

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проекту
здобувачами всіх форм навчання другого (магістерського)
рівня вищої освіти навчання за спеціальністю
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» (освітня програма
«Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв»)
при вивченні дисципліни
«Електромеханічні та електронні системи енергоємних
виробництв»

2024

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту здобувачами всіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв») при вивченні дисципліни «Електромеханічні та електронні системи енергоємних виробництв» / Укл.: Л. Б. Жорняк. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 40 с.

Укладач: Л. Б. Жорняк, доцент, к. т. н.

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

Відповідальний
за випуск: Р. Е. Мохнач, завідувач
лабораторією кафедри ЕЕА

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електричні та
електронні апарати»
Протокол № 1
від «6» серпня 2024 р.

Затверджено НМК ЕТФ
Протокол № 1
від «22» серпня 2024 р.

ЗМІСТ

1	Мета та завдання курсового проекту.....	4
2	Обсяг і зміст курсових проектів.....	6
2.1	Загальні вказівки до виконання курсового проекту.....	7
3	Організація та керівництво курсового проекту.....	8
3.1	Вимоги до тем курсових проектів.....	8
3.2	Керівництво виконанням курсового проекту.....	9
4	Організація захисту курсових проектів.....	10
4.1	Оформлення курсового проекту.....	10
4.2	Організація захисту курсового проекту.....	10
5	Рекомендації щодо виконання окремих розділів курсового проекту.....	11
5.1	Курсові проекти конструкторського напрямку.....	12
5.2	Курсові проекти виробничо-технологічного напрямку	14
5.3	Вимоги до виконання графічної частини проектів.....	18
5.4	Специфікації.....	18
5.5	Загальні правила виконання креслень.....	18
5.6	Основні вимоги до креслень.....	19
5.7	Нанесення розмірів і граничних відхилень.....	21
5.8	Нанесення граничних відхилень форми і розташування поверхонь.....	22
5.9	Позначення шорсткості поверхні.....	23
5.10	Нанесення на креслення технічних вимог.....	26
5.11	Основні написи на графічній частині.....	26
5.12	Позначення конструкторської документації.....	26
5.13	Специфікації до графічної частини курсового проекту	29
	Перелік джерел посилання.....	31
	Додаток А.....	33
	Додаток Б.....	38
	Додаток В.....	39

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Магістратура є важливим етапом формування фахівця у будь-якій галузі знання, що дозволяє забезпечити можливість його професійного та кар'єрного росту, особливо при подальших пошуках цікавої, високооплачуваної роботи, де необхідно враховувати кваліфікаційні вимоги до кандидатів на конкретну посаду. Так в електроенергетиці, як правило, не вдається обійняти посади, наприклад, провідного інженера, головного енергетика тощо, якщо немає диплома про закінчення магістратури.

У магістратурі студент повинен працювати над кваліфікаційною роботою, а після її успішного захисту отримувати науковий магістерський ступінь, що означає, що під час півторарічного навчання в магістратурі він виконав самостійне наукове дослідження, отримав необхідні навички та компетенції, що дозволяють йому самостійно розробляти та створювати нові технічні об'єкти. При цьому студенту необхідно виявляти ініціативу, багато займатися, використовувати всі види доступної інформації, аналізувати недоліки технічних засобів, пропонувати можливі шляхи вдосконалення цих засобів, брати участь у наукових конференціях та виставках, опубліковувати результати досліджень.

Магістранти повинні навчатися проектувати та експлуатувати за допомогою найсучаснішої комп'ютерної та мікропроцесорної техніки широкий клас електротехнічних пристроїв – електронних та електромеханічних апаратів та пристроїв різного призначення, а отже важливим етапом в процесі підготовки висококваліфікованих магістрів є курсове проектування.

Задача проектування – самостійно виконати інженерну, або наукову роботу, використовуючи знання, отримані в процесі вивчення дисципліни «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв») навчального плану. Курсові проєкти виконуються з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання та їх застосування до комплексного вирішення конкретного завдання. Курсові (кваліфікаційні) проєкти виконуються у першому семестрі навчання студентів-магістрів у вищому навчальному закладі і передбачають:

- систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних виробничих та інших завдань;

- розвиток навичок самостійної роботи і оволодіння

методикою дослідження та експерименту, пов'язаних з темою проекту [1].

При розробці проектів студенти набувають навички самостійного вирішення нових питань наукових та інженерних задач, навчаються обґрунтовувати прийняті рішення.

Проекти являються самостійною творчою роботою студента, при їх виконанні відкривається можливість розробки нових, актуальних технічних питань, направлених на подальший прогресивний розвиток вітчизняної науки і техніки. Крім того, цей проект являється важливою частиною магістерської роботи студента. Курсовий проект є першим варіантом або частиною рішення задачі, яка в подальшому буде поглиблюватись і завершуватись в магістерській роботі. Тому студентом в проекті мають відобразитися новітні досягнення вітчизняної і закордонної науки і техніки, питання подальшого технічного процесу виробництва, використовуючи внутрішні резерви підприємства, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів тощо.

Курсове проектування дозволяє систематизувати, розширити та закріпити теоретичні та практичні знання по дисциплінам спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» при вирішенні конкретних науково-технічних і виробничих задач.

2 ОБСЯГ І ЗМІСТ КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ

Проєкт повинен складатися з пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини і виконуватись відповідно до єдиних вимог до обсягу проєкту, креслень та змісту ПЗ.

Обсяг ПЗ і графічної частини курсового проєкту не менше 40 – 55 сторінок ПЗ та не менше 2 аркушів креслення форматом А1. Обсяг ПЗ та графічної частини комплексних проєктів, виконаних на реальній основі, установлюється кафедрою, але не менше того об'єму, що зазначений вище. Обсяг ПЗ та графічної частини курсових проєктів, що є основою магістерських та дослідницьких робіт, та виконаних на основі реальних розробок встановлюється кафедрою електричних та електронних апаратів, але не більше того об'єму, що вказаний вище.

Курсовий проєкт необхідно оформлювати згідно з вимогами відповідних галузевих стандартів до проєктно-конструкторської та проєктно-технологічної документації, а саме відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» [11]. Пояснювальна записка до курсового проєкту (текстова частина) має у стислій та чіткій формі розкривати творчий задум проєкту, містити аналіз сучасного стану проблеми, методів вирішення завдань проєкту, обґрунтування їх оптимальності, методики та результати розрахунків, містити необхідні ілюстрації, ескізи, графіки, діаграми, таблиці, схеми, рисунки та ін. В ній мають бути відсутні загальновідомі положення, зайві описи, виведення складних формул тощо. Текст складається в друкованому вигляді на аркушах формату А4 шрифтом Times New Roman 14 пунктів, міжрядковий інтервал 1,5 Lines.

Зміст курсового проєкту повинен передбачати розробку проєктних рішень у вигляді відповідних обґрунтувань, розрахунків, які разом з графічною частиною повинні відображати комплекс проєктних рішень, що відповідають задачам, що поставлені в завданні на виконання роботи. Загальні вимоги до ПЗ: чітка побудова, логічна послідовність викладеного матеріалу, коротке і точне формулювання, конкретне викладення результатів роботи, доказ виводів та обґрунтованість рекомендацій.

Пояснювальна записка до курсового проєкту повинна коротко та чітко розкривати творчі задуми проєкту, супроводжуватись ілюстраціями (графіками, ескізами, діаграмами, схемами).

2.1 Загальні вказівки до виконання 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.

Пояснювальна записка повинна бути оформлена відповідно до вимог ДСТУ 3008:2015 і мати такі структурні елементи:

- титульний лист – додаток А;
- завдання на курсову роботу, оформлене на спеціальному бланку – додаток Б;
- реферат;
- зміст пояснювальної записки;
- текст пояснювальної записки;
- висновки за результатами роботи;
- перелік джерел посилання (список літератури, що використовувалася);
- 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 має бути 40-55 сторінок рукописного тексту.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА КЕРІВНИЦТВО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

3.1 Вимоги до тем курсових проєктів

Тематика курсового проєкту (КП) повинна бути актуальною, відповідати вимогам кваліфікаційної характеристики магістра по спеціальності, відповідати сучасному стану та перспективам розвитку науки і техніки, враховувати реальні запити виробництва.

Курсові проєкти по тематиці дисципліни «Електромеханічні та електронні системи енергоємних виробництв» мають бути такими, щоб в подальшому при продовженні, розширенні та поглибленні їх магістрантами вони могли стати магістерською або дисертаційною роботою. При цьому вони повинні бути індивідуальними та узгодженими з інтересами та здібностями студентів без знижки загальних вимог до якості проєктів. Студентам надається право вибору теми проєкту за умови доцільності розробки об'єкту, що запропоновується.

Об'єктом курсового проєкту має бути обраний достатньо складний з широкого класу електротехнічних пристроїв – електронний та (або) електромеханічний апарат різного призначення або технічний процес виготовлення цього апарату (пристрою). Темі курсових проєктів визначаються кафедрою, а закріплення за студентом теми курсового проєкту оформлюється за заявою студента, що підписується керівником не пізніше, ніж за місяць до початку виробничої практики, де магістри мають можливість ознайомлення з особливостями роботи енергетичних служб підприємств та організацій.

Основними темами курсового проєктування, як зазначено вище, мають бути такі, що відображають передові конструкторсько-технологічні рішення, новітні розробки в галузі електроенергетики на електростанціях, у мережевих компаніях, у конструкторських та технологічних відділах (бюро) заводів енергетичного машинобудування та приладобудівного профілю, в енергетичних компаніях. Завдяки виконанню в подальшому магістерської роботи випускники кафедри зможуть бути універсальними фахівцями з проведення наукових досліджень, використання сучасних систем проєктування та моделювання, сервісно-експлуатаційної діяльності, пов'язаної з електромеханічними та електронними системами автоматизації процесів та виробництв, які є на всіх без винятку підприємства незалежно від відомчої підпорядкованості та форм власності. Приклади тематики наведені у додатку А.

3.2 Керівництво виконанням курсового проєкту

Курсовий проєкт за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв») при вивченні дисципліни «Електромеханічні та електронні системи енергоємних виробництв» на кафедрі має виконуватися у відповідності із завданням, яке підписано студентом і керівником проєкту та затверджене на засіданні кафедри (при відсутності затвердженого завдання курсовий проєкт до захисту не допускається). Видача завдань проходить на першому тижні навчального семестру до початку переддипломної практики. Курсовий проєкт має бути виконаний у відповідності до календарного графіка роботи, що узгоджений із завідувачем кафедри та деканом у відведений навчальний термін. При цьому встановлюється обов'язкова присутність на заняттях всіх студентів академічної групи та керівників проєкту.

В обов'язки керівника проєкту входить: розробка завдання, складання графіку роботи над проєктом, проведення обов'язкових (в навчальний час) та додаткових (в позанавчальний час) консультацій, забезпечення методичними вказівками, посібниками та іншою навчальною літературою. Над курсовим проєктом студенти працюють, як правило, безпосередньо під керівництвом викладача. Для наочного уявлення про зміст, обсяг та оформлення курсових проєктів керівники проєктів можуть надавати студентам зразки кращих проєктів.

Після видачі завдання на курсовий проєкт керівник повинен провести вступну консультацію для всієї академічної групи студентів з метою роз'яснення значення проєктування, вимог що пред'являються до проєкту, до креслення, пояснювальної записки (ПЗ) в області їх змісту та оформлення вузлових питань, рекомендацій основної навчальної і методичної літератури.

Завдання на КП, затверджене завідувачем кафедри, видається керівниками проєктів студентам згідно із графіком навчального процесу. Форма завдання затверджена Міністерством освіти і науки України <https://moodle.zp.edu.ua/mod/assign/view.php?id=165192> (додаток Б).

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ

4.1 Оформлення курсового проєкту

Пояснювальна записка, підписана студентом, здається на перевірку керівнику проєкту.

Перевіряючи ПЗ студента, керівник проєкту повинен відмітити кожен помилку і неточність, вказуючи на полях сутність помилки, підкреслити усі помічені орфографічні помилки і відмітити стилістичні похибки. Якщо проєкт задовольняє пред'явленим до нього вимогам, керівник робить напис на кресленнях та в записці про допуск до захисту.

З метою підвищення відповідальності всіх учасників курсового проєктування, включаючи викладачів, завідувач кафедри повинен бірково проводити рецензування курсових проєктів (робіт) або доручати рецензування викладачу, який веде паралельну групу студентів.

4.2 Організація захисту курсового проєкту

Захист проєкту проводиться за графіком, який затверджений кафедрою в комісії із 2 – 3 осіб при безпосередній участі керівника курсового проєкту та в присутності студентів.

Захист студентом проєкту має тривати приблизно протягом 8 – 10 хвилин у вигляді доповіді та відповіді на запитання визначаються оцінками "відмінно", "добре", "задовільно" і "незадовільно"..

В своїй доповіді студент повинен відобразити характеристику технічного завдання і мети проєктування, особливості та специфіку конструкції або технології виготовлення апарата, техніко-економічну оцінку його по відношенню до існуючих аналогів, найбільш цікаві і оригінальні конструктивні або технологічні рішення.

При цьому доповідь кожного студента має тривати протягом приблизно 5 хвилин, в якій обов'язково необхідно зробити наголос на питання і задачі, що були особисто розв'язані студентом. Також необхідно зазначити питання, які можливо розробити при подальшому в дипломному проєкті або магістерській роботі.

При оцінюванні проєкту враховується якість самого проєкту та результати його захисту студентом.

При цьому особлива увага звертається:

- на повноту, якість і самостійність поставленої задачі;
- повноту й ретельність оформленої ПЗ;

- оформлення креслення (чіткість виконання, додержання ДСТУ та ГОСТів на кресленні, наявність помилок);
- складність завдання (просте або більш складне із затвердженням, наявність елементів наукових досліджень, реальність і т.і.);
- додержання терміну захисту (достроково, в строк, після строку без поважної причини);
- якість захисту проєкту (роботи).

Після захисту всіх проєктів проводиться заключна бесіда членів комісії кафедри зі студентами з аналізом кращих і гірших проєктів, вказівками на характерні помилки й недоліки, що знайдені в проєктах, доповідях та на недоліки організаційного характеру.

Курсові проєкти знаходяться на зберіганні на кафедрі протягом одного року, Таким чином, якщо студенту необхідно скористатися своїм проєктом, він може за заявою на ім'я завідувача кафедри взяти його на недовгий час.

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

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

Вступна частина:

– титульний аркуш ([Форма 17 Курсовий проєкт \(титул\) \(DOC, 36 КБ\)](https://zp.edu.ua/novi-blanki-zntu/mod/assign/view.php?id=165192))

– завдання на курсовий проєкт <https://moodle.zp.edu.ua/mod/assign/view.php?id=165192> або (додаток Б);

– реферат (анотація) українською або англійською мовами необхідно оформити згідно з ДСТУ 3008:2015 <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 згідно з ДСТУ 3008:2015 <http://iepor.org.ua/rules/rules-dstu-3008-2015.html>).

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, 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) згідно з ДСТУ 3008:2015 <http://iepor.org.ua/rules/rules-dstu-3008-2015.html>).

5.1 Курсові проекти конструкторського напрямку

У вступі слід стисло охарактеризувати галузь народного господарства, де використовується електромеханічний та (або) електронний пристрій, що розробляється та перспективи її розвитку. Необхідно також показати актуальність вибраної теми проекту і коротко сформулювати основні задачі, які слід вирішити при його розробці. Наприклад: «В даному курсовому проекті розглядаються питання розрахунку і проектування електропічного трансформатора (ЕПТ), що є одним з різновидів трансформаторів спеціального призначення. Їх особливості продиктовані особливими параметрами, умовами та режимом роботи навантаження електропечами різного призначення. Основною відмінністю ЕПТ від трансформаторів загального призначення є великі значення струму, що досягають значень більше 100 кА на вторинній стороні, за низького значення вторинної напруги. Напруга, залежно від типу харчової печі та технологічного процесу, може змінюватися в широких межах. Діапазон зміни вторинної напруги в ЕПТ може досягати співвідношень 5:1 і більше». Обсяг вступу не повинен перевищувати 1-2 сторінки.

5.1.1 Техніко-економічне обґрунтування проєкту включає в себе огляд існуючих конструкцій та технічних рішень, вибір та обґрунтування прийнятих рішень і проєктно-технічне на виріб, що розробляється.

5.1.2 Огляд і аналіз існуючих конструктивних (схемних) чи технічних рішень. В даному розділі проводиться огляд та аналіз сучасних конструкцій (або схем, наприклад, перетворювачі частоти, випрямлячі, регулятори або системи керування перетворювачами) електричних, електронних та електромеханічних апаратів, близьких та подібних до того, що проєктується з обов'язковим аналізом їх переваг і недоліків. Необхідно навести основні технічні характеристики апаратів, абсолютні питомі і техніко-економічні показники подібних апаратів чи пристроїв.

5.1.3 Вибір і обґрунтування (конструкції або схеми) апарата або електромеханічної системи виконується на основі попереднього огляду та аналізу; визначаються основні параметри та головні розміри апарата, що проєктується; обґрунтовуються прийняті рішення з техніко-економічним аналізом варіантів (якщо вони потрібні); вибирається методика розрахунку (або дослідження) параметрів та характеристик апарату чи пристрою.

В проєктно-технічному завданні наводяться усі технічні та інші параметри, вимоги та умови, що необхідні для проєктування апарату або пристрою.

5.1.4 Розрахунок та вибір основних елементів та вузлів електричного апарата або пристрою. В даному розділі проводяться розрахунки: контактних дугогасильних вузлів апарата, ізоляції, струмоведучих частин, механізмів включення-виключення та регулювання, розрахунок магнітного кола і параметрів котушок, теплові розрахунки тощо. При проєктуванні тиристорних (або напівпровідникових) перетворювачів (випрямлячів, перетворювачів частоти і т.і.) виконуються розрахунки: навантажень вентилі по струму та напрузі, температури структури напівпровідникового пристрою, аварійних режимів, перевантажувальних і аварійних характеристик, пристроїв захисту від надструмів і перенапруг, енергетичних характеристик перетворювача – коефіцієнта потужності, ККД, складу вищих гармонік струму (та напруги), вибір системи охолодження та теплові розрахунки перетворювача. При необхідності проводяться розрахунки на термічну та динамічну стійкість.

В курсовому проєкті обсяг та зміст розрахунків визначається вимогами завдання.

5.1.5 Спеціальний розділ включає в себе питання, пов'язані зі спеціальними режимами роботи пристрою, оптимізації пристрою або його вузлів, розробки елементів автоматизованого проектування. Поставлена в спеціальному розділі задача потребує творчого підходу. Її поглиблене рішення дозволить магістанту найбільш широко розкрити свої інженерні та наукові здібності. До спеціального розділу можуть відноситись такі варіанти, як розрахунок похибок трансформаторів при коротких замиканнях в колі навантаження, розрахунок перехідних процесів (струмів та напруг), при вмиканні, вимиканні перетворювача або при коротких замиканнях в колі, розрахунок перенапруг при вмиканні і вимиканні апарата (перетворювача, вимикача і т.і.) тощо.

5.1.6 Опис конструкції (або вибір та опис системи керування перетворювача) розробленого апарату. Тут необхідно описати побудову та принцип дії пристрою згідно з кресленням загального виду (з обов'язковою вказівкою номера креслення). Якщо в проєкті розраховується силова частина перетворювача (випрямляча, контактора і т. і.), то в даному випадку виконується стислий опис принципу роботи системи керування. Особливу увагу в цьому розділі необхідно звернути на опис оригінальних частин пристрою, що розроблені в проєкті.

5.1.7 Одна з найважливіших частин проєкту – висновки, які повинні вмещувати оцінку результатів роботи з точки зору відповідності отриманих результатів вимогам завдання. У висновку необхідно зазначити: сутність завдання на проєкт, інформацію про нові властивості та (або) параметри, що отримані в процесі проектування (в тому числі і негативні), пропозиції та (або) мету подальшої роботи (рекомендації та інструкції), свідоцтва про розробку нової методики розрахунку та (або) виготовлення дослідницьких зразків, про лабораторні або промислові дослідження, а також свідоцтва про впровадження в виробництво розробленого пристрою або апарата.

При оформленні пояснювальної записки в формулах в якості символів потрібно використовувати стандартні позначення.

5.2 Курсові проєкти виробничо-технологічного напрямку

5.2.1 Огляд сучасного стану та розвитку технології електроапаробудування, а саме технології виробництва або випробування обраного виробу.

В даному розділі надається огляд та аналіз існуючих і перспективних технологічних процесів виробництва апаратів, їх деталей,

елементів та вузлів. При цьому звертається особлива увага на автоматизацію технологічних процесів та обладнання, вимоги, які пред'являються до апаратів, що випускаються у відношенні якості, точності, довговічності, економічності, вартості та підвищення виробництва праці.

При аналізі складних виробничих агрегатів і комплексу машин розглядаються автоматизований і автоматичний електропривод окремих виконавчих механізмів. Наприклад, автоматизований комп'ютеризований електропривод тягнутих роликів моталки листового стану гарячої прокатки смуги, чи автоматичний мікропроцесорний електропривод перестановочних гвинтів реверсивного заготовочного стану і т.і. Або розроблюється автоматизація технологічних процесів. Наприклад, система завантаження сталеплавильних печей, чи оптимального керування технологічним процесом рудозбагачення, стабілізації міжсекційного натягу харчової плівки при виробництві поліетилену та ізоляційних матеріалів, регулювання потужності електросталеплавильних печей, електродного виробництва і т.і.

Обов'язкові питання, що необхідно розкрити в такому курсовому проєкті:

– огляд і аналіз існуючих систем електропривода (електромеханічних систем) робочого комплексу машин або систем керування технологічним процесом (систем технологічної автоматизації);

– обґрунтування та вибір системи електромеханічного устаткування (електропривода) або системи керування та регулювання координат технологічного процесу (система технологічної автоматизації).

5.2.2 Розглядання конструкції виробу та аналіз його технології. В курсовому проєкті дається короткий опис апарата, деталі, вузла, які входять до теми проєкту, що розробляється, проводиться оцінка технології конструкції за основними або додатковими показниками. Технологічність конструкції апарата оцінюється за основними допоміжними і комплексними показниками.

5.2.3 Розрахунок технологічного процесу (ТП) виготовлення (складання) виробу.

Вибір типу виробництва. На основі заданої програми випуску виробу, такту (ритму) випуску виробу їх трудомісткості визначається тип виробництва. Виробництво відноситься до того або іншого виду (типу) по коефіцієнту серійності або по кількості виготовлених за рік виробів одного найменування та типорозміру.

Вибір організаційних форм виготовлення (складання) виробу. На основі креслення, технічних умов на виготовлення (зборку) та

програми (типу виробництва) вибирається організаційна форма отримання виробу (індивідуальна частково диференційована або диференційована).

При проектуванні технологічного процесу слід враховувати, що збірка може бути по виду стаціонарною або рухомою. Кожний із цих видів може бути поточним або не поточним. В ПЗ на основі економічного обґрунтування приводяться міркування щодо вибору організаційної форми складання. При цьому перевагу слід надати гнучким автоматичним системам.

Розробка плану та технологічних схем виготовлення (складання) виробу. На основі технічних умов виробництва (складання) виробів описується послідовність (маршрут складання виробу) виконання операцій та основних переходів із вказівкою обладнання, засобів та інструментів.

При проектуванні ТП складання складається збільшена технологічна схема складання, яка являє собою умовне зображення порядку складання виробу або збірних одиниць. В схемі показують деталі та збірні одиниці, які безпосередньо входять у виріб.

Обов'язкові питання, що необхідно розкрити в курсовому проєкті:

- розрахунки статичних навантажень і попередній вибір потужності електродвигуна;
- розрахунки параметрів і вибір допоміжного електроустаткування;
- розробка та опис функціональної і принципової схеми системи (або її елементів) силової частини електромеханічного комплексу й системи автоматичного керування та регулювання координат електропривода або електромеханічного комплексу;
- статистичні розрахунки параметрів і вибір параметрів схеми (системи);
- розрахунки динамічних режимів за допомогою ЕОМ;
- експериментальні матеріали (якщо такі є);
- розрахунки надійності електромеханічного комплексу або системи технологічної автоматизації або їх окремих вузлів.

5.2.4 Норми часу на виконання технологічних операцій в курсових проєктах не розраховується, а вибираються з довідників. Розраховані та вибрані норми часу записуються в операційні та маршрутні карти.

5.2.5 Розрахунок кількості обладнання і коефіцієнта цього навантаження. Кількість необхідного обладнання для ділянки, що

проектується розраховується за трудомісткістю операцій технологічного процесу. Коефіцієнт завантаження обладнання визначається як відношення розрахункового числа одиниць обладнання до прийнятого. Необхідно, щоб середній коефіцієнт завантаження був не менш ніж 0.8 і по можливості ближче до одиниці, так як чим більше його значення, тим ефективніше використовується обладнання. При виконанні слюсарно-збірних робіт для стаціонарної складання необхідно розрахувати кількість стендів, а для рухомого складання – збірний конвеєр: число збірних постів. Довжину і швидкість руху.

5.2.6 Розрахунок робочого складу ділянки його чисельності. В цьому розділі розраховується кількість виробничих і допоміжних робітників, службовців і розрахунково-контрського персоналу. Кількість робітників для окремих стадій роботи (складання вузлів, загального складання) визначається на основі норми часу, який встановлений для виконання тієї чи іншої роботи. Для досягнення найбільшого виробництва при підрахунку необхідної кількості робітників необхідно прагнути до того, щоб завантаження робітників за часом була по можливості найбільш повною. Для визначення навантаження робітників розраховується коефіцієнт навантаження місць на ділянці.

5.2.7 Планування ділянки розміщення обладнання. Виробнича площа ділянки визначається його обладнанням, кількістю робочих місць, транспортних пристроїв, місць для зберігання заготовок та деталей, проїздів та проходів. Показником використання виробничої площі ділянки є питома площа (що припадає на одиницю обладнання). Це розрахункове значення питомої площі необхідно порівняти зі середнім значенням нормативної питомої площі для даного виду виробництва. Слід мати на увазі, що розрахункове значення питомої площі ділянки не повинно перевищувати максимальну нормативну питому площу для даного виду виробництва.

5.2.8 Опис, розрахунок та економічне обґрунтування пристроїв. Розробка конструкції пристроїв повинна проводитися з урахування конструктивних особливостей обладнання та виробу. Забезпечення потрібної точності обробки або складання, досягнення найбільшого виробництва, зручності і безпеки роботи, а також економічної ефективності конструкції. Розрахунок економічної ефективності використання пристроїв ґрунтується на зіставленні витрат та економії, які виникають при його використанні і відносних річного періоду. Визначаються і зіставляються лише ті елементи собівартості операції, які залежать від обладнання.

5.2.9 У заключному розділі необхідно відзначити прогресивність спроектованого технологічного процесу виготовлення або складання виробу. Вказати переваги спроектованого обладнання, ступінь впливу його на механізацію та автоматизацію технологічних процесів, технічний і економічний ефект.

5.3 Вимоги до виконання графічної частини проєктів

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

В курсовому проєкті графічна частина, зазвичай, включає в себе:

- загальний вид апарата у відповідному масштабі (1-2 аркуші формату А1);
- технологічну схему складання або виготовлення пристрою;
- електричну схему з'єднань у пристрої;
- деталювання (вузли і (або) деталі апарата).

Загальний вид електричного пристрою або апарата повинен виконуватись в двох-трьох проекціях і з вказівкою основних і установчих розмірів.

Зміст графічної частини уточняється 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 чи технологічного процесу виготовлення або складання пристрою.

5.4 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.

5.5 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 [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 А1);

- вузли і деталі апарата чи пристрою (1 лист формату А1);

- принципова схема головного кола апарата чи пристрою (перетворювача, РПН і т. і.) (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 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.

5.6 Основні вимоги до креслень

Креслення деталей, складальних одиниць, габаритні і монтажні креслення повинні бути виконані згідно з ГОСТ 2.109-73 (переглянутий та редагований у 2002 р.), 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. Наявність 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. Номер позиції наносять над поличками ліній-виносок, які проводять тонкими суцільними лініями від зображень складових частин і які починаються крапкою на зображенні. Номер позиції вказують на тих зображеннях, де ця складова частина проектується як видима, в найнагляднішому вигляді, причому перевагу надають основним виглядам або розміщеним на їх місці розрізам. Номер позиції повинні бути розташовані паралельно основному напису креслення поза контуром зображення, їх групують у рядок або стовпець, якщо можливо на одній лінії. Номер позиції 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 закріплюваної 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:

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

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

5.7 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 осьові 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,

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

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».

5.8 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 [4, 6]. Умовні позначення знаків відхилень наведені в таблиці 6.1.

5.9 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 5.1).

Символи на рисунку 6.1 означають наступне:

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

b – зазначена шорсткість поверхні отримується шляхом видалення шару матеріалу;

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

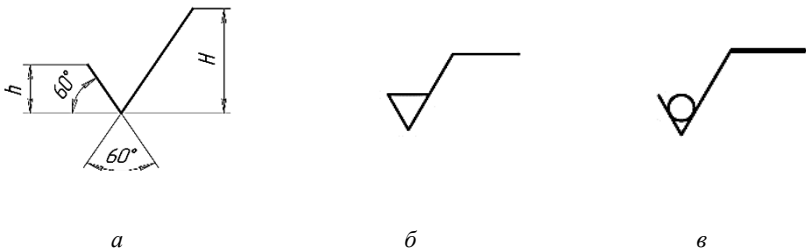


Рисунок 5.1 – Позначення шорсткості поверхні

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.

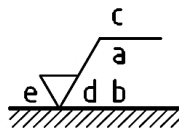
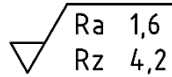
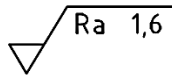


Рисунок 5.2 – Структура позначення шорсткості поверхні

На позиціях *a* і *b* рисунку 5.2 розташовують чисельні значення параметрів шорсткості поверхні та їх позначення, наприклад:



Таблиця 5.1 – 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	

Таблиця 5.2 – 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

На позиціях рисунку 5.2 кожна літера має такі значення, тобто вказан 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 Ra, висоти нерівностей профілю Rz та співвідношення цих параметрів

до базової довжини l наведені в таблиці 6.2 (найбільш вживані значення підкреслені).

5.10 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 [5].

5.11 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.

5.12 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 5.3) та рисунками 5.3 і 5.4. Виборки з сітки класів наведені в

таблиці 5.3. 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).

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

Таблиця 5.3 – Сітка деяких класів класифікатора ЄСКД

Номер класу	Найменування класу	Номер класу	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 загальномашинобудівельні	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

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 zp.edu.ua).

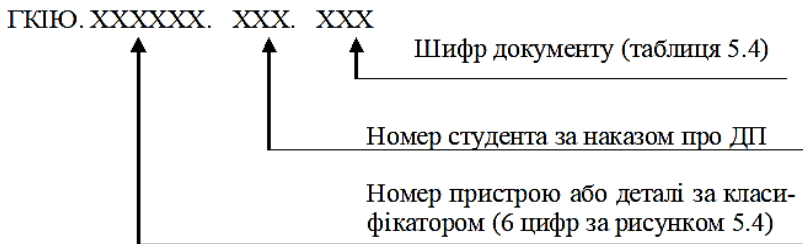


Рисунок 5.3 – Схема позначення креслень

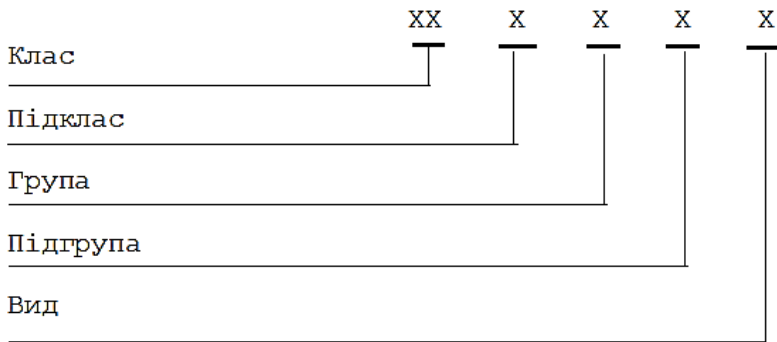


Рисунок 5.4 – Структура коду класифікаційної характеристики

Таблиця 5.4 – 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

5.13 Специфікації до графічної частини курсового проєкту

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 без нумерації сторінок.

* Розміри для довідок

2 Електричний монтаж виконати за схемою ГКІЮ.435311.003.001 З6.

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		
					Туристський збудник		
					Лист	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТЗП-320/48-1122-ВСД-1П1-0 ЧХ/Л4 Складальне креслення	0	210	1:10
Разряд					Аркуш 1	Аркуш 2	
Перед.					НУ "Запорізька політехніка"		
Н. констр.					Е-412		
Замб.							

А

					ГКІЮ.721373.011		
					Шестерня		
					Лист	Маса	Масштаб
Зм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	А	127	11
Разряд					Лист	Листов 1	
Прод.					НУ "Запорізька політехніка"		
Інженер					Е-412		
Н. констр.							
Читб.	Автори						

б

Рисунок 5.5 – Приклади заповнення рамки на кресленні:

а – заповнення рамки складального креслення пристрою;

б – заповнення рамки креслення деталі з матеріалом.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. <http://e-library.zp.edu.ua>
2. <http://www.zp.edu.ua/naukova-biblioteka>
3. <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=5023>
4. https://moodle.zp.edu.ua/pluginfile.php/231501/mod_resource/content/1/Конспект%20лекцій_АЕМКС.pdf
5. <https://zp.edu.ua>
6. <https://zp.edu.ua/kafedra-elektrichnih-ta-elektronnih-aparativ>
7. Zhorniak, Liudmyla. Optimization Method for Electromagnetic Systems of Electrical Apparatus / Oleksiy Sadovoy, Vyacheslav Shebanin, Larisa Vakhonina, Natalia Potryvaieva and Liudmyla Zhorniak// IEEE Kremenchuk University Week: 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES) <https://doi.org/10.1109/MEES58014.2022.10005689>.
8. Афанасьев О.І. Електроапаратне обладнання систем електропостачання енергоємних виробництв / О. І. Афанасьєв, Л. Б. Жорняк, О. В. Немикіна, В. М. Щусь; за заг. ред. П. Д. Андрієнко. – Запоріжжя : НУ Запорізька політехніка, 2023. – 432 с.
9. Афанасьєв О. І. Електричні апарати високої напруги/ О. І. Афанасьєв, Л.Б. Жорняк, В.І. Щусь.- Запоріжжя: НУ «ЗІП», 2021-336 с.
10. Барандич, К. С. Системи автоматизованого проєктування: концепт лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерно інтегровані системи та технології в приладобудуванні» / К.С. Барандич, О.О. Подолян, М.М. Гладський. – Електронні текстові дані (1 файл 3,05 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с.
11. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.
12. Клименко, Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник [Текст] / Б. В.
13. Лаврінєнко, Н. М. Кінцево-елементне моделювання в інженерних розрахунках : Підручник. М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган Барановського, Нац. ун-т харч. вирво, Ін-т техн. теплофізики НАН України / Н. М. Лаврінєнко, В. О. Сукманов, А. О. Авраменко, А. І. Українець, Д. С. Афенченко, А. В. Шульга. – Донецьк: ДонНУЕТ, Норд-Прес, 2008. – 668 с.
14. 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 / уклад.: Л. Б. Жорняк, О. О. Каплієнко, І.С. Шило. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 40 с. <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6366>

15. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту за фахом 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. – 43 с. <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6365>

16. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт здобувачами всіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв») при вивченні дисципліни «Електромеханічні та електронні системи енергоємних виробництв» / Укл.: Л. Б. Жорняк, В. В. Василевський, О. О. Каплієнко, С. І. Шило. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 80 с. <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/12269>

17. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з курсу "Моделювання електромеханічних систем" для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання / укладачі: Т. М. Корнус, Л. С. Скрупська – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 35 с. <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/3473>

18. Мороз, В. І. Основи автоматизації проектування: Конспект лекцій / В. І. Мороз, О. В. Братченко, О. А. Логвіненко. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 98 с.

19. Павленко, П. М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. – К.: НАУ, 2017. – 392 с.

20. Сорочак, А.П. Програмне забезпечення інженерних розрахунків: конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання / Укладач: Сорочак А.П. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Орієнтовні теми курсових проєктів для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв»)

1	Технологічний процес монтажу допоміжних кіл трифазного випрямляча для тягових підстанцій
2	Трансформатор струму 500 кВ, 4000/1А з елегазовою ізоляцією
3	Шунтувальний реактор 20 кВ, 25000 кВАр
4	Контактор перемикаючого пристрою під навантаженням для електрометалургії 35 кВ
5	Контактор РПН 20 кВ, 630 А
6	Випрямляч 450 В, 63кА для електролізних ванн
7	Керуючий електротехнічний комплекс електролізера для виробництва алюмінію
8	Діагностика високовольтного струмообмежувального реактора
9	Перемикач без збудження 35 кВ, 630 А
10	Діагностика силового трансформатора ТМ-250-35
11	Модернізація закритої розподільчої підстанції 10 кВ ЗАТ «Мотор-Січ»
12	Комплектний розподільчий пристрій пересувної електростанції 10 кВ, 630 А
13	Пристрій перемикання без збудження 10 кВ, 350 А
14	Автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії
15	Випрямляч 32 кА, 950 В
16	Модернізація силового блоку електровозу ВЛ 80т

Продовження таблиці А.1

17	Організація технологічних процесів технічного обслуговування кранового металургійного електрообладнання
18	Трансформатор напруги 500 кВ
19	Технологія виготовлення трансформатора струму 150 кВ
20	Перетворювач 12 В, 200 А для технологічної установки гальванічного покриття
21	Трансформатор напруги 220 кВ для комплектного розподільного пристрою з елегазовою ізоляцією
22	Трансформатор напруги 500 кВ для комплектного розподільного пристрою з елегазовою ізоляцією
23	Перетворювач 12 В, 3150 А
24	Однофазний масляний шунтувальний реактор 60 МВАр, 500 кВ
25	Комплектна трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ потужністю 630 кВА підвищеної надійності
26	Увід 330 кВ для силового трансформатора 167000 кВА
27	Система пожежогасіння для автотрансформатора 333 мВА, 750 кВ
28	Система автоматичного керування збудженням турбогенератора 0,4 кВ станції ЕГ-1000
29	Система діагностики трансформаторного обладнання
30	Підстанція 35/10 кВ з підвищеною експлуатаційною надійністю
31	Комплектний тиристорний електропривод 220 В, 400 А
32	Підстанція 10/0,4 кВ для живлення міського мікрорайону
33	Пристрій регулювання напруги трансформатора 20 кВ, 550 А

Продовження таблиці А.1

34	Випрямляч 24 В, 1600 А для гальванічних ванн
35	Випрямляч 12 В, 800 А з мікропроцесорним керуванням
36	Опорний газонаповнений трансформатор напруги 220 кВ
37	Розподільний пристрій вводу механічного цеху 6 кВ, 900 А
38	Розподільний пристрій 6 кВ цеху підготовки виробництва з резервуванням живлення
39	Стенд для випробування асинхронних двигунів потужністю до 1000 кВт
40	Комплектний тиристорний електропривод 440 В, 50 А
41	Низьковольтний комплектний пристрій 600 В, 2000 А для тягових підстанцій
42	Випрямний блок 950 В, 32 кА для електролізної технологічної установки
43	Стенд для випробування електродвигунів до 100 кВт
44	Випрямляч 600 В, 2000 А міської тягової підстанції
45	Система технічного обліку електроенергії промислового підприємства
46	Пристрій регулювання напруги трансформатора 35 кВ, 300 А
47	Технологічний процес монтажу допоміжних кіл трифазного випрямляча для тягових підстанцій
48	Електрообладнання та системи керування продування конвертора агрегату газокисневого рафінування

Продовження таблиці А.1

49	Електрообладнання лоботокарного металооброблювального верстата
50	Електрообладнання та системи керування нахилу конвертора газокисневого рафінування
51	Комплектна система частотного електропривода потужного промислового вентиляційного пристрою в електрометалургії
52	Перетворювач для живлення приводу постійного струму прокатного стану
53	Підвищення надійності відкритого розподільчого пристрою 750 кВ Запорізької атомної електростанції
54	Оптимізація параметрів електротехнічного комплексу індукційного плавильного устаткування
55	Розподільчий пристрій 6 кВ живлення компресорної станції, цеху феросплавів
56	Модернізація головного обладнання підстанції 35/10 кВ живлення цеху дугових та індукційних печей для підвищення ефективності та енергозбереження при виробництві в електрометалургії
57	Системи регулювання комплексів електросталеплавильного обладнання на основі дугових печей заводу «Дніпроспецсталь»
58	Системи регулювання комплексів електросталеплавильного обладнання на основі індукційних печей заводу «Дніпроспецсталь»
59	Системи регулювання комплексів електросталеплавильного обладнання на основі порошкової металургії
60	Системи регулювання комплексів електросталеплавильного обладнання на основі електрошлакового переплаву
61	Електрообладнання та системи керування продування конвертора агрегату газокисневого рафінування
62	Електрообладнання та системи керування нахилу конвертора газокисневого рафінування
63	Комплектна система частотного електропривода потужного промислового вентиляційного пристрою в електрометалургії

Закінчення таблиці А.1

64	Перетворювач для живлення приводу постійного струму прокатного стану
65	Підвищення надійності відкритого розподільчого пристрою 750 кВ Запорізької атомної електростанції
66	Оптимізація параметрів електротехнічного комплексу індукційного плавильного устаткування
67	Розподільчий пристрій 6 кВ живлення компресорної станції, цеху феросплавів
68	Модернізація головного обладнання підстанції 35/10 кВ живлення цеху дугових та індукційних печей для підвищення ефективності та енергозбереження при виробництві в електрометалургії
69	Системи регулювання комплексів електросталеплавильного обладнання на основі дугових печей заводу «Дніпроспецсталь»
70	Системи регулювання комплексів електросталеплавильного обладнання на основі індукційних печей заводу «Дніпроспецсталь»
71	Системи регулювання агрегатів комплексної обробки сталі на базі дугової сталеплавильної печі з поворотним сводом ДСП-50
72	Системи регулювання агрегатів комплексної обробки сталі на базі дугової сталеплавильної печі з викотним сводом ДСВ-60
73	Модернізація головного обладнання підстанції 10/0,4 кВ для живлення цеху дугових та індукційних печей для підвищення ефективності та енергозбереження при виробництві в електрометалургії
74	Модернізація головного обладнання підстанції 35/10 кВ живлення цеху дугових та індукційних печей для підвищення ефективності та енергозбереження при виробництві в електрометалургії

38
ДОДАТОК Б

Форма № 17

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

_____ (найменування кафедри)

**КУРСОВИЙ ПРОЄКТ
(РОБОТА)**

з _____ (назва дисципліни)

на тему: _____ (назва теми)

Студента(ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності _____
освітня програма (спеціалізація) _____

_____ (ПРІЗВИЩЕ та ініціали)
Керівник _____

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Кількість балів: _____

Члени комісії _____
_____ (підпис) _____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____ (підпис) _____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____ (підпис) _____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

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)

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
