



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

### Атестація

#### Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

#### Освітня програма

Електропривод, мехатроніка та робототехніка

#### Рівень освіти

Магістр

#### Семестр

4

#### Інститут

ННІ Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки

#### Кафедра

Автоматизовані електромеханічні системи (129)

#### Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Обов'язкова

#### Мова викладання

Українська

### Викладачі, розробники



#### Клепиков Володимир Борисович

[volodymyr.klepikov@khpi.edu.ua](mailto:volodymyr.klepikov@khpi.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем НТУ «ХПІ»

Досвід педагогічної роботи 53 рока. Автор монографії «Динаміка електромеханічних систем з нелінійним тертям», співавтор підручника «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», має більше 300 наукових та навчально-методичних праць та 25 патентів та авторських свідоцтв. Провідний лектор з дисциплін «Теорія електропривода», «Динаміка електромеханічних систем», «Динамічні характеристики мехатронних систем», «Спец курс з теорії електроприводу» (для аспірантів).

Детальніше про викладача на сайті кафедри <http://web.kpi.kharkov.ua/aems/uk/staff-uk/>

### Загальна інформація

#### Анотація

Дипломне проектування є заключним етапом підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти. Зміст основної частини пояснювальної записки повинен бути пов'язаний з проблемами організації керування технологічними процесами і промисловими механізмами, в яких використовуються електромеханічні та мехатронні системи. Атестація випускників проводиться у формі публічного захисту кваліфікаційної магістерської роботи (проекту) на відкритому засіданні атестаційної комісії. Виконується рецензування і перевірка кваліфікаційної роботи на академічний плагіат з використанням програмно-технічних засобів, а також оприлюднення кваліфікаційної роботи в репозитарії НТУ «ХПІ»

#### Мета та цілі дисципліни

Поглиблення й закріплення отриманих в університеті теоретичних знань і практичних навичок в галузі функціонування автоматизованих електромеханічних систем, придбання практичного досвіду й навичок самостійної роботи зі спеціальності, наукового і творчого підходу до рішення завдань, вибір й аналіз необхідних матеріалів для виконання кваліфікаційних завдань, проведення наукових досліджень, підготовка і захист дипломного проекту (роботи)

## Формат занять

Самостійна робота, індивідуальне завдання – дипломний проект (робота), консультації. Підсумковий контроль – захист кваліфікаційної роботи.

## Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення професійної, науково-технічної діяльності та спілкування.
- K03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K04. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.
- K06. Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.
- K07. Здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K08. Здатність розуміти і враховувати філософські, соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K09. Здатність керувати проектами і критично оцінювати їх результати.
- K10. Здатність використовувати отримані знання та уміння для роботи в предметній галузі і розуміти необхідність дотримання правил техніки безпеки при виконанні посадових обов'язків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K11. Здатність демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил й стандартів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K12. Знання і розуміння закономірностей, механізмів та наслідків відмов обладнання, здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K13. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K14. Знання і розуміння сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва, технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації електроенергетичного, електротехнічного і електромеханічного устаткування та обладнання.
- K15. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи та відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K16. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, в т.ч. при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- K17. Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.
- K18. Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K19. Здатність використовувати отримані знання та уміння для проведення наукових досліджень відповідного рівня.
- K20. Здатність готувати та публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.
- K21. Здатність до пристосовування та дій в новій ситуації, застосування ефективних стратегій і засобів для вирішення пізнавальних задач на основі вивчення попереднього досвіду.

- K22. Здатність аналізувати сучасний стан та визначати тенденції розвитку систем електропривода та теорії автоматичного керування, систем числового керування мехатронними системами, металорізальними верстатами, промисловими і мобільними роботами.
- K23. Здатність використовувати сучасні методи математичного апарату при проектуванні електромеханічних і мехатронних систем та мікропроцесорних систем керування електроприводами.
- K24. Здатність застосовувати принципи підвищення енергоефективності в системах електроприводу промислових підприємств.
- K25. Здатність розробляти та розраховувати схеми електротехнічних установок різного призначення, визначати склад їх обладнання та розраховувати режими їх роботи.
- K26. Здатність застосовувати сучасні засоби обчислювальної техніки, комунікації та зв'язку при проведенні технічних розрахунків засобів автоматизації підприємств та конструюванні мехатронних систем та модулів.
- K27. Здатність використовувати сучасні методи конструювання та розрахунку окремих мехатронних систем та модулів та методи математичного і комп'ютерного моделювання для дослідження динамічних характеристик мехатронних та робототехнічних систем.

## **Результати навчання**

- ПР01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.
- ПР02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.
- ПР03. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- ПР04. Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.
- ПР05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.
- ПР06. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- ПР07. Враховувати філософські, правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності.
- ПР08. Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності.
- ПР09. Презентувати матеріали досліджень на міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ПР10. Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.
- ПР11. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ПР12. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ПР13. Захищати власні права на інтелектуальну власність і поважати аналогічні права інших, застосовувати систему правової охорони та майнових прав інтелектуальної власності.
- ПР14. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.
- ПР15. Обґрунтовувати вибір напряму та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ПР16. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- ПР17. Уміння аналізувати попередній досвід та застосувати ефективні стратегії та засоби для вирішення пізнавальних та науково-технічних задач в науковій діяльності.

ПР18. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

ПР19. Опанувати нові методи синтезу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних установок та систем із заданими показниками.

ПР20. Комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР21. Аналізувати сучасний стан та визначати тенденції розвитку систем електропривода та теорії автоматичного керування, систем числового керування мехатронними системами, металорізальними верстатами, мобільними та промисловими роботами.

ПР22. Вміти використовувати сучасні методи математичного апарату при проектуванні електромеханічних систем, мікропроцесорних систем керування електроприводами мехатронних систем.

ПР23. Знати шляхи та принципи підвищення енергоефективності систем електроприводу промислових підприємств.

ПР24. Вміти застосовувати сучасні засоби обчислювальної техніки, комунікації та зв'язку при проведенні технічних розрахунків автоматизації підприємств та конструюванні мехатронних систем та модулів.

ПР25. Вміти використовувати сучасні методи конструювання та розрахунку окремих мехатронних систем та модулів та методи математичного і комп'ютерного моделювання для дослідження динамічних характеристик мехатронних та робототехнічних систем.

### **Обсяг дисципліни**

4-й семестр. Обсяг дисципліни 570 год. (19 кредитів ECTS): Самостійна робота – 570 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного проходження атестації необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін:

Інтелектуальна власність,

Інноваційне підприємництво та управління стартап проектами,

Іноземна мова за професійним спрямуванням,

Безпека праці та професійної діяльності,

Надійність та діагностика,

Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки,

Основи наукових досліджень,

Числове програмне керування мехатронними системами ч.1,

Числове програмне керування мехатронними системами ч.2,

Мобільні мехатронні та робототехнічні системи,

Енергоресурсозбереження засобами електропривода,

Конструювання мехатронних систем,

Моделювання та задачі синтезу мікропроцесорних електроприводів,

Моделювання мікропроцесорних електроприводів робототехнічних та мехатронних систем,

Оптимізація процесів керування в електромеханічних та мехатронних системах,

Сучасні методи керування електроприводами змінного струму,

Сучасні методи керування приводами мехатронних систем,

Цифрові технології керування в електромеханічних та мехатронних системах,

Мікропроцесорний електропривод,

Електропривод мехатронних систем з мікропроцесорним керуванням,

Побутове електрообладнання,

Інтелектуальні системи керування,

Інтелектуальні системи керування в мехатроніці,

Автономні системи електропостачання,

Проектування мікропроцесорних засобів автоматизації в електроприводі,

Динаміка мехатронних та робототехнічних систем,

Інформаційні і комунікаційні засоби електромеханічних та мехатронних систем,

Психологія лідерства в бізнесі,

Психологія лідерства в освіті,

Основи професійної психології,  
Правове регулювання інноваційної діяльності,  
Інформаційне право,  
Авторське право та суміжні права,  
Спецкурс з теорії і практики електропривода,  
Спецкурс теорії автоматичного керування,  
Спецкурс з вищої математики,  
Нейронні мережі та фаззі керування мехатронними системами,  
Сучасні мехатронні системи,  
Мікро- та наномехатроніка,  
Параметрична оптимізація багатократно-інтегруючих систем,  
Переддипломна практика

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Студенти мають отримані протягом навчання зі спеціальності матеріали для виконання індивідуального завдання на проектування, доступ до навчальних і методичних матеріалів в репозитарії НТУ «ХПІ», Інтернеті, що дозволяє детальніше розглядати проблемні питання, вести дискусії з вибору шляхів розв'язання завдань, аналізу властивостей складових елементів і електромеханічних систем в цілому, завдань синтезу якісних систем керування робочими механізмами. Комп'ютерне моделювання динамічних процесів в електромеханічних системах виконується з використанням сучасних прикладних пакетів.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Самостійна робота**

Курс передбачає виконання під керівництвом консультанта індивідуального завдання на проектування, в процесі якого потрібен розгляд наступних тем:

Тема 1. Технологічні процеси, конструкції й принципи роботи механізму або агрегату, зазначеного в темі дипломного проекту. Особливості використання робочого механізму в технологічному процесі (призначення і технічні характеристики механізму, кінематична і розрахункова схема механізму, вимоги до електропривода механізму, огляд існуючих систем керування електроприводом механізму, порівнянна оцінка і обґрунтування вибору системи електропривода.

Тема 2. Вибір основного обладнання і розрахунок електропривода механізму (навантажувальна діаграма, вибір електричного двигуна, основних елементів кінематичної схеми, перевірка обраного двигуна, опис обраної системи керування електроприводом і основних її елементів (ПЧ, ТП, ШІП, Г, МП тощо), розрахунок параметрів електродвигуна, розрахунок статичних характеристик електропривода, визначення параметрів та побудова структурних схем системи електропривода.

Тема 3. Розробка імітаційної моделі електропривода (математична модель електродвигуна, математична модель механічної частини електропривода механізму, математична модель перетворювача, системи керування, зворотних зв'язків, математична модель електропривода в просторі стану).

Тема 4. Розрахунок параметрів регуляторів оптимізованих контурів регулювання за заданими показниками якості (оптимізація контуру струму, оптимізація контуру потокозчеплення, оптимізація контуру швидкості з П-, ПІ-регулятором, оптимізація контуру позиціонування з П-, ПІ-регулятором, розрахунок статичних характеристик замкненої системи оптимізованого електропривода.

Тема 5. Динамічні режими. Моделювання динамічних режимів роботи електропривода (з урахуванням і без урахування електромагнітних процесів: пуск; реверс; накид навантаження; малі, середні і великі переміщення; точність позиціонування).

Тема 6. Науково-дослідна робота. Організація і планування наукових досліджень, підготовка наукової публікації, презентація результатів досліджень.

# Література та навчальні матеріали

## Основна література

1. Dorf R., Bishop R., Modern control systems. – Addison-Wesley: 2005. – 832 p.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
3. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г Поповича, О.Ю. Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
4. Загірняк М.В., Клепиков В.Б. та інші, Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення. Київ, НЕД НАН України, 2013, 350 с.
5. Клепиков В. Б. Динамика электромеханических систем с нелинейным трением : монография / В. Б. Клепиков. – Х. : Изд-во «Підручник НТУ «ХПІ»», 2014. – 408 с. – На рус. яз.
6. Методичні вказівки по розрахунку параметрів і характеристик та комплектації систем автоматизованого електропривода з дисциплін : "Елементи автоматизованого електропривода", "Керуючі перетворювачі автоматизованих електроприводів", "Елементи систем керування автоматизованих електроприводів", "Силові елементи систем мехатроніки та робототехніки", "Інформаційні елементи систем мехатроніки та робототехніки" / уклад.: І. О. Тукалов, Т. Ю.Кунченко; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2022. – 40 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/60599>
7. Тукалов І. О., Кунченко Т.Ю. Елементи автоматизованого електропривода. Частина друга: елементи керуючої частини електроприводів: Навчально-методичний посібник /І.О. Тукалов, Т.Ю. Кунченко. - Харків: НТУ «ХПІ», 2023. - 124 с. План 2023 р., поз.136. – Реж. дост. <https://repository.kpi.kharkov.ua>
8. Худяєв О.А., Обруч І.В., Асмолова Л.В. Частотне керування асинхронним електроприводом: навчальний посібник / Рекомендовано вченою радою НТУ «ХПІ» як навчальний посібник для студентів електротехнічних спеціальностей, протокол № 2 від 28.02.2023 р. - Харків: Право, 2023. - 250 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/64179>
9. Мазепа С.С. Електрообладнання промислових підприємств: навч. посіб. / С.С. Мазепа, Я.Ю. Марущак, А.С. Куцик – Львів: «Магнолія плюс», видавець СПД ФО В.М. Піча, 2004. – 260 с.
10. Колб Ант. А, Колб А. А. Теорія електроприводу: Навчальний посібник. – 2-е вид. перероб. і доп. –Д., Національний гірничий університет, 2011. – 540 с.
11. Теорія електропривода. Методика проектування електроприводів : підручник / А. Б. Зеленов; Донбас. держ. техн. ун-т. - Луганськ : Ноулідж, 2010. - 670 с.
12. Момот В.Ю. Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів: навч. посіб. Ч. 2 : Автоматизований електропривод механізмів циклічної дії / В.Ю. Момот, А.А. Видмиш. – Вінниця : Вінницький держ. технічний ун-т, 2000. – 166 с.
13. Електропривод робочих машин : підручник / П.О. Василега. – Суми : Сумський держ. ун-т, 2022. – 290 с.
14. Гулий В.Д., Жуйков В.Я., Рябенський В.М. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник для ВНЗ (рекомендовано МОН України), – Львів: Новий світ-2000, 2020 – 736 с.
15. Ніколайчук В. М. Основи робототехніки : навч. посіб. / В. М. Ніколайчук. – Рівне : НУВГП, 2008. – 76 с.
16. Аніщенко М.В., Осічев О.В., Тимошенко А.В. та ін. Електромеханіка: дистанційне навчання та віддалені лабораторії Навчальний посібник.- Х. : ТОВ «Планета прінт». 2016.- 120с.
17. Kattan P. MATLAB forBeginners: A GentleApproach. – 2010. – 300 p. [https://www.researchgate.net/publication/301358471\\_MATLAB\\_for\\_Beginners\\_A\\_Gentle\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/301358471_MATLAB_for_Beginners_A_Gentle_Approach)
18. Аніщенко М.В., Клепиков В.Б., Шамардіна В.М. Вимоги до випускних кваліфікаційних робіт: методичні вказівки до виконання та оформлення випускних кваліфікаційних робіт за освітньою програмою «Електропривод, мехатроніка та робототехніка для студентів спеціальності 141- Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка. - Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 57с.

## Додаткова література

1. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язання задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 166 с.
2. Використання пакета MATLAB–Simulink для моделювання динамічних систем та пристроїв: Метод. вказівки до виконання лабораторних, розрахунково-графічних робіт, курсового та дипломного проектування для студ. спец. 7.092203 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» і 7.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» / Укладачі: О.В. Чермалих, О.В. Данілін, В.В. Кузнецов. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2004. – 72 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання захисту кваліфікаційної роботи перед ДЕК

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри  
Богдан ВОРОБІЙОВ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП  
Володимир КЛЕПІКОВ