

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і механотроніки
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій**

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ
141БВБ.8.1**

Освітній рівень	Перший (бакалавр)	
Програма навчання	Вибіркова	
Галузь знань	14	Електрична інженерія
спеціальність	141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Електромеханічні системи автоматизації та електропривода	
Обсяг дисципліни	10 кредитів (300 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції (54 академічних годин), практичні заняття (34 академічних годин), лабораторні заняття (32 академічних годин)	
Форма контролю	екзамен	

Координатор курсу: Леві Л.І. професор кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій, д.т.н., професор

<https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=453>

(понад 160 публікацій наукового та навчально-методичного характеру, з поміж яких 62 роботи у фахових виданнях, монографія, 2 навчальних посібники)

Асистент координатора: Леві Л.І. професор кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій, д.т.н., професор

<https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=453>

Мета навчальної дисципліни: вивчення теорії і практики, принципів побудови, законів, методів, технічних засобів, аналізу та синтезу систем автоматичного керування електроприводами.

Одержання фундаментальних знань про класичні і сучасні підходи до аналізу та синтезу аналогових, цифрових та інтелектуальних систем автоматичного керування електроприводами.

Завдання навчальної дисципліни: надати студентам основні терміни, класифікацію і принципи та закони автоматичного керування електроприводами; методи моделювання аналізу та синтезу неперервних та дискретних САК електроприводами з аналоговими і цифровими елементами; вплив зміни режимів живлення на їх характеристики; методи розрахунків режимів роботи систем керування.

Передумови для вивчення дисципліни: Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях, набутих студентами в результаті вивчення ряду базових дисциплін загальнонаукового, інженерно-технічного та спеціального циклів на попередніх етапах навчання: «Електричні машини» (курс закладу вищої освіти), «Теорія автоматичного керування» (курс закладу вищої освіти), «Моделювання електромеханічних систем» (курс закладу вищої освіти), «Теоретичні основи електротехніки» (курс закладу вищої освіти).

Компетентності за ОПШ.

Загальні компетентності (ЗК):

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання за ОПШ:

ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР14. Розуміти принципи європейської демократії та поваги до прав громадян, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПР15. Розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

У результаті вивчення навчальної дисципліни: студент повинен знати:

–основні терміни, класифікацію і принципи та закони автоматичного керування електроприводами;

–методи моделювання аналізу та синтезу неперервних та дискретних САК електроприводами з аналоговими і цифровими елементами;

–вплив зміни режимів живлення на їх характеристики;

–методи розрахунків режимів роботи систем керування;

вміти:

–розрахувати параметри систем керування електроприводами (СКЕП);

–експериментально та теоретично визначити робочі та механічні характеристики СКЕП та графічно їх зобразити;

–розрахувати необхідні параметри режиму живлення електричних машин для одержання заданих експлуатаційних характеристик СКЕП;

–робити креслення основних вузлів СКЕП та складальні креслення електричних схем.

Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	Е	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є такі:
залік;
екзамен;
розрахунково-графічна робота.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Релейно-контактне керування рухом електроприводів												
Тема 1. Поняття про керування у електроприводах, загальні вимоги до керування ЕП.	8	2		2	4		10					10
Тема 2. Керування пуском, гальмуванням та реверсом електроприводів постійного струму.	12	2	2		4	4	10					10
Тема 3. Захист електроприводів постійного струму.	12	2		2	4	4	10					10
Тема 4. Керування пуском електроприводів змінного струму. Пуск АД з КЗ ротором, АД з ФР та багатошвидкісних АД.	14	2	2	2	4	4	10					10
Тема 5. Гальмування та реверс асинхронних електроприводів	12	2	2		4	4	10					10
Тема 6. Захист асинхронних електроприводів	8	2	2			4	20					20
Разом за змістовим модулем 1	66	12	8	6	20	20	70	0	0	0	0	70
Змістовий модуль 2. Керування рухом синхронних електроприводів.												
Тема 7. Керування рухом синхронних електроприводів. Пуск синхронних двигунів.	8	2			2	2	10					10
Тема 8. Види збудження СД. Способи подачі напруги збудження на обмотку СД.	11	2			2	2	10					10
Тема 9. Гальмування СД. Захист СД.	8	2		2	2	2	10					10

Тема 10. Циклові системи програмного керування ЕП. Циклові системи програмного керування ЕП на релейно–контактній апаратурі.	12	2	2	2	2	2	10					10
Тема 11. Циклові системи програмного керування ЕП на логічних елементах.	9	2		2	2	2	10					10
Тема 12. Програмувальний контролер. Устрій та принцип роботи. Циклові системи програмного керування ЕП на основі програмувального контролера.	11	2	2	2	2	2	10					10
Тема 13. Синтез ЦСПК методом циклограм. Основні положення. Складові частини синтезу.	10				2	2	10					10
Тема 14. Побудова циклограм. Послідовність зображення змінних.	11		2		2	4	10					10
Тема 15. Структурний синтез. Правила складання структурних формул.	10		2		4	4						
Разом за змістовим модулем 2	70	12	8	8	20	22	80	0	0	0	0	80
Разом за модулем 1	136	24	16	14	40	42	150	0	0	0	0	150
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Неперервні системи керування швидкістю ЕП постійного і змінного струму.												
Тема 1 Неперервні системи керування швидкістю ЕП постійного струму. Загальні положення.	12	2	2	2		6	6				2	4

Тема 2. Керування швидкістю ЕП постійного струму у системах із складальним підсилювачем (модальне керування).	6					6	6				2	4
Тема 3. Типові промислові схеми керування ДПС із складальним підсилювачем. САК швидкістю ДПС із жорстким від'ємним зворотним зв'язком за напругою та швидкістю.	12	2	2	2		6	6				2	4
Тема 4. Типові промислові схеми керування ДПС із складальним підсилювачем. САК швидкістю ДПС із жорстким від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю та додатним зворотним зв'язком за струмом.	6					6	6				2	4
Тема 5. Роль обмежень та відсічок у СКЕП. САК із жорстким від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю та жорстким від'ємним зворотним зв'язком за струмом – відсічкою за струмом. САК швидкістю ДПС із окремими відсічками за швидкістю та струмом.	10	2		2		6	6				2	4
Тема 6. Системи підпорядкованого регулювання координат. Принципи побудови та оптимізації.	12	2	2	2		6	6				2	4
Тема 7. Двоконтурна система підпорядкованого регулювання швидкості ЕП з ПІ-	8	2				6	6				2	4

регулятором струму та П-регулятором швидкості.												
Тема 8. Система підпорядкованого регулювання моменту ЕП постійного струму.	12	2	2	2		6	6				2	4
Тема 9. Неперервне керування електроприводів змінного струму. Загальні відомості та положення.	12	2	2	2		6	6				2	4
Тема 10. Керування швидкістю АД з тиристорним перетворювачем напруги (ТПН) у ланцюзі статора.	6	2				4	6				2	4
Тема 11. Керування швидкістю АД у системах із перетворювачем частоти (ПЧ). ПЧ, які застосовуються у СКЕП. САК швидкістю АД з автономними інверторами напруги і струму у колі статора.	8	2	2			4	7					7
Тема 12. Автоматичне керування синхронними двигунами (СД) Системи керування з складальним підсилювачем та з підпорядкованим регулюванням координат.	6	2				4	8					8
Разом за змістовим модулем 3	110	20	12	12		66	75	0	0	0	20	55
Змістовий модуль 4. Неперервне керування положенням ЕП. Цифрові системи керування електроприводами. Адаптивні САК.												
Тема 13. Неперервне керування положенням. Загальні відомості про позиційні і слідкуючі системи керування електроприводами.	12	2	2	2		6	12				4	8

Тема 14. Аналогова система керування положенням.	6					6	12				4	8
Тема 15. Аналогова стежача система керування ЕП. Неперервна та релейна стежачі системи керування ЕП.	12	2	2	2		6	12				4	8
Тема 16. Цифрові системи керування ЕП. Загальні відомості, пристрої та позначення.	10	2	2			6	12				4	8
Тема 17. Цифро-аналогова та цифрова системи керування швидкістю ЕП.	8	2		2		4	10				2	8
Тема 18. Цифро-аналогова та цифрова системи керування положенням ЕП.	6	2				4	17				2	15
Разом за змістовим модулем 4	54	10	6	6		32	75	0	0	0	20	55
Разом за модулем 2	164	30	18	18		98	150	0	0	0	40	110
Усього годин	300	54	34	32	40	140	300	0	0	0	40	260

Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час лабораторних та практичних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Модульний контроль має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Модульний контроль реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

РГР оцінюється до 100 балів. За кожен помилку у пояснювальній записці знімається до 10 балів. За кожен помилку у кресленнях знімається до 10 балів. За невчасно здану РГР знімається до 10 балів.

За окремими видами робіт кількість балів розподіляється таким чином:

Пояснювальна записка	Креслення	Захист РГР	Сума
до 40	до 30	до 30	100

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

Інформаційно-методичне забезпечення

1. Леві Л.І. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи керування електроприводами» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Складена відповідно до ОПП «Електромеханічні системи автоматизації та електропривода» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – 23 с.
2. Леві Л.І. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи керування електроприводами» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Складена відповідно до ОПП «Електромеханічні системи автоматизації та електропривода» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (за скороченим терміном навчання на основі ОКР «Молодший спеціаліст»). – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – 16 с.
3. Леві Л.І. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Системи керування електроприводами» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2020. – 43 с.
4. Леві Л.І. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Системи керування електроприводами» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2020. – 43 с.
5. Леві Л.І. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Системи керування електроприводами» на тему «Проектування системи керування електроприводом технологічної установки» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – 26 с.
6. Інструктивно-методичні матеріали для поточного і підсумкового контролю знань.
7. Правила модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни.

Рекомендована література

Базова

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2016. – 533 с.
2. Пушкар М.С. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / М.С. Пушкар С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2018. – 268 с.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Комплектний електропривод загальнопромислових механізмів» для студентів напряму 6.050702 – електромеханіка спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / укл.: Чорноіван В.П. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2017. – 20 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія електропривода» для студентів напряму 050702 - Електромеханіка (частина I) / укл.: Сохіна Ю.В. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. – 112 с.
5. Елементи автоматизованого електропривода / Н.Г. Попович, В.А. Гаврилюк, О.В. Ковальчук, В.І. Теряєв. – К.: УМК ВО, 2019. – 260 с.

Допоміжна

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. Підручник. – К: Либідь, 2007, – 656 с.
2. Галай М.В. Теорія автоматичного керування: неперервні та дискретні системи. Навч. пос-к. – Полтава, 2005. – 454 с.
3. Галай В.М. Теорія цифрових систем автоматичного керування: навчальний посібник. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 131 с.
4. Чорний. О.П. Модельовання електромеханічних систем: підручник для ВНЗ/ О.П. Чорний, А.В. Луговий, Д.Й. Родькін, Г.Ю. Сисюк, О.В. Садовий. —Кременчук, 2001. — 376 с.