МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Електротехнічний

Кафедра Автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті (АЕСПТ)

СИЛАБУС

на виконання курсового проекту з дисципліни

Системи керування тяговими електроприводами

(назва дисципліни)

для здобувачів спеціальності 141 рівня освіти магістр

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма: Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів

Мова викладання: українська

Викладач дисципліни: Осадчук Ю.Г., к. т. н., доцент

(окремо лектори, окремо викладачі лабораторних робіт, практичних занять)

E-mail: u.osadchuk@knu.edu.ua

Контактний телефон: 8-067-900-96-26

Назва випускової кафедри, місце знаходження: АЕСПТ, Кривий Ріг, вул. В. Матусевича, 11, ауд. 201

Завідувач випускової кафедри: Сінчук О.М., д.т.н., професор

Зміст погоджено з гарантом ОПП (ОНП)

_____ (Федотов В.О.)

(підпис)

«31» 08 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td>Характеристики навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів - 2</td><td rowspan="6">Галузь: 14 Електрична інженерія
Спеціальність: 141
Освітня програма: Електромеханічні та електротехнічні комплекси та системи транспортних засобів</td><td>Нормативна</td></tr>
<tr><td>Залікових модулів -</td><td>Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістовних модулів -</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Курсовий проект (КП): (2 кредити – 60 годин)</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td></td><td>2</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин - 60</td><td>Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Тежневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 0
самостійної роботи здобувача – 3,3</td><td rowspan="10">Ступінь вищої освіти: магістр</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>Практичні</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>60</td></tr>
<tr><td>Індивідуальні завдання</td></tr>
<tr><td>КП</td></tr>
<tr><td>Вид контролю: диференційований залік</td></tr>
</table>

Примітка: співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0/60/0;

Робочу програму курсового проекту з дисципліни «Системи керування тяговими електроприводами» складено відповідно до освітньо-професійної програми «Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів» підготовки магістрів.

Курсовий проект належить до дисциплін нормативного циклу підготовки здобувачів магістрів.

2. Місце дисципліни в структурі освітньо-професійної (наукової) програми

Курс «Системи керування тяговими електроприводами» (СКТЕП) є однією з навчальних дисциплін електротехнічного профілю спеціальності 141 для ОПП «Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів».

Він є логічним продовженням базового теоретичного курсу ТЕП і має за мету вивчення засобів реалізації законів керування рухом тягового електроприводу на основі аналізу типових інженерних рішень, які використовуються в конкретних розімкнених та замкнених системах управління електроприводами постійного та змінного струмів, а також придбання навиків дослідження, розрахунків, проектування та налагодження, з урахуванням впливу на їх властивості специфічних особливостей, технічних засобів, які використовуються. Займає важливе місце в системі формування електротехнічного мислення, особливо у зв'язку з проблемою подальшого підвищення рівня практичної та науково-теоретичної підготовки інженерів.

2.1. Мета курсового проекту

Автоматизований електропривод - головний елемент автоматизованого управління технологічними процесами транспортних засобів. Здобувач, виконуючи проект, повинен знати структуру та основні елементи розімкнених та замкнених, дискретних та безперервних СКТЕП. Він повинен вміти сформулювати задачу досліджень, виконати всі необхідні розрахунки статичних та динамічних характеристик, синтезувати оптимальну систему керування для досягнення заданих технологічних показників.

2.2. Задачі вивчення дисципліни

Курсовий проект з дисципліни СКТЕП має за мету вивчення засобів реалізацій законів керування рухом електроприводу транспортних засобів на основі аналізу типових інженерних рішень, які використовуються в конкретних розімкнених та замкнених системах управління електроприводами постійного та змінного струмів, а також придбання навиків дослідження, розрахунків, проектування та налагодження, з урахуванням впливу на їх властивості специфічних особливостей, технічних засобів, які використовуються.

Курс СКТЕП має за мету вивчення засобів реалізацій законів керування рухом електроприводу транспортних засобів на основі аналізу типових інженерних рішень, які використовуються в конкретних розімкнених та замкнених системах управління електроприводами постійного та змінного струмів, а також придбання навиків дослідження, розрахунків, проектування та

налагодження, з урахуванням впливу на їх властивості специфічних особливостей, технічних засобів, які використовуються.

Внаслідок вивчення дисципліни СКТЕП здобувачі повинні:

-**знати,**як будуються цифрові і аналогові системи керування тяговим електроприводом, як за допомогою математичних апаратів звичайних диференційних рівнянь та різносних рівнянь описуються процеси розімкнутих і замкнутих аналогових і цифрових систем керування і методи їх розрахунку, як виконується синтез цифрових і аналогових регуляторів, як формуються керуючі дії в системах та алгоритми для їх реалізації, як за допомогою техніко-економічних розрахунків спроектувати найбільш енергоефективний варіант системи керування електроприводом, які додаткові елементи функціювання, захисту та адаптації потрібно використовувати для забезпечення заданих технологічних показників та оптимального функціювання систем;

- в м і т и: сформулювати задачу, виконати всі необхідні розрахунки параметрів, спроектувати найбільш енергоефективну аналогову чи цифрову систему керування електроприводом, скласти алгоритми їх роботи, провести аналіз отриманих статичних та динамічних показників, пояснити результати проектування і досліджень.

Компетентності:

К03. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

К06. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

К10. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

К11. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач.

К12. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань у області електромеханічних та електротехнічних комплексів і систем.

К14. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації електрообладнання.

К19. Здатність виконувати синтез та аналіз систем керування тяговими електроприводами постійного та змінного струму.

Програмні результати навчання:

РН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності обладнання, комплексів і систем.

РН02. Відтворювати процеси в системах при їх комп’ютерному моделюванні.

РН08. Обґрунтувати вибір напряму та методики розробок та проектування з урахуванням сучасних проблем.

РН14. Виконувати проектування, монтаж, налагодження, діагностування і випробування електрообладнання комплексів і систем транспортних засобів.

РН20. Вміти синтезувати цифрові системи керування, оптимізувати алгоритми їх роботи

Структурно-логічне місце дисципліни: курс СКТЕП базується на знаннях, засвоєних здобувачами при вивченні курсів фізики, математики, ТОЕ, ТЕП, ТАУ. З вищої математики особливо вабливі для систем управління електроприводами розділи: лінійні алгебраїчні рівняння, диференціювання та інтегрування функцій та ряд інших питань.

Всі частини СКТЕП базуються на положеннях, що викладаються у розділі фізики «Електрика», з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», з дисципліни «Теорія електроприводів», з дисципліни «Теорія автоматичного управління».

3. Графік виконання курсового проекту

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час, годи СРС
1	Отримання теми та завдання.	0,5
2	Підбір та вивчення літератури.	5
3	Вибір системи регульованого електроприводу.	3
4-6	Вибір елементів системи електропривода: двигун, перетворювач, трансформатор, дросель і т.п. та побудова статичних механічних та динамічних характеристик розімкнутої системи керування. Оцінка показників якості.	9
7	Порівняльний аналіз можливих варіантів та синтез оптимальної замкнутої системи керування електро-приводом.	5,5
8-9	Розрахунок параметрів необхідних регуляторів, коефіцієнтів зворотних зв’язків, з урахуванням обмежень по струму, моменту, швидкості.	6
10	Розрахунок статичних та динамічних характеристик приводу в заданому діапазоні регулювання. Оцінка показників якості регулювання.	7
11-13	Скласти схему і вибрати релейно-контакторну апаратуру ланцюгів захисту і управління. Син-тезувати принципову схему системи автоматичного керування електроприводом і специфікацію її елементів. Проработка спеціального питання до проекту (якщо воно задається). Загальні висновки по проекту.	13
14-15	Оформлення графічної частини і пояснювальної записки до курсового проекту.	10
16-17	Подання курсового проекту на перевірку.	0,5
18	Захист курсового проекту.	0,5

4. Перелік тем (варіантів вихідних даних).

1. Синтез оптимальної системи керування трамваю.
2. Синтез оптимальної системи керування тролейбусом.
3. Синтез оптимальної системи керування швидкісного трамваю.
4. Система керування шахтним електровозом в умовах ш. Гвардійська Криворізького залізорудного комбінату (КЗРК).
5. Система керування шахтним електровозом в умовах ш. Родіна КЗРК.
6. Система керування кар'єрними електровозами в умовах Центрального гірничо-збагачувального комбінату (ЦГЗК).
7. Система керування кар'єрними електровозами в умовах Південного ГЗК.
8. Системи керування великовантажних кар'єрних самоскидів в умовах Північного ГЗК.
9. Системи керування великовантажних кар'єрних самоскидів в умовах Інгулецького ГЗК.
10. Системи керування залізничними електровозами.
11. Система керування доменним під'ємником в умовах ДЦ2 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».
12. Системи керування клітьовими та скіповими під'ємниками шахт.
13. Синтез оптимальної системи керування електромобілями.

Примітка. Назви тем та вихідні данні уточнюються для кожного здобувача за умови врахування вимог зацікавлених підприємств і організацій. Вищеназвані теми проектування, а також варіації показників якості можуть бути застосовані для багатьох підприємств Кривбасу і України, які використовують тяговий електропривод в технологічній ланці виробничого процесу.

5. Рейтингова система оцінки успішності здобувачів

Рейтингова оцінка успішності здобувачів з курсового проекту - 100 - бальна

Система рейтингових балів

Рейтинг курсового проекту здобувача з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- своєчасність виконання графіку роботи з курсового проектування 5-3 бали;
- сучасність та обґрунтування прийнятих рішень – 12-7 балів;
- правильність застосування методів аналізу і розрахунку – 10-6 балів;
- якість оформлення , виконання вимог нормативних документів – 6-4 бали;
- якість графічного матеріалу і дотримання вимог ДСТУ – 7-4 бали.
- ступінь володіння матеріалом – 10-6 балів;
- повнота аналізу можливих варіантів – 15-9 балів;
- ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 20-12 балів;
- вміння захищати свою думку – 15-9 балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання

1. Своєчасність виконання графіку роботи з курсового проектування 5 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувачів

Бал	Повнота роботи
5	Роботу представлено своєчасно.
4	Роботу представлено з невеликим запізненням.
3	Роботу представлено зі значним запізненням.
0	Невиконання даної частини КП.

2. Сучасність та обґрунтування прийнятих рішень – 12 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувачів

Бал	Повнота роботи
12	Прийняті сучасні рішення. Всі обґрунтування рішень зроблено правильно. Зроблено правильні висновки.
11	Прийняті сучасні рішення. Всі обґрунтування рішень зроблено правильно. Зроблено дещо неправильні висновки.
10	Прийняті сучасні рішення. Обґрунтування рішень містять непринципові помилки. Зроблено дещо неправильні висновки.
9	Прийняті сучасні рішення. Обґрунтування рішень містять принципові помилки. Зроблено неправильні висновки.
8	Прийняті несучасні рішення. Обґрунтування рішень містять принципові помилки. Зроблено неправильні висновки.
7	Прийняті несучасні рішення. Обґрунтування рішень містять дуже суттєві помилки. Відповідно зроблено неправильні висновки.
0	Невиконання даної частини КП.

3. Правильність застосування методів аналізу і розрахунку – 10 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувачів

Бал	Повнота роботи
10	Роботу представлено своєчасно. Застосовані правильні методи аналізу і синтезу, всі процеси описані правильно, повно, з теоретичними обґрунтуваннями. Всі розрахунки виконано правильно.
9	Роботу представлено несвоєчасно. Застосовані правильні методи аналізу і синтезу, всі процеси описані правильно, повно, з теоретичними обґрунтуваннями. Всі розрахунки виконано правильно.
8	Роботу представлено своєчасно. Застосовані правильні методи аналізу і синтезу, всі процеси описані правильно, без теоретичних обґрунтувань. Деякі розрахунки виконано неправильно.
7	Роботу представлено несвоєчасно. В описаних процесах є невеликі (не суттєві) недоліки. Деякі розрахунки виконано неправильно.
6	Роботу представлено несвоєчасно. В описаних процесах є суттєві недоліки. Розрахунки виконано неправильно.
0	Невиконання даної частини КП

4. Якість оформлення , виконання вимог нормативних документів – 6 бали.

Критерії оцінювання роботи здобувачів

Бал	Повнота роботи
6	Висока якість оформлення, дотримання всіх вимог нормативних документів.
5	Середня якість оформлення, недотримання деяких вимог нормативних документів.
4	Низька якість оформлення, недотримання деяких вимог нормативних документів.
0	Невиконання даної частини КП.

5. Якість графічного матеріалу і дотримання вимог ДСТУ – 7 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача

Бал	Повнота роботи
7	Висока якість графічного матеріалу, дотримання всіх вимог ДСТУ.
6	Висока якість графічного матеріалу, недотримання деяких вимог ДСТУ.
5	Середня якість графічного матеріалу, недотримання деяких вимог ДСТУ.
4	Низька якість графічного матеріалу, недотримання деяких вимог ДСТУ.
0	Невиконання даної частини КП.

6. Ступінь володіння матеріалом – 10 балів.

Критерії оцінювання відповіді здобувача

Бал	Повнота роботи
10	Висока ступінь володіння матеріалом (не менше 90 % потрібної інформації).

9	Висока ступінь володіння матеріалом (не менше 90 % потрібної інформації), проте з деякими неточностями у відповідях .
Бал	Повнота роботи
8	Середня ступінь володіння матеріалом (не менше 75 % потрібної інформації).
7	Середня ступінь володіння матеріалом (не менше 60 % потрібної інформації) з незначними неточностями у відповідях.
6	Низька ступінь володіння матеріалом (менше 60 % потрібної інформації) зі значними неточностями у відповідях.
0	Невиконання даної частини КП.

7. Повнота аналізу можливих варіантів – 15 балів.

Критерії оцінювання відповіді здобувачів

Бал	Повнота роботи
15-14	Повністю проаналізовані всі можливі варіанти регульованого тягового електроприводу транспортного засобу.
13-12	Повністю проаналізовані всі можливі варіанти регульованого тягового електроприводу транспортного засобу.
11-10	Частково проаналізовані можливі варіанти регульованого тягового електроприводу транспортного засобу.
9	Частково проаналізовані можливі варіанти регульованого тягового електроприводу транспортного засобу.
0	Невиконання даної частини КП

8. Ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 20 балів.

Критерії оцінювання відповіді здобувачів

Бал	Повнота роботи
20-18	Всі обґрунтування рішень зроблено правильно. Зроблено правильні висновки.
17-15	Обґрунтування рішень містять непринципові помилки. Зроблено дещо неправильні висновки.
14-12	Обґрунтування рішень містять дуже суттєві помилки. Відповідно зроблено неправильні висновки.
0	Невиконання даної частини КП

9. Вміння захищати свою думку – 15 балів.

Критерії оцінювання відповіді здобувачів

Бал	Повнота роботи
15-14	Впевнена відповідь, висока самооцінка роботи
13-11	Відповідь з відчуттям недопрацювання, середня самооцінка роботи
10-9	Невпевнена відповідь, низька самооцінка роботи
0	Невиконання даної частини КП

Розрахунок балів курсового проекту складає:

$$R_{КР} = 5 + 12 + 10 + 6 + 7 + 10 + 15 + 20 + 15 = 100 \text{ балів}$$

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Системи рейтингового оцінювання КНУ	Система національних оцінок
A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначними помилками	90-100	відмінно/ зараховано
B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	80-89	добре/ зараховано
C	ДОБРЕ – в цілому правильна робота з певною кількістю грубих помилок	71-79	
D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	61-70	задовільно/ зараховано
E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні потреби	50-60	задовільно/ зараховано
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – із можливістю повторного захисту	30-49	незадовільно/ не зараховано
F	НЕЗАДОВІЛЬНО – з обов’язковим повторним виконанням проекту	0-29	

6. Методичні рекомендації

Пояснювальна записка до курсового проекту містить такі розділи.

Реферат.

Вступ.

1. Технологічна частина.
2. Вибір електрообладнання і розрахунок характеристик розімкнутої системи.
3. Обґрунтування, розрахунок варіанту оптимізованої структури приводу.
4. Складання структурної схеми системи регулювання, аналіз статичних та динамічних показників оптимізованої системи.
5. Складання схеми ланцюгів захисту і управління. Синтез принципової схеми приводу.
6. Розробка спеціального питання курсового проекту (якщо задається).
7. Загальні висновки по проекту.

Література.

Додатки.

Графічна частина курсового проекту містить такі креслення:

Технологічна схема.

Статичні та динамічні характеристики розімкнутої системи.

Структурна схема автоматичного керування.

Статичні та динамічні характеристики замкнутої системи.

Принципова схема електроприводу з розробкою спеціального питання (якщо задається).

7. Структура курсового проекту

7.1 Вихідні дані для проектування

У завданні наводяться наступні основні вихідні дані:

1.1 Тип приводу.

1.2 Потужність і частота обертів.

1.3 Діапазон регулювання частоти обертання і межі зміни статичного навантаження.

1.4 Момент інерції механізму, приведений до валу двигуна.

1.5 Точність стабілізації або стеження.

1.6 Допустиме перерегулювання і максимальний час перехідного процесу.

1.7 Допустиме прискорення (уповільнення) приводу, допустимі перевантаження і необхідність струмообмеження.

Крім того наводяться додаткові вихідні дані:

- режим роботи;
- необхідність реверсу;
- характеристика мережі живлення;
- необхідні види захистів;
- ообливості умов роботи.

7.2 Завдання на курсове проектування і зміст розрахункової записки

2.1 У курсовому проекті необхідно.

2.1.1 Вибрати систему електроприводу відповідно до поставлених вимог - діапазоном регулювання, статизмом, швидкодією, формою механічної характеристики і т.п. (Система електроприводу може бути задана керівником). Об’єм ≈ 3%.

2.1.2 Вибрати силове електрообладнання. При цьому потужність двигуна, частота обертання, діапазон зміни статичного навантаження заздалегідь задані і розрахунку не підлягають. З урахуванням вимог п.3.1.1 вибираються рід струму, тип двигуна і відповідний двигуну перетворювач. Об’єм ≈ 4%.

2.1.3 Скласти структурну схему незмінної частини електроприводу, обґрунтувати систему регулювання. Визначити набір зворотних зв'язків, передавальних функцій регуляторів і т.п. Об’єм ≈ 4%.

2.1.4 Вибрати типові регулятори для прийнятої системи регулювання. Об’єм ≈ 4%.

2.1.5 Скласти принципову схему керування електроприводом на підставі даних, отриманих в п. 3.1.3, 3.1.4. Об’єм ≈ 4%.

2.1.6 Розрахувати параметри отриманої принципової схеми управління - дільників напруги (якщо такі є), додаткових резисторів, що погоджують елементів, параметрів ланцюгів зворотних зв'язків і т.п. Всі елементи повинні бути обрані за відповідними каталогами і довідниками із зазначенням номінальних даних, типових позначень і схем включення. Об’єм ≈ 20%.

2.1.7 Розрахувати статичні і механічні характеристики для двох граничних значень частоти обертання в заданому діапазоні регулювання. Об’єм ≈ 4%.

2.1.8 Оцінити стійкість, скорегувати систему регулювання (якщо це потрібно), розрахувати перехідні процеси для характерних режимів роботи електроприводу і характерних параметрів. В якості останніх можуть бути режими пуску, гальмування, реверсу або накидання навантаження або те й інше разом (режим роботи приймається за вказівкою керівника). Об’єм ≈ 20%.

2.1.9 Скласти схему ланцюгів захисту перетворювача, двигуна та схеми управління. Об’єм ≈ 4%.

2.1.10 Вибрати апаратуру і уставки захистів схеми управління. Об’єм ≈ 4%.

2.1.11 Скласти повну принципову схему САУ. Об’єм ≈ 5%.

2.1.12 Розробити спеціальне питання до курсового проекту (задається керівником). Об’єм ≈ 7%.

2.1.13 Зробити висновки. Об’єм ≈ 2%.

2.1.14 Графічна частина. Об’єм ≈ 10%.

2.1.15 Оформлення. Об’єм ≈ 5%.

Оцінка стійкості і оцінка якості перехідних процесів для випадки стрибкоподібного додатки впливу проводиться одним з аналітичних, частотних або графо - аналітичних методів. Перехідні процеси для всіх характерних режимів роботи і параметрів відповідно до завдання можуть розраховуватися на ЦВМ за допомогою спеціальних програм або самостійно.

2.2 Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Наведене нижче зміст розрахунково-пояснювальної записки дано на прикладі проектування системи ТП-Д з підлеглим регулюванням.

Зміст записки:

- титульна сторінка;
- реферат;
- ключові слова;
- зміст;
- вихідні дані.

1) Введення.
2) Вибір системи електроприводу.
3) Вибір силового електрообладнання та розрахунок параметрів силових ланцюгів.
4) Складання структурної схеми САУ.

4.1) Складання структурної схеми незмінної частини САУ, визначення її передавальних функцій.

4.2) Визначення передавальних функцій регуляторів і елементів.

5) Розрахунок параметрів регуляторів. Вибір регуляторів.

5.1) Розрахунок і вибір регулятора струму.

5.2) Розрахунок і вибір параметрів регулятора швидкості.

5.3) Розрахунок і вибір параметрів задатчика інтенсивності.

6) Розрахунок статичних швидкісних і механічних характеристик.

7) Розрахунок перехідних процесів для характерних режимів роботи, зіставлення і оцінка показників регулювання.

8) Складання схеми ланцюгів захисту і управління.

8.1) Складання схеми ланцюгів захисту і управління, розрахунок установок.

8.2) Вибір релейно-контакторной апаратури захисту і управління.

9) Складання принципової схеми САУ, короткий опис її роботи.

10) Розробка спеціального питання курсового проекту.

11) Висновки.

12) Список використаної літератури.

У разі проектування інших систем структурна схема приводу може відрізнятися від структури ТП-Д з підлеглим регулюванням. Наприклад, для системи регулювання з загальним суматором зміст гл.5 може бути приведено в наступному вигляді:

5) Розрахунок параметрів системи регулювання.

5.1) Розрахунок і вибір параметрів головною і додаткових, зворотних зв'язків.

5.2) Оцінка стійкості системи регулювання.

5.3) Вибір коригувальних пристроїв.

5.4) Розрахунок і вибір параметрів пристрою, що задає.

Можливі й інші відступи від рекомендованого змісту. Якщо паралельно з виконанням завдання по курсовому проектування вирішуються завдання відповідно до завдання по НДРС, цей матеріал може бути, або розосереджений по главам, або виділений в окрему додаткову главу.

7.3 Черговість проектування систем автоматичного управління електроприводами

4.1 Проаналізувати технічне завдання і з'ясувати вихідні дані для вибору САУ: режим роботи приводу, діапазони регулювання швидкості, вимоги до точності в встановлених і перехідних режимах, характерні обурення, мета управління (стабілізація будь-якої величини, складання і т.п .), особливості зовнішніх умов роботи приводу.

4.2 Вибрати систему електроприводу, найбільш повно відповідає сформульованим вимогам.

4.3 Вибрати електродвигун з урахуванням режиму роботи систем електроприводу.

4.4 Відповідно до заданими показниками якості управління і параметрами двигуна, наведеними в п. 4.3, вибрати перетворювач з урахуванням особливостей управління, можливості резервування, умов середовища, джерел живлення і т.п. Вибрати також елементи головного ланцюга (згладжують дроселі, реактори і т.д.).

4.5 Розрахувати параметри силових ланцюгів (R0, L0), а також коефіцієнти посилення і постійні часу структурної схеми незмінної частини приводу.

4.6 Скласти структурну схему САУ, намітити необхідні і додаткові зворотні зв'язки. Визначити коефіцієнт посилення системи по необхідної точності регулювання, виясніть можливості реалізації отриманого коефіцієнта в даній системі електроприводу.

У разі використання в проекті системи з підлеглим регулюванням визначити спосіб оптимізації.

4.7 Визначити передавальні функції всіх елементів САУ і регуляторів.

4.8 Скласти повну структурну схему САУ з урахуванням вимозі пред'являються до електроприводу.

4.9 Розрахувати параметри регуляторів і зробити їх вибір. Звернути увагу на обмеження струму, моменту, швидкості.

4.10 Розрахувати і побудувати статичні механічні (швидкісні) характеристики для заданого діапазону регулювання.

4.11 Розрахувати перехідні процеси для характерних режимів роботи приводу.

4.12 Скласти схему ланцюгів захисту і управління.

4.13 Вибрати релейно-контакторну апаратуру ланцюгів захисту і управління.

4.14 Скласти принципову схему системи автоматичного керування електроприводом і специфікацію її елементів.

4.15 Виконати опрацювання спеціального питання проекту.

8. НАВЧАЛЬНА ТА ДОВІДКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Корягина Е.Е., Косакин О.А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. Учебник. – М.: Транспорт 1982. – 296с.
2. Срибнер Л.А. Программируемые устройства автоматики К: «Техника», 1982.
3. Системы управления рудничным электровозным транспортом. / О.Н. Синчук, Т.М. Беридзе, Э.С. Гузов и др. – М.: Недра, 1993. – 255с.
4. Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов. / Под. Ред. О.Н. Синчука. – Киев, Инст. эл-динамики НАНУ, 2006. – 251с.
5. Богдан Н.В., Атаманов Ю.Е., Сафанов А.И. Троллейбус. Теория, конструирование, расчет. – Минск, Ураджай, 1999. – 345с.
6. Сінчук О.М., Гузов Е.С., Дебелий В.Л., Дебелий Л.Л. Шахтный электровозный транспорт. Теория, конструкции, электрооборудования. Кривой Рог-Донецк: ЧП Щербатых А.В., 2015. – 428с.
7. Максимов А.Н. Городской электротранспорт. Учебник. – М.: Изд-во «Академия», 2004. – 256с.
8. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда. – М.: Транспорт, 1991. – 480с.
9. Основные положения по проектированию подземного транспорта для новых и действующих угольных шахт. / ИГД им. Скочинского. –М., 1984. – 347с.
10. Белоусов Б.Н. Попов С.Д. Колёсные транспортные средства особо большой грузоподъемности – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728с.
11. Слепцов М.А. Долаберидзе Г.П. Прокопович А.В. Основы электрического транспорта. – М.: изд-во «Академия», 2006. – 464с.
12. Методические указания к выполнению контрольных работ по СУЭП, Осадчук Ю.Г., Гужовский О.Т., Кривой Рог, КТУ, 2011г.
13. Конспект лекцій з дисципліни «СУЕП» ч.1,2. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
14. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «СУЕП» Частина І. Для студентів спеціальності 6.050702. Осадчук Ю.Г., Канєвський В.В., Сінолиций А.П., Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
15. Методичні вказівки з виконання практичних робіт по курсам: СУЕП, Системи керування тяговими електроприводами, Замкнені системи керування. – Сінчук О.М., Осадчук Ю.Г., Кривий Ріг, КНУ, 2020. – 96с.
16. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Системи управління електроприводами». Для студентів електротехнічних спеціальностей усіх форм навчання. Осадчук Ю.Г., Сінолиций А.П., Канєвський В.В., Кривий Ріг, КТУ, 2011р.

9. ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

№ з/п	Дата внесення змін	Зміст змін, доповнень	Підстава до внесення змін (№ і дата наказу)
1	2	3	4

Схвалено на засіданні кафедри
Протокол №1 від 27.08.2019 р.
Завідувач кафедри _____

Схвалено радою ЕТФ
Протокол №1 від 11.09.2019 р.
Голова ЕТФ _____

Додаток до робочої навчальної програми

Робочий план з дисципліни «Системи керування тяговими електроприводами»

Семестр 2 (денна форма навчання)

Годин у семестрі																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
60/2	0,5	5	3	3	3	3	5,5	3	3	7	4	4	5	5	5	0,25	0,25	0,5

Умовні позначки: КП – курсовий проект;