

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**СИЛАБУС**

вивчення 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 наукової 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

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристики навчальної дисципліни
		денна
Кількість кредитів - 5	Галузь: 14 Електрична інженерія Спеціальність: 141 Освітня програма: Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів	Нормативна
Залікових модулів - 1		<b>Рік підготовки</b>
Змістовних модулів – 2		1
Загальна кількість годин - 150		<b>Семестр</b>
		2
Тежневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача – 5, 5		<b>Лекції</b>
		36
	<b>Лабораторні</b>	
	0	
	<b>Практичні</b>	
	18	
	<b>Самостійна робота</b>	
	96	
	<b>Індивідуальні завдання</b>	
	-	
	Вид контролю: екзамен	

Примітка: співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:  
для денної форми навчання – 54/96/0;

## **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 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 викладання дисципліни**

Автоматизований електропривод - головний елемент автоматизованого управління технологічними процесами транспортних засобів. Здобувач, що вивчив курс СКТЕП, повинен мати знання про структуру та основні елементи розімкнених та замкнених, дискретних та безперервних СКТЕП, класифікацію електричних схем, функції СКТЕП, 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 СКТЕП 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 здобувачі повинні **знати** структуру та основні елементи розімкнених та замкнених, дискретних та безперервних СКТЕП, класифікацію електричних схем, функції СКТЕП, умовні зображення та діючі нормативи;

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

**Компетентності:**

K04. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

K06. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

K10. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

K11. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач.

K14. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації електрообладнання.

K19. 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.

РН05. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у системах.

РН10. Поєднувати різні форми дослідної роботи і практичної діяльності з метою подолання розриву між теорією і практикою, науковими досягненнями і їх практичною реалізацією.

РН15. Планувати та проводити налагодження та експлуатацію систем керування 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 важливі 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. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Заліковий модуль 1.		
№ теми	Змістовний модуль №1. Вступ. Загальні питання управління електроприводами транспортних засобів. Основні положення по синтезу релейно-контакторних безперервних та цифрових систем керування.	Література
1	Задачі та зміст курсу. Принципи та особливості застосування релейно-контакторної апаратури для управління ЕП транспортних засобів гірничо-рудних виробництв.	1-3,6,8,29
2	Типові вузли управління пуском, гальмуванням та реверсом двигунів постійного та змінного струмів.	1-3,6,8,10,11,29
3	Типові схеми контакторного управління (КУ) двигунами постійного та змінного струмів транспортних засобів. Методика читання та аналіз схем управління механізмами гірничого комплексу.	1-3,6,8,10,11,29
4	Основні правила проектування принципів схем КУ. Вибір апаратів, розрахунок установок та налаштування апаратів. Заміна контактної апаратури безконтактними пристроями. Переваги і недоліки КУ. Можливості реалізації оптимального управління рухом ЕП.	1-3,6,8,10,11,29
5	Розрахунок та синтез безперервних систем з загальним суматором.	1-3,6,8,28,29,32
6	Розрахунок та синтез системи підлеглого керування.	1-3,6,8,28,29,32
7	Системи перетворення аналогового сигналу в дискретний.	11,14,17,32
8	Синтез цифрової системи керування за допомогою Z-зображень систем.	11,14,32

№ т е м и	Змістовний модуль №2. Проектування та синтез систем безперервного та цифрового управління приводами постійного та змінного струму транспортних засобів.	Література
9	Системи з керованими перетворювачами в комунальному транспорті: трамвай, тролейбус, швидкісний трамвай.	8,10,16, 20,22,26
10	Системи керування постійного та змінного струму шахтних та кар'єрних електровозів.	4,5,7,17, 18,19,21, 23,24,26
11	Системи керування великовантажних кар'єрних самоскидів з електричною трансмісією.	10,17, 23,25,26
12	Системи керування залізничними електровозами.	21,23 24,26
13	Огляд і синтез систем керування доменними та скіповими підйомниками, ліфтами, електромобілями .	1-3,8,10, 11,32

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма навчання					
	Усього	у тому числі				
		лк	пз	лб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Заліковий модуль №1</b>						
<b>Змістовний модуль №1. Вступ. Загальні питання управління електроприводами. Системи релейно-контакторного управління електроприводами.</b>						
Тема 1	9	2	-	-	-	7
Тема 2	9	2	-	-	-	7
Тема 3	9	2	-	-	-	7
Тема 4	11	2	2	-	-	7
Тема 5	11	2	2	-	-	7
Тема 6	11	2	2	-	-	7
Тема 7	9	2	-	-	-	7
Тема 8	11	2	2	-	-	7
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>80</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>56</b>
<b>Змістовний модуль №2. Системи безперервного управління приводами постійного струму.</b>						
Тема 9	14	4	2	-	-	8
Тема 10	14	4	2	-	-	8
Тема 11	14	4	2	-	-	8
Тема 12	14	4	2	-	-	8
Тема 13	14	4	2	-	-	8
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>70</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>
<b>Всього за заліковим модулем 1</b>	<b>150</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96</b>

#### 4. САМОСТІЙНА РОБОТА ЗДОБУВАЧА

##### 4.1. Денна форма навчання

№ теми	Найменування теми, питання, які здобувач 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
1-13	Опрацювання лекційного матеріалу та підготовка до проведення контрольних заходів	60	2	МКР 1, МКР 2	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18
1-4	Підготовка до виконання практичних робіт	36	2	Звіт з виконання практичних робіт	1 раз у 2 тижні
	Разом	96			



## 5. Теми семінарських занять

Навчальним планом не передбачено.

## 6. Теми практичних занять

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

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

Змістовний модуль №1. Час на засвоєння – 80 годин.

№ тижня виконання роботи (практичного завершення)	Вид роботи	Максимальна кількість балів
1	2	3
8	Змістовний модуль 1	20
2,4	Практичне заняття №1	5
6,8	Практичне заняття №2	5
Разом за модуль		30

Змістовний модуль №2. Час на засвоєння – 70 годин.

№ тижня виконання роботи (практичного завершення)	Вид роботи	Максимальна кількість балів
1	2	3
18	Змістовний модуль 2	25
10,12	Практичне заняття №3	5
14,16,18	Практичне заняття №4	5
Разом за модуль		35

Розподіл балів на практичні роботи за показниками.

№ ПР	Кількість балів за показник				
	Своєчасність захисту		Самостій ність підготовк и	Якість звіту	Усього за ПР
	У строк	Тижнем пізніше			
1	2	3	4	5	6
ПР№1	2	1	1	1	5
ПР№2	2	1	1	1	5
ПР№3	2	1	1	1	5
ПР№4	2	1	1	1	5

Контрольна модульна робота №1 – до 20 балів, контрольна модульна робота №2 – до 25 балів, семестровий іспит – до 35 балів.

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

О ц і н к а E C T S	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	

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

Заліковий модуль №1

## Змістовний модуль №1

1. Задачі та зміст курсу. Принципи та особливості застосування релейно-контакторної апаратури для управління ЕП транспортних засобів гірничо-рудних виробництв.
2. Типові вузли управління пуском, гальмуванням та реверсом двигунів постійного та змінного струмів.
3. Типові схеми контакторного управління (КУ) двигунами постійного та змінного струмів транспортних засобів. Методика читання та аналіз схем управління механізмами гірничого комплексу.
4. Основні правила проектування принципів схем КУ. Вибір апаратів, розрахунок установок та налаштування апаратів. Заміна контактної апаратури безконтактними пристроями. Переваги і недоліки КУ. Можливості реалізації оптимального управління рухом ЕП.
5. Розрахунок та синтез безперервних систем з загальним суматором.
6. Розрахунок та синтез системи підлеглого керування.
7. Системи перетворення аналогового сигналу в дискретний.
8. Синтез цифрової системи керування за допомогою Z-зображень систем.

## Змістовний модуль №2

9. Системи з керованими перетворювачами в комунальному транспорті: трамвай, тролейбус, швидкісний трамвай.
10. Системи керування постійного та змінного струму шахтних та кар'єрних електровозів.
11. Системи керування великовантажних кар'єрних самоскидів з електричною трансмісією.
12. Системи керування залізничними електровозами.
13. Огляд і синтез систем керування доменними та скіповими підйомниками, ліфтами, електромобілями .

## 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. Шахтный подземный транспорт: Справочное издание. / Под общ. Ред. Б.А. Грядущего. – Донецк: 2013 – 480с.
5. Системы управления шахтным электровозным транспортом. / О.Н. Синчук, Э.С. Гузов, Н.И. Шулин, П.К. Саворский. – Киев: Техніка, 1985. - 198с.
6. Чермалых В.М., Гужовский А.Т., Швец Н.И. Автоматическое управление и регулирование в горной промышленности. М.: Недра, 2978.-207с.
7. Волотковский С.А. Рудничная электровозная тяга. М.: Недра, 1981. – 389с.
8. Справочник по проектированию АЭП. Под ред. Большама Я.М. и др. М.: Энергия, 1974,-728с.
9. СОУ 10.1. 00185790. 007:2006. Транспорт шахтный локомотивный. Перевезення людей і вантажів в виробках з ухилом колії від 0,005 до 0,05. –К., 2006. – 47с.
10. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ. М.: Энергоатомиздат, 1990г.-416с.
11. Системи керування електроприводами: Навч. посібник /А.П. Голуб та ін./ -К.:ПМКВО, 1992р.-353с.
12. Транспорт на горных предприятиях. / Под ред. Б.А. Кузнецова. М.: Недра, 1976. – 552с.
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. Инструкция по эксплуатации тяговых двигателей. – Харьков, ПАО «Электромашина».
16. Корягина Е.Е., Косакин О.А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. Учебник. – М.: Транспорт 1982. – 296с.

17. Срибнер Л.А. Программируемые устройства автоматики К: «Техника», 1982.
18. Системы управления рудничным электровозным транспортом. / О.Н. Синчук, Т.М. Беридзе, Э.С. Гузов и др. – М.: Недра, 1993. – 255с.
19. Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов. / Под. Ред. О.Н. Синчука. – Киев, Инст. эл-динамики НАНУ, 2006. – 251с.
20. Богдан Н.В., Атаманов Ю.Е., Сафанов А.И. Троллейбус. Теория, конструирование, расчет. – Минск, Ураджай, 1999. – 345с.
21. Синчук 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.
22. Максимов А.Н. Городской электротранспорт. Учебник. – М.: Изд-во «Академия», 2004. – 256с.
23. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда. – М.: Транспорт, 1991. – 480с.
24. Основные положения по проектированию подземного транспорта для новых и действующих угольных шахт. / ИГД им. Скочинского. –М., 1984. – 347с.
25. Белоусов Б.Н. Попов С.Д. Колёсные транспортные средства особо большой грузоподъемности – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728с.
26. Слепцов М.А. Долаберидзе Г.П. Прокопович А.В. Основы электрического транспорта. – М.: изд-во «Академия», 2006. – 464с.
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. Методические указания к выполнению контрольных работ по СУЭП, Осадчук Ю.Г., Гужовский О.Т., Кривой Рог, КТУ, 2011г.
29. Конспект лекцій з дисципліни «СУЕП» ч.1,2. Осадчук Ю.Г. Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
30. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «СУЕП» Частина I. Для студентів спеціальності 6.050702. Осадчук Ю.Г., Канєвський В.В., Сінолиций А.П., Кривий Ріг, КТУ, 2011р.
31. 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.

32. 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.



## 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 26.08.2020 р.  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Схвалено радою ЕТФ  
Протокол №1 від 31.08.2020 р.  
Голова ЕТФ \_\_\_\_\_

Додаток до робочої навчальної програми  
Робочий план з дисципліни «Системи керування тяговими електроприводами»  
Семестр 2 (денна форма навчання)

Го ди ну се ме стр і																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
36	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК
18		2 ПК		2 ПК		2 ПК		2 ПК		2 ПК		2 ПК		2 ПК		2 ПК		2 ПК
96	7	7	7	7	7	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
									МКР1									МКР
50/5	9	11	9	11	9	11	9	11	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8

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