вузли і деталі апарата чи пристрою (1 лист формату А1);
- принципова електрична схема головного кола апарата чи пристрою (перетворювача, РПН і тощо) (1 лист формату А1);
- принципова схема системи керування електричного апарата чи електромеханічного обладнання енергоємних виробництв (перетворювача, РПН, релейної шафи КРП і т.п.);
- монтажна схема (або схема зовнішніх з'єднань) головного кола або системи керування;
- графіки з результатами розрахунків, проведених у ПЗ;
- технологічна схема виготовлення апарата (його вузли, деталі), пристрою.

Загальна кількість креслень має бути не меншою за 2 листи формату А1.

6.5 Основні вимоги до креслень

Креслення деталей, складальних одиниць, габаритні і монтажні креслення повинні бути виконані згідно з ГОСТ 2.109-73 (пересмотрений та редагований у 2002), що діє як міждержавний стандарт.

Складальне креслення показує розташування і взаємні зв'язки складових частин, що з'єднуються за даним кресленням, деталей і складальних одиниць, і повинне забезпечувати можливість збирання і контролю складальної одиниці. Розміри, граничні відхилення і технічні вимоги наводяться тільки такі, що повинні бути виконані або проконтрольовані за даним складальним кресленням. Як довідкові вказуються номери позицій складових частин, що входять у виріб.

На складальних кресленнях загального виду пристрою (виробу) потрібно проставляти максимальні значення габаритних розмірів, а також установчі, приєднувальні розміри з граничними відхиленнями і довідкові розміри (з позначенням зірочкою). Загальний вид апарата повинен виконуватись в двох – трьох проєкціях із вказівкою основних і установчих розмірів.

Форма і порядок виконання специфікації визначається ГОСТ 2.108-96, що діє як міждержавний стандарт. Специфікація, яка визначає перелік складальної одиниці, надається в табличній формі на окремих листах формату А4. Розділи специфікації розташовуються в такій послідовності: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Наявність розділів визначається складом виробу, що специфіцірується. Найменування кожного розділу вказують у вигляді заголовка в графі «Найменування» і підкреслюють суцільною тонкою лінією. В графі «Поз.» вказують порядковий номер складових частин, які входять у виріб. Нумерація наскрізна від розділу до розділу. Можна резервувати позиції.

На складальному кресленні всі складові частини нумерують згідно з номерами позицій, вказаними в специфікації цієї складальної одиниці. Номер позицій наносять над полічками ліній-виносок, які проводять тонкими суцільними лініями від зображень складових частин і які починаються крапкою на зображенні. Номер позицій вказують на тих зображеннях, де ця складова частина проєктується як видима, в найнагляднішому вигляді, причому перевагу надають основним виглядам або розміщеним на їх місці розрізам. Номер позицій

повинні бути розташовані паралельно основному напису креслення поза контуром зображення, їх групують у рядок або стовпець, якщо можливо на одній лінії. Номери позицій проставляють на кресленні як правило один раз. Допускається повторно вказувати номери позицій однакових частин виробу. Розмір шрифту, яким виконують номери позицій, повинен бути на один – два номери більший від шрифту, прийнятого на кресленні для розмірних чисел. Лінії-виноски не повинні перетинатися між собою та по можливості не повинні бути паралельні осьовим лініям, лініям штрихування розрізів та перерізів. Можна проводити загальну лінію-виноску з вертикальним розташуванням номерів позицій для групи кріпильних деталей (наприклад: болт, гайка, шайба), що належать до одного місця кріплення, або групи деталей з виразним взаємозв'язком, якщо лінію-виноску від кожної складової частини провести неможливо. У цих випадках лінію-виноску відводять від закріпленої складової частини.

Креслення деталі повинно мати: мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів), які з урахуванням умовностей та спрощень розкривають форму деталі; необхідні розміри з граничними відхиленнями; граничні відхилення форми та розташування поверхонь; вимоги щодо шорсткості поверхонь; позначення матеріалу деталі; позначення покриття і термообробки; технічні вимоги. Основні вимоги до робочого креслення деталі встановлюються згідно з ГОСТ 2.109-73, а основний напис – згідно з ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.

В основному напису креслення деталі (таблиця креслення) необхідно вказати матеріал, що застосовується, і дати його позначення відповідно до встановлених стандартів або технічних умов. Якщо на матеріал є два стандарти, що характеризують його сортамент і якісний склад, то треба вказати обидва стандарти, наприклад:

Круг $\frac{40\text{ГОСТ } 1133-71}{У10\text{ГОСТ } 1435-99}$

де в чисельнику вказаний розмір кола (40 мм), а в знаменнику – якісний склад сталі (інструментальна У10) (див. рисунок 6.3, б).

6.6 Нанесення розмірів і граничних відхилень

Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю деталей (виробів) електричного апарата (пристрою) або електромеханічного обладнання енергоємних виробництв ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 [10]).

Довідкові розміри виробів, що не підлягають виконанню за даним кресленням, позначають на ньому зірочкою (*), а в технічних вимогах записують так: «*Розміри для довідок». Лінійні розміри і граничні відхилення на кресленнях вказують у міліметрах, без позначення одиниць вимірювання (див. рисунок 6.3).

Розміри на кресленнях проставляють з використанням розмірних чисел і ліній креслення. Розмірні лінії з обох кінців обмежують стрілками, що упираються в контурні, виносні і осеві лінії. Необхідно уникати перетину розмірних і виносних ліній. Розмірні числа наносять над розмірною лінією як можна ближче до її середини. Всі розміри повинні мати граничні відхилення. Граничні відхилення вказують на кресленнях одним з трьох способів:

а) умовними позначеннями полів допусків, наприклад, 10H7, 10h7, 10js14;

б) числовими значеннями граничних відхилень, наприклад, $10^{+0,1}$, $10_{-0,1}$, $10\pm 0,1$;

в) умовними позначеними полів допусків з вказівкою числових значень граничних відхилень, наприклад,

$$10H7^{+0,018}; \quad 12c8\left(\begin{smallmatrix} +0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}\right).$$

Граничні відхилення, що повторюються багато разів на кресленні з відносно низькою точністю, можна не проставляти, при цьому у технічних вимогах лід зробити відповідний запис, наприклад, «не вказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інших js14».

6.7 Нанесення граничних відхилень форми і розташування поверхонь

Дані про граничні відхилення форм і розташування поверхонь

(ДСТУ ГОСТ 2.308:2013) вказують у прямокутній рамці, розділеній на дві або три частини, в яких вміщують: в першій – знак відхилення; у другій – граничне відхилення в міліметрах; в третій – буквені позначення базової або іншої поверхні, до якої відноситься відхилення розташування, наприклад:

–	0,1
---	-----

//	0,1	A
----	-----	---

Базу позначають умовним знаком (рівнобічним зачерненим трикутником з висотою, приблизно рівною розміру шрифту розмірних чисел). Рамку креслять суцільною тонкою лінією; висота букв, цифр і знаків повинна дорівнювати розміру шрифту розмірних чисел. Рамку з'єднують з елементом, до якого відноситься граничне відхилення, прямою або ламаною лінією, що закінчується стрілкою [11]. Умовні позначення знаків відхилень наведені в таблиці 6.1.

6.8 Позначення шорсткості поверхні

Згідно з ДСТУ EN ISO 1302:2018 вимоги до зовнішньої текстури поверхні вказуються в технічній документації на виріб за допомогою декількох варіантів графічних символів (рисунок 6.1).

Символи на рисунку 6.2 означають наступне:

a – основний графічний символ зовнішньої текстури поверхні, вид обробки поверхні не оговорюється;

б – зазначена шорсткість поверхні отримується шляхом видалення шару матеріалу;

в – зазначена шорсткість поверхні отримується без видалення шару матеріалу (наприклад, литтям або штампуванням).

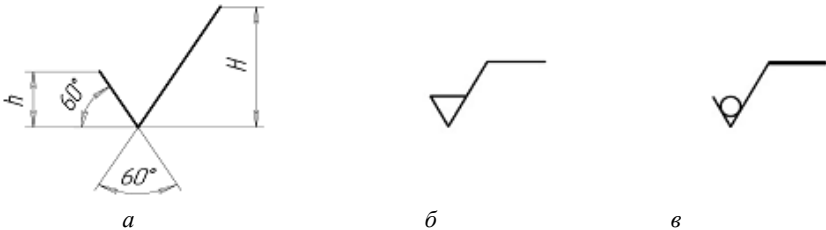


Рисунок 6.2 – Позначення шорсткості поверхні

Висота h повинна дорівнювати висоті цифр розмірних чисел, висота $H = (1,5-3) \cdot h$. Структура позначення шорсткості поверхні у відповідності до ДСТУ EN ISO 1302:2018 наведена на рисунку 5.2.

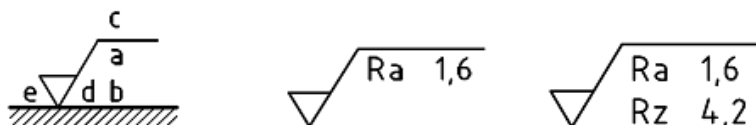


Рисунок 6.3 – Структура позначення шорсткості поверхні

На позиціях a і b рисунку 6.2 розташовують чисельні значення параметрів шорсткості поверхні та їх позначення, наприклад:

На позиціях рисунку 6.2 крім того вказано наступне:

c – розташовується позначка способу обробки поверхні (наприклад, полірувати або шабрувати);

d – вказується тип напрямку нерівностей (наприклад, "X", "M", "=");

e – припуск на обробку в міліметрах.











Ряди значень середнього арифметичного відхилення профілю R_a , висоти нерівностей профілю R_z та співвідношення цих параметрів до базової довжини l наведені в таблиці 6.2 (найбільш вживані значення підкреслені).

6.9 Нанесення на креслення технічних вимог

Технічні вимоги розташовуються над основним написом у вигляді колонки, ширина якої повинна бути не більшою від основного напису (185 мм). Між технічними вимогами і основним написом не повинно бути зображень, таблиць, інших написів і вільного простору (ГОСТ 2.316-2008). У технічних вимогах викладають вимоги, що ставляться до матеріалів, термічної обробки, розмірів граничних відхилень, якості поверхонь, до налагодження і регулювання виробів, умов і методів випробувань, маркування, клеймування, транспортування і зберігання. Пункти технічних вимог повинні мати наскрізну нумерацію. Заголовок «Технічні вимоги» не пишуть, за винятком випадків,

коли необхідно вказати технічну характеристику, яку розміщують на вільному полі креслення під заголовком «Технічна характеристика», а над технічними вимогами вміщують заголовок «Технічні вимоги». Обидва заголовки не підкреслюють.

Таблиця 6.1 – Умовні позначення знаків відхилень

Група допусків	Вид допуску	Умовні позначення
Допуск форми	Допуск прямолінійності	—
	Допуск площини	
	Допуск кола	
	Допуск циліндричності	
	Допуск профілю поздовжнього перетину	=
Допуск розташування	Допуск паралельності	//
	Допуск перпендикулярності	⊥
	Допуск нахилу	∠
	Допуск співвісності	
	Допуск симетричності	≡
	Позиційний допуск	⊕
	Допуск перетину осей	×
Сумарні допуски форми і розташування	Допуск радіального биття	
	Допуск торцевого биття	
	Допуск повного радіального биття	
	Допуск повного торцевого биття	
	Допуск форми заданого профілю	
	Допуск форми заданої поверхні	

6.10 Основні написи на графічній частині

Позначення в написах та номерах креслення виконується у відповідності до наведеної схеми (рисунки 6.4, 6.6). Шифр документа кресленнязначається у відповідності до таблиці 6.4. При цьому обов'язковими є підписи розробника, особи, яка перевіряє дипломний проєкт (роботу) і нормоконтролера, для креслення загального виду вводять додатковий підпис особи, що затверджує КП. Функцію розробника виконує студент, а керівник КП і нормоконтролер – це особа, що перевіряє його, а завідувач кафедри – особа, що затверджує.

Таблиця 6.2 – Ряди значень середнього арифметичного відхилення профілю Ra та висоти нерівностей профілю Rz

Значення параметрів, мкм		Базова довжина l, мм
Rz, мкм	Ra, мкм	
<u>400</u> ; 320; 250; <u>200</u> ; 160; 125; <u>100</u> ; 80; 63; <u>50</u>	<u>100</u> ; 80; 63; <u>50</u> ; 40; 32; <u>25</u> ; 20; 16; <u>12,5</u> ; 10; 8; <u>6,3</u>	8
<u>50</u> ; 40; 32; <u>25</u> ; 20; 16; 12,5	<u>6,3</u> ; 5;4; <u>3,2</u> ; 2,5; 2; <u>1,6</u>	2,5
12,5; 10; 8; <u>6,3</u> ; 5; 4; <u>3,2</u> ; 2,5; 2; 1,6	<u>1,6</u> ; 1,25; 1; <u>0,8</u> ; 0,63; 0,5; <u>0,4</u>	0,8
1,6; 1,25; 1; <u>0,8</u> ; 0,63; 0,5; <u>0,4</u> ; 0,32; 0,25; <u>0,2</u> ; 0,160; 0,125; <u>0,1</u>	<u>0,4</u> ; 0,32; 0,25; <u>0,2</u> ; 0,16; 0,125; <u>0,1</u> ; 0,08; 0,063; <u>0,05</u> ; 0,04; 0,032; <u>0,025</u>	0,25
<u>0,1</u> ; 0,08; 0,063; <u>0,05</u> ; 0,040; 0,032; <u>0,025</u> ; 0,020	<u>0,025</u> ; 0,020; 0,016; <u>0,012</u> ; 0,010; 0,008	0,08

6.11 Позначення конструкторської документації

Кожному кресленню привласнюється позначення відповідно до ГОСТ 2.201-80. В КП позначення необхідно виконувати згідно зі структурою коду класифікаційної характеристики будь-якого виробу (деякі класи електричних та електронних апаратів або електромеханічного обладнання енергоємних виробництв та їх вузлів вказано в таблиці 6.3) та рисунках 6.4 і 6.5.

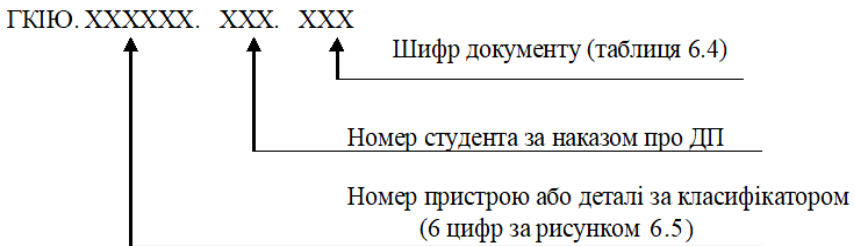


Рисунок 6.4 – Схема позначення креслень

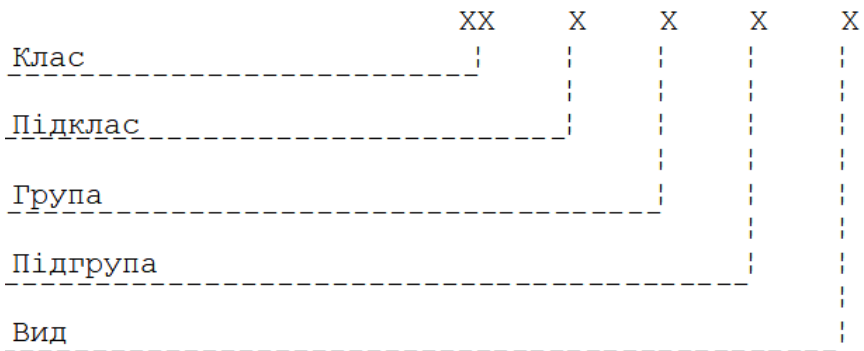


Рисунок 6.5 – Структура коду класифікаційної характеристики

Деякі вибірки з сітки класів наведені в таблиці 6.3. Підклас, групу, підгрупу, вид вибирають на підприємстві під час переддипломної практики, в літературних джерелах бібліотеки НУ «Запорізька політехніка» (ауд. 511), в «Класификаторе», який можна знайти в методичних матеріалах кафедри ЕЕА (ауд. 226 а) або завантажити за посилан-

ням <https://dwg.ru/dnl/12054>.

Таблиця 6.3 – Сітка деяких класів класифікатора по ЄСКД

Но- мер кла- су	Найменування класу	Но- мер кла- су	Найменування класу
28	Оснастка технологічна. Інструмент ріжучий	67	Трансформатори. Конденсатори. Апарати електричні напругою вище 1000 В. Комплектні пристрої. Джерела світла. Електромагніти
29	Оснастка технологічна, крім інструмента ріжучого		
30	Складальні одиниці загальні машинобудівельні	71	Деталі – тіла обертання: кільця, диски, стрижні, шківни, втулки, блоки, вали, осі тощо
44	Обладнання технологічне специфічне	72	Деталі – тіла обертання: труби, елементи зубчатого зачеплення; розрізні сектори; сегменти і т. ін.
56	Джерела електричної енергії, системи електрозабезпечення Комплекти електрообладнання	73	Деталі – не тіла обертання корпусні, опорні, ємнісні
64	Апарати електричні комутаційні на напругу до 1000 В включно	74	Деталі – не тіла обертання: площинні, важільні, вантажні, тягові, вигнуті з листів, штаб, стрічок, профільні, труби

- * Розміри для довідок
- 2 Електричний монтаж виконати за схемою ГКІЮ.435311.003.001 З4.
 - 3 Паяти припоєм Пр.В КрЗ ПОС-61 ГОСТ 21931-76.
 - 4 Щільність прилягання в контактних з'єднаннях контролювати за ГОСТ 17441-82.
 - 5 Між охолоджувачем силового блоку поз.6 і кожухом поз.13 проклеїти гумовий ущільнювач поз.88
 - 6 Між кожухом поз.13 та задньою стінкою шафи поз.1 проклеїти ущільнювач поз.88

					ГКІЮ.435311.003.001 СК			
					<i>Туристський збудник</i>			<i>Лит.</i>
					<i>ТЭП-320/48-1122-ВСД-П1-0 УХЛ4</i>			<i>Маса</i>
					<i>Складальне креслення</i>			<i>Масштаб</i>
<i>Зм. Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		0	210	1:10	
<i>Разроб.</i>					<i>Аркуш 1</i>		<i>Аркушів 2</i>	
<i>Перев.</i>					<i>НУ "Запорізька політехніка"</i>			
<i>Н. контр.</i>					<i>Е-412</i>			
<i>Затв.</i>								

Формат А3

а

					ГКІЮ.721373.011			
					<i>Шестерня</i>			<i>Лит.</i>
					<i>Сталь 40Х ГОСТ 4543-71</i>			<i>Масса</i>
<i>Изм. Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		А	1,27	1:1	
<i>Разроб.</i>					<i>Лист</i>		<i>Листов 1</i>	
<i>Проб.</i>					<i>НУ "Запорізька політехніка"</i>			
<i>Т.контр.</i>					<i>Е-412</i>			
<i>Н.контр.</i>								
<i>Утв.</i>	<i>Андрієнко</i>							

Копирвал **Формат А3**

б

Рисунок 6.6 – Приклади заповнення рамки на кресленні:

- а – заповнення рамки складального креслення пристрою;
 б – заповнення рамки креслення деталі з матеріалом.

Таблиця 6.4 – Шифр графічного документу [3]

Найменування документа	Шифр
Складальне креслення	СК
Загальний вигляд	ВЗ
Складальне креслення першого вузла	СК 1
Другого вузла (у випадку необхідності)	СК 2
Технологічна схема складання	ТСС
План розташування обладнання	ПРО
Розрахункові графіки, діаграми	РГД
Деталювання першого вузла	01
Схема структурна	Е1
Схема функціональна	Е2
Схема електрична принципова	Е3
Схема електрична з'єднань	Е4
Схема підключення	Е5
Схема електрична загальна	Е6

6.12 Специфікації до графічної частини курсового проєкту

Специфікації до графічної частини КП є самостійним конструкторським документом і не входять у зміст пояснювальної записки, але комплектуються разом з нею, тобто підшиваються після додатків.

6.13 Правила оформлення посилань та цитат в курсовому проєкті та доповіді

Шановні студенти! Для успішного захисту КП, звісно, окрім безпосередньо його виконання, ви маєте підготувати доповідь (також представити письмову версію цієї доповіді), та так само самий дипломний проєкт (роботу). Найчастіше за все у студентів виникають питання, пов'язані з тим, як правильно оформити цитату з книги, статті, навчальних посібників, або як саме необхідно посилатися на інші роботи, не цитя їх. Рекомендуємо Вам скористатися наступними правилами протягом підготовки своїх робіт.

6.14 Оформлення цитат

Якщо Ви наводите (дослівну) цитату з роботи іншого автора, то цю цитату необхідно взяти в лапки та поставити посилання після неї на джерело.

Наприклад, Вам необхідно процитувати уривок з книги Б. В. Клименко «Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту», цитата має бути оформлена таким чином:

Як зазначає в своїй книзі Б. В. Клименко «численні дослідження, проведені науковцями у різних країнах, показали можливість застосування в електричних контактах замість оксиду кадмію оксидів інших металів, серед яких особливу увагу привертає екологічно безпечний оксид олова. Композиції срібла з кількістю оксиду олова (SnO_2) 8%, 10% та 12% маси в останні роки знаходять все більш широке застосування як контактні матеріали для низьковольтних комутаційних апаратів» [21].

Увага! Не забувайте включити повне посилання на роботу в **ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ** наприкінці проєкту.

Також необхідно виокремити крос-цитування, тобто це така ситуація, коли Ви в своїй роботі цитуєте чийсь думки не з оригінального джерела, а по роботі (статті) іншого автора. Наприклад, в своєму КП Ви вирішили процитувати закони Кірхгофа або Ома, які знаходяться в книзі В. Е. Родзевича «Загальна електротехніка». Але якщо Ви не збираєтесь читати роботи Кірхгофа та Ома а ні в оригіналі, а ні в перекладі, тоді не треба оформляти цитати з робіт цих авторів, нібито Ви самі знайшли її, читаючи їх статті. Необхідно зробити крос-цитування та ввести в перелік літератури тільки книгу В. Е. Родзевича «Загальна електротехніка», звідки Ви взяли цитату про закони. Це можна зробити таким чином:

В своїй книзі «Загальна електротехніка» В. Е. Родзевич, при наданні рекомендацій щодо розрахунку найпростіших нерозгалужених замкнених електричних кіл зазначає, що це можна зробити за допомогою відомого закону Ома. А далі вказує, що «...при розрахунку розгалужених електричних кіл використовують два закони Кірхгофа» через те, що «...перший закон Кірхгофа можна сформулювати так: алгебраїчна сума струмів у вузлі електричного кола дорівнює нулю» [32].

6.15 Оформлення посилань без цитування

Оформлення посилань без цитування здійснюється, якщо Ви маєте на меті просто переповісти чийсь думку без наведення дослівної цитати. Це краще це зробити таким чином, наприклад:

Б. В. Клименко [20] навів результати досліджень, які показали можливість застосування в електричних контактах замість оксиду кадмію оксидів інших металів, серед яких особливу увагу привертає екологічно безпечний оксид олова.

6.16 Оформлення переліку джерел посилання

Перелік використаної літератури оформлюється у відповідності до ДСТУ 3008:2015 та ДСТУ ГОСТ 7.1:2006.

При виконанні проєкту (роботи) першочерговою інформацією про перелік посилань студент отримує від керівника. На кафедрі електричних та електронних апаратів студент може отримати список рекомендованої літератури, ДСТУ і ГОСТ у допомогу до дипломної роботи, складений викладачами кафедри разом зі співробітниками університету. Проте основні відомості студент повинен отримати при самостійному пошуку інформації за темою роботи в каталогах бібліотек, довідково-бібліографічному відділі (реферативні журнали), у відділі періодичної літератури, секторі інформації та патентному відділі НУ «Запорізька політехніка» (електронний ресурс www.zp.edu.ua).

Наприкінці КП обов'язково наводиться перелік літератури, котрею Ви фактично скористалися при підготовці свого проєкту. Необхідно вносити в перелік літератури лише ті джерела, які були дійсно опрацьовані, задіяні та прочитані Вами. Зазвичай джерела, що було використано, надаються в алфавитному порядку (по першій букві прізвища автора). Якщо Ви користуєтесь іншомовною літературою, то вона надається мовою оригінала. В переліку літератури обов'язково має бути нумерація. Для Інтернет-ресурсів мають бути прізвище автора та ініцали, назва статті, рік, точна адреса статті (посилання на веб-сторінку). Дивіться **ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ** цих методичних вказівок, як приклад.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Andrienko, P.D. Switching Transients in Electrical and Electronic Apparatus / P.D. Andrienko, O. V. Blyzniakov, M.I. Kotsur – Zaporizhzhia: NU «Zaporizhzhia polytechnic», 2021. – 128 p.
2. Electromagnets Calculations: Methodical Instructions to Perform the course work: "Fundamentals of Electrical Apparatuses Theory" for the students studying on the direction 141– Electromechanics / comp.: O. V. Blyznjakov, L. S. Skrupskaya. – Zaporizhzhza : ZNTU, 2017. – 18 p.
3. Methodical instructions for the course project on the subject: "High Voltage Apparatus" for the students of the specialty 141 – "Power, Electrical and Electromechanical Engineering" / Comp.: A. Afanasiev., V. Vasilevskij – Zaporozhye: "Zaporizhzhia Polytechnic" National University, 2020. – 18 p.
4. Methodical instructions to the calculation and graphic task in the discipline "Fundamentals of the theory of electrical devices" for students of all educational forms of the first (bachelor) higher education level of specialty 141 – Electric power, electrical and electromechanical engineering (educational program "Electrical and electronic devices)" / Compiled by O.V. Blyzniakov. – Zaporizhzhia: Zaporizhzhia Polytechnic NU, 2021. – 18 p.
5. Nemykina, O.V. Renewable and alternative energy sources: Tutorial with parallel text /O.V. NNemykina, O.V. Renewable and alternative energy sources: Tutorial with parallel text /O.V. Nemykina, A.V. Blyzniakov – Zaporizhzhia: Zaporizhzhia PolytechnicNational University Publishing House, 2021 – 353 p. ISBN 978-617-529-308-9emykina, A.V. Blyzniakov – Zaporizhzhia: Zaporizhzhia PolytechnicNational University Publishing House, 2021 – 353 p.
6. Snigirov, V. M. Electromechanical devices of automation / V. M. Snigirov, L. B. Zhornyak. – Zaporizhzhia: ZPNU, 2020 – 113 p.
7. Афанасьев, О. І. Електричні апарати високої напруги / О. І. Афанасьев, Л. Б. Жорняк, В. М. Щусь. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 356 с.
8. Близняков, О. В. Дослідження та випробування електричних апаратів: Навчальний посібник [Текст] / О. В. Близняков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2005. – 94 с.

9. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К.: ДП «УкрНД-НЦ», 2016. – 31 с.

10. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений (ГОСТ 2.307-2011.IDT).

11. ДСТУ 3020-95. Апарати комутаційні низьковольтні (ГОСТ 12434-93. Аппараты коммутационные низковольтные). – 36 с.

12. ДСТУ 3025-95. Вимикачі автоматичні низьковольтні (ГОСТ 9098-93. Выключатели автоматические низковольтные – Low-voltage automatic switches). – 32 с.

13. ДСТУ 3335-96. Шафи негерметизованих комплектних пристроїв та комплектних розподільних пристроїв та комплектних трансформаторних підстанцій [Текст] – К.: Держстандарт України, 1996. – 12 с.

14. ДСТУ 3440-96. Системи енергетичні. Терміни та визначення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://online.budstandart.com>

15. ДСТУ EN 50160-2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.loe.ant.lviv.ua/>

16. ДСТУ EN 60947-5-1:2015 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Частина 5-1. Пристрої розподільчих кіл і перемикальні елементи. Електромеханічні пристрої розподільних кіл (EN 60947-5-1:2004, IDT). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page>

17. ДСТУ IEC 60947-6-1:2007 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні Частина 6-1. Багатофункційне обладнання. Перемикальне комутаційне обладнання (IEC 60947-6-1:2005, IDT) Видання офіційне Київ ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2007. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.esludger.com.ua/Brochures/AVR/DSTU_IEC_60947_6_1.pdf

18. Жорняк, Л. Б. Електричні апарати автоматики та керування / Л. Б. Жорняк, М. В. Антонова, В. В. Василевський. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 414 с.

19. Збірник нормативних документів з питань організації заочного навчання у вищих навчальних закладах України/ за редакцією

20.Клименко, Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний-посібник [Текст] / Б. В. Клименко. – Харків: Точка, 2012. – 340 с.

21. Клименко, Б. В. Електричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі: навчальний посібник [Текст] / Б. В. Клименко. – Харків: Точка, 2009. – 272 с.

22. Клименко, Б. В. Комутаційна апаратура, апаратура керування, запобіжники. Терміни, тлумачення, коментарі: навчальний посібник [Текст] / Б. В. Клименко. – Харків: Талант, 2008. – 208 с.

23.Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра студентами спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітні програми «Електричні та електронні апарати» та «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв») всіх форм навчання // уклад.: П. Д. Андрієнко, Л. Б. Жорняк, В. В. Василевський. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 66 с.

24.Методичні вказівки до виконання науково-дослідного курсового проекту для студентів усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні та електронні апарати») / Укл.: П.Д. Андрієнко, О.В. Близняков. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 11 с.

25.Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Електричні апарати високої напруги" для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / уклад. О. І. Афанасьєв, В. В. Василевський. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 28 с.

26.Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Основи силової електроніки» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання / Укл.: М.Л. Антонов, М.В. Антонова – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка»- 57 с.

27.Методичні вказівки до курсової та самостійної робіт з дисципліни «Електричні апарати» для студентів денної форми навчання спеціальності 6.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» / Укл. О. Г. Стаценко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010. – 42с.

28.Методичні вказівки до підготовки і захисту магістерських робіт для студентів усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні та електронні апа-

рати)) / Укл.: П. Д. Андрієнко, О. В. Близняков. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 17 с.

29.Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання з дисципліни «Основи теорії електричних апаратів» для студентів усіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма "Електричні та електронні апарати") / Укл.: О. В. Близняков. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 18 с.

30.Осташевський, М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник [Текст] / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків: ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.

31.Правила улаштування електроустановок. 2-ге вид. перероб. і доп. [Текст] – Харків: Вид-во «ФОРТ», 2009. – 736 с.

32.Родзевич, В. Е. Загальна електротехніка: Навч. посібник [Текст] / В. Е. Родзевич. – К.: Вища шк., 1993. – 183 с.

33.Розрахунок електромагнітів: Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Основи теорії електричних апаратів» для студентів спеціальності 141 –Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка усіх форм навчання / уклад.: О. В. Близняков, Л. С. Скрупуська. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. – 18 с.

34.Розрахунок теплових режимів електричних апаратів: Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання з дисципліни: «Основи теорії електричних апаратів» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка усіх форм навчання / уклад.: О. В. Близняков, Л. С. Скрупуська – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. – 14 с.

35. Серєда, О. Г. Захист розгалуженої мережі електропостачання з розподіленим навантаженням від обриву нейтрального провідника / О. Г. Серєда // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Електроенергетичні та електромеханічні системи. – 2014. – № 785. – С. 66-73. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VNULPEEC_2014_785_13.pdf

36.

37.Снігірьов, В. М. Електромеханічні апарати автоматики / В. М. Снігірьов, Л. Б. Жорняк. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 120 с. Електронний рерурс: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/3991>

38.<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3969>

39.<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1711>

40.<http://eir.zp.edu.ua/?locale=uk>

41.<http://library.zp.edu.ua>

42.<http://library.zp.edu.ua:8081/lib2web/DocSearchForm>

ДОДАТОК А

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			ГКІЮ.674522.001 СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Каркас	1	
		3		Короб	1	
				<u>Деталі</u>		
		4		Тяга	3	
		5		Трубка	1	
		6		Кріплення	1	
		7		Шарнір	4	
		8		Двері	1	
		9		Направляюча	4	
		10		Кільце	4	
		11		Контакт вимикача	2	
		12		Контактна шина	1	
		13		Лист	1	
		15		Пластина контактна	1	
		16		Втулка	2	
		17		Стінка	1	
			ГКІЮ.674522.001			
Зм.	Арк.	№ аркуш	Підп.	Дата		
Розроб.		Башликов В.В.				
Перев.		Поляков М.О.				
Н.контр.		Поляков М.О.				
Затв.		Андрієнко П.Д.				
Комірка КСО					Арк.	Аркуші
					4	1
					НУ "Запорізька політехніка" Р-413	

