

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Електротехнічний
Кафедра Автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті (АЕСПТ)

СИЛАБУС

вивчення дисципліни

Замкнені системи керування

(назва дисципліни)

для здобувачів усіх спеціальностей 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

 / Федотов В.О. /

(підпис)

« 31 » 08 2020 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти | Характеристики навчальної дисципліни | |
|---|---|--------------------------------------|-------------------------------|
| | | Денна форма навчання | Заочна форма навчання |
| Кількість кредитів - 4 | Галузь: 14 Електрична інженерія Спеціальність: 141 Освітня програма: Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів | Статус дисципліни За вибором ВНЗ | |
| Модулів - 1 | | Рік підготовки | |
| Змістовних модулів – 2 | | 1 | 1 |
| Загальна кількість годин - 120 | | Семестр | |
| | | 2 | 2 |
| | | Лекції (год.) | |
| | | 36 | 8 |
| Тежневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <u>3</u> ; самостійної роботи студента – 4 | | Ступінь вищої освіти: Магістр | Практичні, семінарські (год.) |
| | 18 | | 4 |
| | Лабораторні (год.) | | |
| | - | | - |
| | Самостійна робота (год.) | | |
| | 66 | | 108 |
| | | Вид контролю: екзамен | |

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 80%.

2. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В СТРУКТУРІ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ (НАУКОВОЇ) ПРОГРАМИ

Курс «Замкнені системи керування» є однією з навчальних дисциплін електротехнічного профілю для спеціальності 141. Він є логічним продовженням базового теоретичного курсу ТЕП і має за мету вивчення засобів реалізації 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. 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 викладання дисципліни

Автоматизований електропривод - головний елемент автоматизованого управління технологічними процесами транспортних засобів. Студент, що вивчив курс «Замкнені системи керування», повинен мати знання про структуру та основні елементи замкнених дискретних та безперервних систем, класифікацію електричних схем, функції систем керування, умовні зображення та діючі нормативи. Він повинен вміти сформулювати задачу, виконати всі необхідні розрахунки та аналіз процесів і пояснити отримані результати.

2.2. Задачі вивчення дисципліни

Курс «Замкнені системи керування» має за мету вивчення засобів реалізації 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.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати** структуру та основні елементи замкнених дискретних та безперервних систем керування, класифікацію електричних схем, функції систем керування, умовні зображення та діючі нормативи.

Підготовлений студент повинен **вміти**: сформулювати задачу, виконати всі необхідні розрахунки параметрів та аналіз процесів, а також пояснити отримані результати.

компетентності: практичні навички синтезу оптимальних параметрів, проектування, моделювання та дослідження режимів роботи аналогових і дискретних розімкнутих та замкнутих систем керування електроприводами транспортних засобів різних технологічних механізмів.

Структурно-логічне місце дисципліни: курс «Замкнені системи керування» базується на знаннях, засвоєних студентами 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 курсу базуються на положеннях, що викладаються у розділі фізики «Електрика», з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», з

дисципліни «Теорія електроприводів», з дисципліни «Теорія автоматичного управління».

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Заліковий модуль 1. | | |
|---------------------|--|----------------|
| № теми | Змістовний модуль №1. Системи безперервного управління приводами постійного струму транспортних засобів. | Література |
| 1 | Класифікація замкнених структур СУЕП. Статичний розрахунок схеми з загальним суматором. Розрахунок схеми стабілізації швидкості з використанням тахометричного зворотного зв'язку. | 1-2,4,6-9 |
| 2 | Статичний розрахунок струмової відсічки | 1,6,11 |
| 3 | Динаміка систем зі зворотними зв'язками по струму та швидкості в схемах з загальними суматорами. | 1-3,6,8-10 |
| 4 | Статичний розрахунок схем з загальним суматором без використання тахометричного зворотного зв'язку за швидкістю. | 1-3,6,8, 11-13 |
| 5 | Розрахунок схем підлеглого керування координат електроприводами зі зворотними зв'язками за струмом і швидкістю. | 1-4,6-13 |
| 6 | Регулювання струму в системах підлеглого керування. Струмообмеження в системах підлеглого керування. | 1-4,6-13 |
| 7 | Регулювання Е.Р.С. за підлеглим керуванням з інерційними перетворювачами. | 1-4,6-8 |
| 8 | Розрахунок схем підлеглого керування з інерційними перетворювачами. | 1-4,6-8 |
| № теми | Змістовний модуль №2. Системи безперервного управління приводами змінного струму. Слідкуючі та адаптивні СУЕП. | Література |
| 9 | Управління асинхронними електроприводами з тиристорними регуляторами напруги (ТРН) в статорі та роторі. | 8 |
| 10 | Система ПЧ-АД. Системи частотно-струмового управління; Системи векторного управління. | 8 |
| 11 | Системи частотного управління синхронним електроприводом. | 8 |
| 12 | Задачі позиціонування та слідкування. | 1-3,6-8 |
| 13 | Слідкуючі СУЕП. Розрахунок помилок слідкуючих систем. | 1-4,6-13 |
| 14 | Корекція слідкуючих систем. | 1-4,6-13 |
| 15 | Адаптивні СУЕП. | 1-3,6-8 |

| | | |
|----|--|---------|
| 16 | Структура та елементи адаптивних систем управління ЕП. Типові технічні рішення адаптивних регуляторів, які використовуються у комплектних промислових електроприводах. | 1-3,6-8 |
|----|--|---------|

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------------------|--------------|----------|----------|----------|------------|--|
| | денна форма навчання | | | | | | заочна форма навчання | | | | | | |
| | Усього | у тому числі | | | | | Усього | у тому числі | | | | | |
| | | лк | пз | лб | інд | с.р. | | лк | пз | лб | інд | с.р. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| Заліковий модуль №1 | | | | | | | | | | | | | |
| Змістовний модуль №1. Системи безперервного управління приводами постійного струму транспортних засобів. | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1 | 3 | 2 | - | - | - | 1 | 3 | 0 | - | - | - | 3 | |
| Тема 2 | 8 | 2 | 2 | - | - | 4 | 8 | 1 | - | - | - | 7 | |
| Тема 3 | 8 | 2 | 2 | - | - | 4 | 8 | 1 | 1 | - | - | 6 | |
| Тема 4 | 8 | 2 | 2 | - | - | 4 | 8 | 1 | 1 | - | - | 6 | |
| Тема 5 | 6 | 2 | 0 | - | - | 4 | 6 | - | - | - | - | 6 | |
| Тема 6 | 6 | 2 | - | - | - | 4 | 6 | 1 | - | - | - | 5 | |
| Тема 7 | 6 | 2 | - | - | - | 4 | 6 | - | - | - | - | 6 | |
| Тема 8 | 8 | 2 | 2 | - | - | 4 | 8 | - | - | - | - | 8 | |
| Разом за змістовним модулем 1 | 53 | 16 | 8 | 0 | 0 | 29 | 53 | 4 | 2 | - | 0 | 47 | |
| Змістовний модуль №2. Системи безперервного управління приводами змінного струму. Слідкуючі та адаптивні СУЕП. | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 9 | 12 | 6 | 2 | - | - | 4 | 12 | 1 | 1 | - | - | 10 | |
| Тема 10 | 7 | 2 | - | - | - | 5 | 7 | 1 | - | - | - | 6 | |
| Тема 11 | 12 | 2 | 2 | - | - | 8 | 12 | 1 | - | - | - | 11 | |
| Тема 12 | 9 | 2 | 2 | - | - | 5 | 9 | - | - | - | - | 9 | |
| Тема 13 | 7 | 2 | - | - | - | 5 | 7 | - | - | - | - | 7 | |
| Тема 14 | 7 | 2 | 2 | - | - | 3 | 7 | 1 | 1 | - | - | 5 | |
| Тема 15 | 7 | 2 | 2 | - | - | 3 | 7 | - | - | - | - | 3,5 | |
| Тема 16 | 6 | 2 | - | - | - | 4 | 6 | - | - | - | - | 4,5 | |
| Разом за змістовним модулем 2 | 67 | 20 | 10 | 0 | 0 | 37 | 67 | 4 | 2 | 0 | - | 61 | |
| Всього за заліковим модулем 1 | 120 | 36 | 18 | 0 | - | 66 | 120 | 8 | 4 | 0 | - | 108 | |

4. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

4.1. Денна

| № теми | Найменування теми, питання, які студент повинен опрацювати самостійно та їх захист. індивідуальні завдання (контрольні роботи, РГР, реферати) | Денна, год. | | Форма звітності | Термін звітності у якому тижні |
|--------|---|-------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | Обсяг | Семестр | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Опрацювання лекційного матеріалу | 25 | 2 | МКР | - |
| | Підготовка до проведення контрольних заходів | 25 | 2 | МКР | 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 |
| | Підготовка до виконання практичних робіт | 16 | 2 | Звіт з виконання практичних робіт | 1 раз у 2 тижні |
| | Разом | 66 | | | |

4.2. Заочна

| № теми | Найменування теми, питання, які студент повинен опрацювати самостійно та їх захист. індивідуальні завдання (контрольні роботи, РГР, реферати) | Заочна, год. | | Форма звітності | Термін звітності у якому тижні |
|--------|---|--------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | Обсяг | Семестр | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Опрацювання лекційного матеріалу | 45 | 2 | - | - |
| | Підготовка до проведення контрольних заходів | 45 | 2 | - | - |
| | Підготовка до виконання практичних робіт | 18 | 2 | Звіт з виконання практичних робіт | - |
| | Разом | 108 | | | |

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом не передбачено.

6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва заняття | Кількість годин | |
|--------|---|-----------------|--------------|
| | | Денна форма | Заочна форма |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Пз 1 | Особливості визначення параметрів і передаточних функцій елементів автоматизованого електроприводу. Оцінка статизму розімкненої системи з урахуванням технології роботи. | 4 | 1 |
| Пз 2 | Складання структурних та принципівих схем управління, розрахунок коефіцієнтів зворотних зв'язків, розрахунок статичних та динамічних характеристик схем з загальним суматором. | 4 | 1 |
| Пз 3 | Складання структурних та принципівих схем управління, розрахунок коефіцієнтів зворотних зв'язків, розрахунок статичних та динамічних характеристик схем підлеглого керування координат. | 4 | 1 |
| Пз 4 | Складання і рішення різницевих рівнянь за допомогою Z – зображення системи, приклади реалізації Z – зображення для складання програми функціонування цифрового пристрою. | 6 | 1 |
| Разом: | | 18 | 4 |

Система рейтингових балів розроблена для кожного окремого модуля і наводиться у табличній формі.

Змістовний модуль №1. Час на засвоєння – 60 годин.

| № тижня виконання роботи (практичного завершення) | Вид роботи | Максимальна кількість балів |
|---|---------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 9 | Тест | 50 |
| 4 | Практична робота №1 | 25 |
| 8 | Практична робота №2 | 25 |
| Разом за модуль | | 100 |

Змістовний модуль №2. Час на засвоєння – 60 годин.

| № тижня виконання роботи (практичного завершення) | Вид роботи | Максимальна кількість балів |
|---|---------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 18 | Тест | 50 |
| 12 | Практична робота №3 | 25 |
| 16 | Практична робота №4 | 25 |
| Разом за модуль | | 100 |

Розподіл балів на практичні роботи за показниками.

| № ПР | Кількість балів за показник | | | | | |
|------|-----------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| | Своєчасність захисту | | Самостійність підготовки | Підготовка до захисту | Якість звіту | Усього за ПР |
| | У строк | Тижнем пізніше | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ПР№1 | 4 | 2 | 4 | 6 | 6 | 20 |
| ПР№2 | 4 | 2 | 4 | 6 | 6 | 20 |
| ПР№3 | 4 | 2 | 4 | 6 | 6 | 20 |
| ПР№4 | 4 | 2 | 4 | 6 | 6 | 20 |

Примітка:

1. Показники «Своєчасність...» мають два значення балів. До уваги береться те, яке відповідає реальній ситуації.

2. Якщо якість виконання або захисту практичної роботи нижче граничного рівня (визначається викладачем), то така робота не вважається виконаною або захищеною. Бали за цю роботу нараховуються тільки після її вдосконалення до заданого рівня.

Результати поточного контролю фіксуються у рейтингових балах. Але результати модульного і підсумкового контролів фіксуються у балах національної шкали (5, 4, 3, 2). При встановленні відповідності між цими двома шкалами слід керуватися наступною таблицею, у якій наведені також критерії оцінювання іспиту.

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 складання | 30-49 | незадовільно/ не зараховано |
| F | НЕЗАДОВІЛЬНО – з обов'язковим повторним вивченням модуля | 0-29 | |

Критерії оцінок успішності студентів заочної форми навчання

Лабораторні, практичні роботи і РГР.

Для лабораторних, практичних робіт і РГР необхідно керуватися такими критеріями:

«Зараховано» ставиться за роботу, якщо студент вірно виконав не менш половини роботи і допустив:

а) не біль двох грубих помилок;

б) не більш однієї грубої помилки і двох недоліків;

в) при відсутності помилок, але при наявності 4-5 недоліків.

«**Не зараховано**» ставиться за роботу, якщо студент вірно виконав менш 30 відсотків роботи і допустив кількість помилок і недоліків більш нормі, при якій може бути виставлена оцінка «Задовільно».

Іспит.

Для іспиту необхідно керуватися такими критеріями:

Оцінка «Відмінно» ставиться, якщо студент показав:

а) глибоке знання і засвоєння програмного матеріалу учбової дисципліни у взаємозв'язку з іншими дисциплінами і майбутньою професійною діяльністю;

б) засвоєння основної літератури, яка рекомендована робочою програмою учбової дисципліни, і додаткової літератури;

в) здатність до самостійного поповнення і оновлення знань.

Оцінка «Добре» ставиться, якщо студент показав:

а) повне засвоєння основного матеріалу учбової дисципліни;

б) знання основної літератури і знайомство з додатковою літературою, що рекомендована робочою програмою;

в) здатність до поповнення і оновлення знань.

Оцінка «Задовільно» ставиться, якщо студент:

а) на екзамені показав знання основних положень учбової дисципліни;

б) допускав окремі похибки і зумів їх виправити за допомогою викладача;

в) знайомий тільки з основною літературою, яка рекомендована робочою програмою.

Оцінка «Незадовільно» ставиться, якщо у студента виявлено:

а) суттєві прогалини в знаннях основних положень учбової дисципліни;

б) невміння навіть за допомогою викладача сформулювати вірні відповіді на питання екзаменаційного білета.

7. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ, УМІНЬ, НАВИЧОК

Заліковий модуль №1

Змістовний модуль №1

1. Розрахунок схеми стабілізації швидкості з використанням тахометричного зворотного зв'язку.
2. Статичний розрахунок струмової відсічки.
3. Динаміка систем зі зворотними зв'язками по струму та швидкості в схемах з загальними суматорами.
4. Статичний розрахунок схем з загальним суматором без використання тахометричного зворотного зв'язку за швидкістю.
5. Розрахунок схем підлеглого керування координат електроприводами зі зворотними зв'язками за струмом і швидкістю.

6. Регулювання струму в системах підлеглого керування.
7. Струмообмеження в системах підлеглого керування.
8. Регулювання ЕРС за підлеглим керуванням з інерційними перетворювачами.
9. Розрахунок схем підлеглого керування з інерційними регуляторами напруги (ТРН) в статорі та роторі.
10. Система ПЧ-АД.
11. Системи частотно-струмового управління.
12. Системи векторного управління.
13. Системи частотного управління синхронним електроприводом.
14. Задачі позиціонування та слідкування.
15. Слідкуючі СУЕП.
16. Розрахунок помилок слідкуючих систем.
17. Корекція слідкуючих систем.

Змістовний модуль №2

18. Адаптивні СУЕП.
19. Структура та елементи адаптивних систем управління ЕП.
20. Типові технічні рішення адаптивних регуляторів, які використовуються у комплектних промислових електроприводах. Цифрові системи управління електроприводами.
21. Засоби перетворення аналогового сигналу в дискретний в СУЕП.
22. Гратчасті функції, їх характеристики.
23. Складання і рішення часового різницевого рівняння.
24. Складання і рішення різницевого рівнянь за допомогою Z-зображень схеми.
25. Складання реального різницевого рівняння по Z-зображенням системи цифрового регулятора реактивної потужності синхронного двигуна.
26. Системи управління електроприводами постійного струму зі спостерігачами становища.
27. Регулювання швидкості в електроприводі ТП-Д.
28. Формування сигналу пропорційного моменту навантаження, в електроприводах з системою підлеглого керування і спостерігачами становища.
29. Регулювання ЕРС в електроприводі ТПД з спостерігачами становища.
30. Аналіз швидкодії та точності роботи електроприводу ТП-Д зі спостерігачами становища.
31. Особливості динаміка електромеханічних систем з фрикційним навантаженням.
32. Динамічні режими типових схем з в'язкою тертю.
33. Сучасні методи аналізу електромеханічних систем.

8. НАВЧАЛЬНА ТА ДОВІДКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. Автоматическое управление электроприводами. –М.: Высшая школа, 1979.-318с.
2. Сиротин А.А. Автоматическое управление электроприводами. –М.: Энергия, 1969.-560с.
3. Башарин А.В., Голубев Ф.Н., Кеперман В.Г. Примеры расчета автоматизированного электропривода.: Энергия, 1972. -439с.
4. Комплексные системы управления электроприводами металлорежущих станков. Под ред. Поздеева А.Д.: -М.: Энергия, 1980.-283с.
5. Елисеев В.А. Релейное управление движения электроприводов. М.: МЭИ, 1988.-96с.
6. Чермалых В.М., Гужовский А.Т., Швец Н.И. Автоматическое управление и регулирование в горной промышленности. М.: Недра, 2978.-207с.
7. Справочник по АЭП. Под ред. Елисеева В.А. и др. М.: Энергоатомиздат. 1983.-616с.
8. Справочник по проектированию АЭП. Под ред. Большама Я.М. и др. М.: Энергия, 1974,-728с.
9. Проектирование бесконтактных управляющих логических устройств промышленной автоматики. М.: Энергии, 1977.-384с.
10. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ. М.: Энергоатоиздат, 1990г.-416с.
11. Системи керування електроприводами: Навч. посібник /А.П. Голуб та ін./ - К.:ПМКВО, 1992р.-353с.
12. Башарин А.В. и др. Управление электроприводами М.:В.Ш., 1978.-392с.
13. Ключев В.И. и др. Ограничение динамических нагрузок электроприводов. – М.: Энергия, 1971.-210с.
14. Егоров В.Н. Цифровое моделирование систем. М.: Энергоатомиздат, 1985.-167с.
15. Перельмутер В.М. Цифровые системы управления тиристорным ЭП. –К.: «Техника», 1983.
16. Файнштейн Э.Г. микропроцессорные управления тиристорными электроприводами –М.: Энергоатомиздат, 1986.-240с.
17. Скрибнер Л.А. Программируемые устройства автоматики К: «Техника», 1982.
18. Акимов Л.В., Долбня В.Т., Колотило В.И. Системы управления электроприводами постоянного тока с наблюдателями состояния. –Харьков: ХІ НУ, 1998.-117с.
19. Александров Е.Е., Богаенко И.Н. и др. Многоканальные системы оптимального уровня управления. Киев: Техника, 1995.-283с.

20. Долбня В.Т. Топологические методы анализа и синтеза электрических систем и цепей. Харьков: Вища школа, 1974.-145с.
21. Кузовков И.Т. Модальное управление и управляющие устройства. –М.: Машиностроение, 1976.-198с.
22. Акимов Л.В. и др. Синтез упрощенных структур двухмассовых электроприводов с нелинейной нагрузкой. –Харьков: ПТУ «ХПИ», Запорожье: ЗНТУ, 2002.-160с.
23. Долбня В.Т. Математическое описание свойств функций электрических цепей: учебное пособие.-К.: УМК ВО, 1991.-70с.
24. Акимов Л.В. и др. Динамика двухмассовых систем с нетрадиционными регуляторами скорости и наблюдателями состояния. –Харьков: ХІ НУ, 2000.-93с.
25. Автоматизированные электромеханические системы с модальными регуляторами и наблюдателями состояния./Сборник лучших статей Л.В. Акимов и др. Под ред. В.Б. Клепикова, Л.В. Акимова/-Харьков: ХГТГУ,1997.-90с.
26. Петров Б.Н. и др. Системы автоматического управления объектами с переменными параметрами. –М.:Машиностроение,1986.-254с.
27. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Системи керування електроприводами» (Цикл 2, семестр 8) Для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Осадчук Ю.Г., Кривий Ріг, КНУ, 2019р.
28. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «СУЕП» для студентів спеціальності 6.050702 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» Гужовський О.Т., Осадчук Ю.Г., Філіп Ю.Б., Максимов М.М., Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
29. Методические указания к выполнению контрольных работ по СУЭП, Осадчук Ю.Г., Гужовский О.Т., Кривой Рог, КТУ, 2011г.
30. Конспект лекцій з дисципліни «СУЕП» ч.1,2. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
31. 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.
32. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи Комбінований метод розрахунку конструктивних параметрів ЕП з асинхронною силовою частиною. Для студентів електротехнічних спеціальностей. Сінолиций А.П., Осадчук Ю.Г., Алпатов О.В., Михайлов С.Л., Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
33. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №1 Автоматичне регулювання координат в електроприводі за системою ТРН-АД. Для студентів електротехнічних спеціальностей. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
34. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2 Дослідження характеристик приводу ПЧ-АД з векторною системою керування. Для студентів електротехнічних спеціальностей. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011 р.

35. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 3 Дослідження характеристик приводу ПЧ-АД з векторною системою керування за умови температурного дрейфу параметрів АД. Для студентів електротехнічних спеціальностей. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011 р.

36. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 4 Дослідження САУ системи приводу ТП-Д за допомогою ЕОМ. Для студентів електротехнічних спеціальностей. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011 р.

37. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 5 Дослідження САУ системи приводу ШП-Д за допомогою ЕОМ. Для студентів електротехнічних спеціальностей. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011 р.

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 27.08.2020 р.
Завідувач кафедри _____

Схвалено радою ЕТФ
Протокол №1 від 11.09.2020 р.
Голова ЕТФ _____

Додаток до робочої навчальної програми
Робочий план з дисципліни «Замкнені системи керування»
Семестр 2 (денна форма навчання)

| Вид навчальної роботи | Годин у семестрі | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Вид підсумкового контролю | | | |
|------------------------------------|------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|-----------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | |
| Лекційні заняття | 36 | 2 | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 | 2 ПК | 2 ПК | 2 ПК | 2 ПК | 2 ПК | ПК, МКР |
| Практичні заняття | 18 | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | | 2 ПК | 2 ПК | Звіти по практичним роботам |
| Самостійна робота | 66 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | | | | - |
| Індивідуальна робота | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - |
| Проміжні форми контрольних заходів | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - |
| Всього годин/кредитів | 120/4 | 3 | 8 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 9 | 6 | 9 | 7 | 7 | 5 | 6 | 5 | 7 | | | | Екзамен |

Умовні позначки: ПК – поточний контроль; МКР – модульна контрольна робота.