

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проєкту з дисципліни
«Основи проєктування електромеханічних пристроїв та
систем» студентами спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
(освітні програми «Електричні та електронні апарати» та
«Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв»)
всіх форм навчання

2020

Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи проєктування електромеханічних пристроїв та систем» студентами спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітні програми «Електричні та електронні апарати» та «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв») всіх форм навчання. Укл.: Л. Б. Жорняк, О. О. Каплієнко, С.І. Шило. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 40 с.

Укладачі:

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

Рецензент:

О. В. Близняков, доцент, к. т. н.

Відповідальний
за випуск:

Р. Е. Мохнач, завідувач лабораторією

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні і електронні апарати”.
Протокол № 1
від 17 серпня 2020 р.

Рекомендовано до видання
НМК ЕТФ.
Протокол №1
від 17 вересня 2020 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Загальні вказівки до курсового проєкту.....	10
2 Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів курсових проєктів.....	11
2.1 Мета виконання курсового проєкту (роботи).....	11
2.2 Завдання на курсовий проєкт.....	11
2.3 Зміст курсового проєкту.....	11
2.4 Захист курсового проєкту (презентація).....	12
3 Перелік можливих тем курсових проєктів (робіт).....	13
4 Методичні особливості виконання курсового проєкту (роботи).....	13
5 Критерії оформлення, оцінки та виконання курсового проєкту (роботи).....	16
6 Рекомендації щодо виконання окремих розділів курсових проєктів (робіт).....	17
6.1 Структура курсового проєкту.....	17
6.2 Графічна частина роботи	19
6.3 Специфікації	20
6.4 Загальні правила виконання креслень.....	20
6.5 Основні вимоги до креслень.....	21
6.6 Нанесення розмірів і граничних відхилень	23
6.7 Нанесення граничних відхилень форми і розташування поверхонь	24
6.8 Позначення шорсткості поверхні.....	24
6.9 Нанесення на креслення технічних вимог	28
6.10 Основні написи на графічній частині	28

6.11 Позначення конструкторської документації.....	28
6.12 Специфікації до графічної частини курсового проєкту....	31
6.13 Правила оформлення посилань та цитат в дипломних проектах, доповідях та дослідницьких роботах.....	31
6.14 Оформлення цитат.....	32
6.15 Оформлення посилань без цитування.....	33
6.16 Оформлення переліку джерел посилання	33
Перелік джерел посилання.....	34
Додаток А.....	39

ВСТУП

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 електромеханічних ЕМПС є контактна система (виконавчий орган) з різноманітними типами приводів – ручним, електромагнітним, механічним тощо. Процеси, що протікають в ЕМПС, визначаються різноманітними фізичними явищами, які вивчаються в електродинаміці, механіці, термодинаміці та інших фундаментальних наукових дисциплінах.

Функціонування електромеханічних пристроїв та систем зале-

жить від забезпечення працездатності їх основних частин – виконавчого органу (електричних контактів для електромеханічних пристроїв та систем), приводу та передаточного механізму.

У сучасних умовах, коли швидко зростає складність конструкцій виробів та технічних систем, час їх створення невідомо зменшується, а термін служби має збільшуватися, коли треба забезпечити їх конкурентоспроможність на світовому ринку, вимоги до інженерної продукції та до процесу її створення невідомо 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 ЕМПС як базової дисципліни з фаху має два напрями:

- студент засвоює фундаментальні теоретичні основи різноманітних фізичних явищ, що відбуваються в електричних апаратах, 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 курсового проекту з електромеханічних пристроїв та систем, електричного апарата (або його окремих частин). тобто навчання в процесі проектування.

Вирішуючи проблему створення електротехнічного пристрою студент-розробник буде звертатися не тільки до теорії електричних апаратів, а й до механіки, фізики, математики, електротехніки, інженерного креслення і 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 курсовому проекті студенту пропонується розробити ЕМПС, або його частину. Тематика, зміст і обсяг проекту сформульовані відповідно теоретичній спрямованості дисципліни.

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

У результаті виконання проекту, тобто розробки апарата, 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, розробка алгоритму розрахунків, зміст розрахунків та отримані результати.

За результатами теоретичного та практичного опанування дисципліни студент повинен:

знати:

- фізичні процеси, що відбуваються в електричних апаратах та методи їх аналізу;
- принципи роботи основних елементів електричних апаратів та співвідношення для їх розрахунків;
- принципи роботи основних груп електричних апаратів, які використовуються в системах електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, електропостачання промислових підприємств при автоматизації виробничих процесів та електропривода;
- основні напрями застосування електричних апаратів, 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, встановлен-

ня 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 дисципліни по відношенню до електричних апаратів ставиться задача, в першу чергу, якісного вивчення фізичних явищ, що відбуваються в їх частинах взагалі, а в курсовій роботі, зокрема, отримання первісних навичок їх проектування 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 проектування.

Успішне виконання курсових проєктів (цілеспрямоване отримання необхідного кінцевого результату) базується на принципах і методологічних підходах системного проектування (проектування 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 задачі 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 визначаються лише фізико-технічними, а не економічними факторами, тому при проектуванні необхідно виконувати інженерні розрахунки;

- конструювання виробів виконується з урахуванням можливості й 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 й 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;

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

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО КУРСОВОЇ 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. 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 повинна бути оформлена відповідно до вимог ДСТУ 3008:2015 і мати такі структурні елементи:

- 1) Титульний лист – додаток А.
- 2) Завдання на курсову роботу, оформлене на спеціальному бланку – додаток Б.
- 3) Реферат.
- 4) Зміст пояснювальної записки.
- 5) Текст пояснювальної записки.
- 6) Висновки за результатами роботи.
- 7) Перелік джерел посилання (список літератури, що використовувалася).
- 8) Додатки.

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 рукописного тексту.

2 СКЛАД, ОБСЯГ І ТЕРМІНИ ВИКОНАННЯ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ

За навчальним планом у 8 семестрі передбачається виконати курсовий проєкт з дисципліни «Основи проєктування електромеханічних пристроїв та систем».

2.1 Мета виконання курсового проєкту (роботи)

Розробити необхідні інноваційні технічні рішення 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 дисципліни.

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, високовольні 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 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);
- розробка приводу апарату (зазвичай це є електромагнітний пристрій);
- розробка конструкції апарату загалом і його техніко-

економічні показники.

Виконання курсового проєкту має на меті таке:

- огляд існуючих конструкцій і аналіз 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 звичайно 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 курсової роботи.

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 одержан-

них 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.

3 ПЕРЕЛІК МОЖЛИВИХ ТЕМ КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ (РОБІТ)

- 1 Електромеханічні реле.
- 2 Електромагнітні реле.
- 3 Контактори.
- 4 Магнітні пускачі.
- 5 Автоматичні вимикачі.
- 6 Багатоамперні електричні апарати.
- 7 Роз'єднувачі високої напруги.
- 8 Вимикачі високої напруги.
- 9 Електромагнітні вимикачі високої напруги.
- 10 Проектування електромагнітних систем постійного та змінного струму.
- 11 Теплове проектування елементів електричних апаратів.
- 12 Проектування контактних систем електричних апаратів.
- 13 Проектування контактно-дугогасних пристроїв електричних апаратів.
14. Електричні та електронні апарати перетворювальної техніки.

4 МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

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 можли-

вість 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 проектом дає можливість отримати, принаймні, два результати.

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

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

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

Таблиця 4.1 – Індивідуальні навички

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

Таблиця 4.2 – 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 4.3 – Навички роботи в групах

Учитися працювати в групах	Учитися очолювати команду й організовувати проведення зустрі-чей
Брати участь у процесі прийняття рішень	Здобувати навички співробітницт-ва
Розвивати почуття такту й дипло-матичність	Керувати людьми й направляти їхню діяльність

Таблиця 4.4 – Робота з особистою самосвідомістю:

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

Таблиця 4.5 – Навички спілкування:

Виносити свою роботу на обгово-рення в ясній й ефективній формі (письмово або усно)	Удосконалювати навички переко-нливої, логічно побудованої аргу-ментації
Розвивати навички сприйняття інформації на слух і постановки питань у процесі вибору та засво-ення 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 (РОБОТИ)

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

- актуальність теми та передбачуваних рішень, реальність, практична спрямованість і значущість роботи;
- обсяг і повнота розробок, самостійність, закінченість, підготовленість пропонованих рішень;
- рівень творчості, оригінальність розкриття теми, підходів, пропонованих рішень;
- аргументованість пропонованих рішень, підходів, висновків, повнота бібліографії;
- якість запису: оформлення, відповідність стандартним вимогам, структура тексту, якість ескізів, схем, рисунків;
- 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, 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 переваженням, доброзичливість, контактність.

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ (РОБІТ)

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 \(DOC, 36 КБ\)](#));
- завдання на КП (КР) (додаток А);
- реферат (анотація) українською або англійською мовами необхідно оформити згідно з ДСТУ 3008:2015 (приклад можна подивитись за (http://www.knmu.kharkov.ua/attachments/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 проєкту (роботи) відповідно до переліку питань, наданих у завданні;
- кожний розділ (глава) має закінчуватися висновками;
- закінчення (загальні висновки);
- перелік джерел посилань.

Додатки.

РЕФЕРАТ (анотація) обсягом 0,5-1 сторінки державною та іноземною (яку вивчав студент) мовами повинен стисло відображати загальну характеристику та основний зміст КП (КР) і містити:

- відомості про обсяг текстової частини, кількість ілюстрацій, таблиць, креслень, додатків і бібліографічних найменувань за переліком посилань;
- мету проєкту (роботи), використані методи та отримані результати (характеристика об'єкта проєктування, нові якісні та кількісні показники, економічний ефект тощо);
- рекомендації щодо використання або (та) результати впрова-

дження 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 проєкті розглядаються питання проєктування 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 проєктування;
- 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 проектування 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 проекту (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 проекту (роботи);
- рисунки, таблиці, графіки з літературних джерел, які використовувались при розрахунку проекту;
- 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.

Всі методичні вказівки для виконання курсового проекту знаходяться в електронній науковій бібліотеці НУ «Запорізька політехніка» за посиланням zr.edu.ua / Наукова бібліотека / Студенту/ Репозитарій/ Автор....і далі за посиланням.

6.2 Графічна частина роботи

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, а також мають відмінності від складального креслення в тому, що словосполучення «Перелік елементів» електричних схем необхідно вказувати в таблиці специфікації, а також підшиваються після додатків.

6.4 Загальні правила виконання креслень

Всі креслення виконуються на листах формату A1, які можуть ділитися (без розрізання) на листи меншого формату, а сторони повинні бути кратні розмірам формату A4. Загальний вигляд електричного апарата (пристрою) та електромеханічного обладнання енергоємних виробництв допускається виконувати на двох листах формату A1 із загальним для обох листів основним написом.

Переважаючими 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 [2]. 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 A1);
- вузли і деталі апарата чи пристрою (1 лист формату A1);
- принципова схема головного кола апарата чи пристрою (перетворювача, РПН і т. інщ.) (1 лист формату A1);

- 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 із результатами розрахунків, проведених у ПЗ;

- технологічна схема виготовлення апарата (його вузли, деталі), пристрою.

Загальна кількість креслень має бути не меншою за 2 листа 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 редактований 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 проекціях 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. Найменість розділів визначається складом виробу, що специфікується. 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. Номери позицій наносять над полчками ліній-виносок, які проводять тонкими суцільними лініями від зображень складових частин і які починаються крапкою на зображенні. Номери 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. Номери 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 [57, 58].

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:

$$\text{Круг } \frac{40\text{ГОСТ } 1138-71}{10\text{ГОСТ } 1435-99}$$

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

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).

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.

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,

$$10H7^{+0,018}, 12c8^{(+0,032)}_{(-0,059)}.$$

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 зачерпненим 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 [4, 6]. 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 6.1 означають наступне:

- а) – 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).

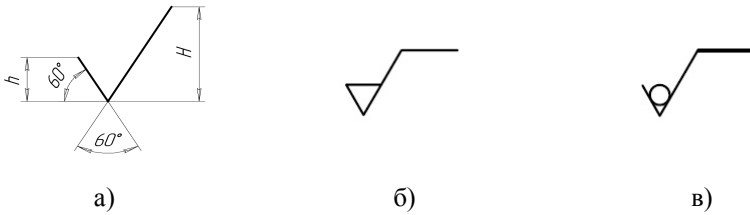


Рисунок 6.1 – Позначення шорсткості поверхні

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.

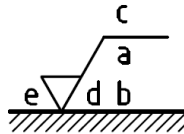


Рисунок 6.2 – Структура позначення шорсткості поверхні

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.

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	

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).

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

Значення параметрів, мкм		Базова довжина <i>l</i> , 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

6.9 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 створюються 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 [5].

6.10 Основні написи на графічній частині

Позначення в написах та номерах креслення виконується у відповідності до наведеної схеми (рисунок 5.3). Шифр документа кресленнязначається у відповідності до таблиці 5.4. 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 ДП.

Функцію розробника виконує дипломник, керівник ДП і нормоконтролер – це особа, що перевіряє, а завідувач кафедри – особа, що затверджує.

6.11 Позначення конструкторської документації

Кожному кресленню привласнюється позначення відповідно до ГОСТ 2.201-80. В ДП 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 рисунками 6.3 і 6.4. Виборки 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.226а) або завантажити за посиланням <https://dwg.ru/dnl/12054>.

Таблиця 6.3 – Сітка деяких класів класифікатора 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 одиницізагально машинобудівельні	71	Деталі – тіла обертання: кільця, диски, стрижні, шківів, 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

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 zpr.edu.ua).



Рисунок 6.3 – Схема позначення креслень

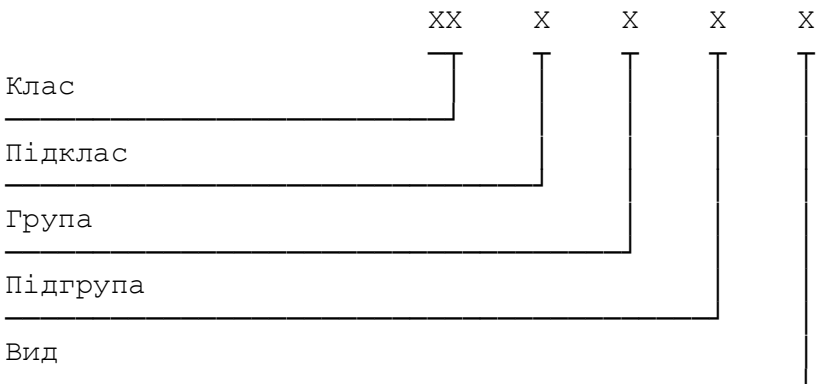


Рисунок 6.4 – Структура коду класифікаційної характеристики

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 дипломних проєктах, доповідях та дослідницьких роботах

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 Г. Н. Александрова «Электрические аппараты высокого напряжения» цитата має бути оформлена таким чином:

Як зазначають в своїй книзі Александров та Борисов «наибольшее применение в качестве материалов в ВДК нашли медно-висмутовые, медно-хромовые и медно-бериллиевые композиции. Причём, исследованиями установлено, что коммутационные характеристики ВДК, например, с медно-хромовыми композиционными контактами, зависят не только от количественного содержания компонентов, но и от размера зёрен порошка хрома, спекаемого с медной матрицей методом порошковой металлургии» [4].

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

Також необхідно виокремити крос-циткування, 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 ДП Ви вирішили процитувати закони Кирхгоффа або Ома, які знаходяться в книзі И. С. Таева «Электрические аппараты управления». Але якщо Ви не збираєтесь читати роботи Кирхгоффа 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-циткування та внести в перелік літератури тільки книгу И. С. Таева «Электрические аппараты управления», звідки Ви взяли цитату про закони. Это можно сделать так:

В своїй книзі «Электрические аппараты управления» И. С. Таев, при наданні рекомендацій щодо розрахунку дугогасних пристроїв постійного струму, наводить відому умову для гасіння дуги, тобто вольтамперна характеристика дуги має знаходитись на графіку вище ніж реостатна характеристика ланцюга. А також зазначає, що в критичних умовах ці характеристики повинні касатися одна другої в одній точці [49].

6.15 Оформлення посилань без цитування

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

Александров та Борисов [4] навели дослідження контактних матеріалів для дугогасних контактів та проаналізували вплив складових цих компонентів на електричну міцність міжконтактного проміжку у відключеному стані.

6.16 Оформлення переліку джерел посилання

Наприкінці КП обов'язково наводиться перелік літератури, котрею Ви фактично скористалися при підготовці свого проекту. 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 ініціали, назва статті, рік, точна адреса статті (посилання на веб-сторінку). Дивіться **ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ** (як приклад).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Александров, Г. Н. Изоляция электрических аппаратов высокого напряжения [Текст] / Г. Н. Александров, В. Л. Иванов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1984. – 208с.
2. Александров, Г. Н. Проектирование электрических аппаратов: учебник для вузов [Текст] / Г.Н. Александров, В. В. Борисов, Г.С. Каплан и др.; под ред. Г. Н. Александрова. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 448 с.
3. Александров, Г. Н. Теория электрических аппаратов: учебник для вузов [Текст] / Г. Н. Александров. – М.: Высшая школа, 1985. – 312 с.
4. Александров, Г. Н. Электрические аппараты высокого напряжения: учебник для вузов [Текст] / Г.Н. Александров, В. В. Борисов, Г.С. Каплан и др.; под ред. Г. Н. Александрова. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 503 с.
5. Афанасьев, В.В. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения [Текст] / Под ред. В. В. Афанасьева. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 544 с.
6. Афанасьев, В.В. Трансформаторы тока [Текст] / В. В. Афанасьев, П. М. Адоньев, Л. В. Жалалис и др.; под ред. В. В. Афанасьева. – Л.: Энергия, 1980. – 344 с.
7. Баумштейн, И. А. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения [Текст] / И. А. Баумштейн, С. А. Бажанов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 768 с.
8. Берзан, В. П. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки: Справочник [Текст] / В. П. Берзан, Б. Ю. Геликман. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 656 с.
9. Близняков, О. В. Дослідження та випробування електричних апаратів: Навчальний посібник [Текст] / О. В. Близняков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2005. – 94 с.
10. Брежнева, К. М. и др. Транзисторы для аппаратуры широкого применения. [Текст] / К. М. Брежнева и др. – М.: Радио и связь, 1981. – 656 с.
11. Варламов, Р. Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры. – [Текст] / Р. Г. Варламов. – М.: Советское радио, 1975. – 352 с.
12. Векслер, Г. С. Транзисторные сглаживающие фильтры. [Текст] / Г. С. Векслер, В. И. Штильман. – М.: Энергия, 1978. – 176 с.

13. Волков, В. А. Детали и узлы РЭА. [Текст] / В. А. Волков. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 180 с.
14. Белоруссов, И. И. Электрические кабели и провода, шнуры: Справочник [Текст] / И. И. Белоруссов, В. С. Янковенко и др., под ред. В. С. Янковенко. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 536 с.
15. Герасимов, В. Г. Основы промышленной электроники. [Текст] / В. Г. Герасимов, О. М. Князьков и др. – М.: Высшая школа, 1978. – 536 с.
16. Гершунский, Б. С. Расчет основных электронных и полупроводниковых схем [Текст] / Б. С. Гершунский – К.: Киевский университет, 1968. – 256 с.
17. Гольдберг, О.Д. Проектирование электрических машин [Текст] / О.Д. Гольдберг, Я.С. Турин, И.С. Свириденко. — М.: Высшая школа, 2001. – 430 с.
18. Диоды: Справочник / Под ред. Григорьева О. П. и др. [Текст] / – М.: Радио и связь, 1990. – 335с.
19. Дмитриевский, В. С. Расчет и конструирование электрической изоляции [Текст] / В. С. Дмитриевский. – М. Энергоатомиздат, 1981. – 392с.
20. Дорошев. К. И. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6 - 220 кВ [Текст] / К. И. Дорошев. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 336 с.
21. Дорошев. К.И. Токопроводы и шинопроводы для электростанций и подстанций [Текст] / К. И. Дорошев. М.: Энергоатомиздат., 1996. – 288с.
22. Дымков, А. М. Трансформаторы напряжения [Текст] / А. М. Дымков, В. М. Кибель. – М: Энергия, 1975. – 210 с.
23. Дьяконов, М. Н. и др. Справочник по электрическим конденсаторам [Текст] / М. Н. Дьяконов, Четвертков И. И. и др.; под общей ред. Четверткова И. И. – М.: Радио и связь, 1983. – 576с.
24. Збірник нормативних документів з питань організації заочного навчання у вищих навчальних закладах України/ за редакцією
25. Исаков, Ю. А. Основы промышленной электроники. [Текст] / Ю. А. Исаков и др. – К.: Техника, 1976. – 554с.
26. Клименко, Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник [Текст] / Б. В. Клименко. – Харків: Точка, 2012. – 340 с.

27. Клименко, Б. В. Электричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі: навчальний посібник [Текст] / Б. В. Клименко. – Харків: Точка, 2009. – 272 с.
28. Клименко, Б. В. Комутаційна апаратура, апаратура керування, запобіжники. Терміни, тлумачення, коментарі: навчальний посібник [Текст] / Б. В. Клименко. – Харків: Талант, 2008. – 208 с.
29. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин [Текст] / И. П. Копылов. – М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.
30. Лярский, В. Ф. Электрические соединители: Справочник. [Текст] / В. Ф. Лярский, О. Б. Мурадян. – М.: Радио и связь, 1988. – 272 с.
31. Незнайко, А. П. Конденсаторы и резисторы. [Текст] / А.П. Незнайко, Г. Ю. Геликман. – М.: Энергия, 1973. – 112 с.
32. Освищер, П. И. Несущие конструкции радиоэлектронной аппаратуры. [Текст] / П. И. Освищер, Ю. В. Головаков, В. П. Кобешников и др. – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.
33. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник [Текст] / М. О. Осташевський, О. Ю. Юрева; за ред. В. І. Мілих. – Харків: ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
34. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: Справочник / Под ред. А. В. Голомедова [Текст] / – М.: Радио и связь, 1983. – 523с.
35. Порудоминский, В. В. Устройства переключения трансформаторов под нагрузкой. Изд. 2-е, перераб. и испр. [Текст] / В. В. Порудоминский. – М.: Энергия, 1974. – 288 с.
36. Правила улаштування електроустановок. 2-ге вид. перероб. і доп. [Текст] – Харків: Вид-во «ФОРТ», 2009. – 736 с.
37. Резисторы: Справочник . [Текст] / Под ред. И. И. Четверткова – М.: Радио и связь, 1991. – 528с.
38. Розанов, Ю.К. Современные методы улучшения качества электроэнергии. Аналитический обзор [Текст] / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчинский. – Электротехника, 1998• – № 3. – С.10-17.
39. Романычева, Э. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочное пособие. [Текст] / Э. Т. Романычева и др. – М.: Радио и связь, 1983. – 256 с.
40. Руденко, В. С. Импульсные преобразователи и стабилитроны на тиристорах. [Текст] / В. С. Руденко, А. И. Денисов. – К.: Техника, 1972. – 116 с.

41. Руденко, В. С. Основы преобразовательной техники. [Текст] / В. С. Руденко, В. И. Сенько и др. – М.: Высшая школа, 1980. – 424 с.
42. Сахаров, П.В. Проектирование электрических аппаратов [Текст] / П. В. Сахаров. – М.: Энергия, 1977. – 560 с.
43. Семчинов, А. М. Токопроводы промышленных предприятий [Текст] / А. М. Семчинов. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
44. Сидоров, Н. Н. Малогабаритные трансформаторы и дроссели: Справочник. [Текст] / Н. Н. Сидоров и др. – М.: Радио и связь, 1985. – 540 с.
45. Снігірьов, В.М. Електромеханічні апарати автоматики [Текст] / В.М.Снігірьов, Л.Б. Жорняк. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 120 с. Електронний реурс: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/3991>
46. Справочник конструктора РЭА [Текст] / Под ред. Р. Г. Варламова. – М.: Радио и связь, 1985. – 354 с.
47. Справочник радиолюбителя [Текст] / Под ред. Р. М. Терещука и др. – К.: Техника, 1971. – 696 с.
48. Справочник радиолюбителя-конструктора. [Текст] / – М.: Радио и связь, 1983. – 560 с.
49. Таев, И. С. Электрические аппараты управления [Текст] / И.С. Таев. – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.
50. Тиристоры: Справочник [Текст] / Под ред. О. П. Григорьевой и др. – М.: Радио и связь, 1990. – 270 с.
51. Тихомиров П. М. Расчет трансформаторов [Текст] / П. М. Тихомиров. – М.: Энергия, 1986. – 528 с.
52. Транзисторы: Справочник / Под ред. Горюнова Н. Н. [Текст] / – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 904с.
53. Чунихин, А.А. Аппараты высокого напряжения [Текст] / А. А Чунихин., М. А. Жаворонков – М.; Энергоатомиздат, 1985. – 432 с.
54. Чунихин, А.А. Электрические аппараты [Текст] / А.А.Чунихин. – М.; Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
55. Якобсон, И. А. Наладка и эксплуатация переключающих устройств силовых трансформаторов [Текст] / И. А. Якобсон. – М.: Энергия, 1985. – 120 с.
56. Янковенко, В. С. Расчет и конструирование элементов электропривода. [Текст] / В. С. Янковенко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.
57. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.

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

59. Методичні вказівки до виконання лабораторних та контрольних робіт з дисципліни «Електричні апарати керування» студентами, що навчаються англійською мовою, на денній формі навчання для підготовки бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньою програмою «Електричні та електронні апарати» / уклад.: Л. Б. Жорняк, С. В. Войтенко – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 82 с.

60. Методичні вказівки до виконання лабораторних та контрольних робіт студентами всіх форм навчання при вивченні дисципліни «Електричні апарати керування» для підготовки бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з подальшим навчанням за освітньою програмою «Електричні та електронні апарати» / уклад.: Л. Б. Жорняк, В. В. Василевський – Запоріжжя : ЗНТУ, 2019. – 86 с.

61. 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.

62. Методичні вказівки до виконання курсових та дипломних проектів на тему "Розрахунок та проектування гібридних контакторів змінного струму" для студентів всіх форм навчання за напрямом 6.050702 спеціальності 7(8).05070201 «Електричні машини і апарати» / Укл.: Стаценко О.Г., Василевський В.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 50 с. <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/1208>

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____
 Кафедра _____
 Спеціальність _____
(код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

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

- _____
- (прізвище, ім'я, по батькові)
- Тема проекту (роботи) _____

 - Строк подання студентом проекту (роботи) _____
 - Вихідні дані до проекту (роботи) _____

 - Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

 - Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів курсового проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка

Студент(ка)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)