

# Моделювання мехатронних систем

## СИЛАБУС

|                            |   |                      |  |
|----------------------------|---|----------------------|--|
| Шифр і назва спеціальності | 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка | Інститут / факультет | Енергетики, електроніки та електромеханіки |
| Назва програми             | Електропривод, мехатроніка та робототехніка               | Кафедра              | Автоматизовані електромеханічні системи    |
| Тип програми               | Освітньо-професійна                                       | Мова навчання        | українська                                 |

### Викладач

ПІБ, електронна пошта    Осичев Олександр Васильович,    [Oleksandr.Osychev@khpі.edu.ua](mailto:Oleksandr.Osychev@khpі.edu.ua)



Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 40 років. Автор понад 130 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Моделювання електромеханічних систем», «Основи мікропроцесорної техніки», «Мікропроцесорний електропривод» (по 64 години лекції кожної дисципліни, 192 години лекцій на рік до 2017 року) з особистою практикою майже 40-річного безперервного комп'ютерного та математичного моделювання та синтезу складних електромеханічних систем, що знайшло відображення у публікаціях та курсах лекцій. Викладав Теорію автоматичного керування. Керівник аспірантів (5 захищених кандидатських дисертацій).

### Загальна інформація про курс

|            |   |
|------------|---|
| Анотація   | Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичними основами та практичними навиками у області математичного та комп'ютерного моделювання елементів та систем керування сучасних електроприводів (лінійних та нелінійних, у неперервному часі та дискретних, детермінованих та стохастичних, з використанням методу графів та матричного опису). Широко практикується використання пакетів Matlab, Maple та інших. |
| Цілі курсу | Виробити у студента теоретичні уявлення та практичні навички щодо методик і засобів математичного і комп'ютерного моделювання, закласти теоретичні основи синтезу систем регулювання при використанні матриць в неперервному та дискретному часі, розкрити ідеї моделювання та синтезу стохастичних систем керування та показати відповідні інструменти в пакеті Matlab.  |
| Формат     | Лекції, лабораторні роботи, розрахункове завдання, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.  |



**Компетентності:** Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з розробкою та експлуатацією мехатронних пристроїв та систем з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів. Здатність провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем.

**Результати навчання:** Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні. Знати і розуміти принципи організації процесів розробки та експлуатації мехатронних пристроїв та систем з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів. Вміти проводити розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем.

### **Теми що розглядаються**

Тема 1. Представлення моделі у безперервному часі..

Тема 2. Представлення моделі у дискретному часі.

Тема 3. Дискретизація неперервних об'єктів.

Тема 4. Чисельне диференціювання сигналів.

Тема 5. Моделювання дискретно-безперервних систем.

Тема 6. Базові питання моделювання та синтезу систем регулювання з випадковими вхідними сигналами.

Тема 7. Моделювання статичних нелінійностей.

Тема 8. Методи розрахунку динамічних процесів у безперервних системах.

**Форма та методи навчання** (надається опис методів навчання)

Процес навчання по даній дисципліні передбачає проведення лекцій, лабораторних робіт та виконання розрахункового завдання, самостійну роботу та консультації.

При проведенні лекцій використовується підготовлений та заздалегідь розданий студентам текст лекцій з відео- та аудіо- вкладками, з доданими каталогами та ін. При цьому з'являється можливість більш детального розгляду деяких розділів лекційного матеріалу та проведення поточного контролю.

Лабораторні роботи пов'язані з моделюванням головних елементів та систем електроприводу за допомогою пакету Матлаб, в тому числі тих, що можуть бути задіяні при виконанні бакалаврського проекту.

При самостійній роботі студент повинен вивчити розділи, теми за рекомендованою літературою, зазначеною робочою програмою з навчальної дисципліни.

### **Методи контролю** (надається опис методів контролю)

Система контролю якості навчання студентів включає проведення поточного контролю та підсумкового контролю у вигляді екзамену.

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, виконання індивідуального (розрахункового) завдання, проведення контрольних робіт, комп'ютерного тестування.

Контроль складової робочої програми, яка засвоюється під час самостійної роботи студента з додатковим лекційним матеріалом, проводиться під час захисту розрахункового завдання та екзамену.

Семестровий контроль проводиться в усній формі по екзаменаційних білетах в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх лабораторних занять, передбачених навчальною програмою.

### **Розподіл балів, які отримують студенти**

Розподіл балів оцінювання успішності студента розраховується індивідуально для кожної дисципліни з урахуванням особливостей та структури курсу. Поточна сума балів, що може накопичити студент за семестр може досягати, як максимального балу так і меншого з виділенням балів на іспит чи залік.

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

| Контрольні роботи | Лабораторні роботи | РЗ | Іспит | Сума |
|-------------------|--------------------|----|-------|------|
| 20                | 30                 | 30 | 20    | 100  |

### **Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.**

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

**Критерії оцінювання** – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та вмінь: національна та ECTS

| Рейтингова<br>Оцінка,<br>бали | Оцінка<br>ECTS та її<br>визначення | Національн<br>а оцінка | Критерії оцінювання   |  |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|---|--|
|                               |                                    |                        | позитивні   | негативні  |
| 1                             | 2                                  | 3                      | 4   | 5  |
| 90-100                        | A                                  | Відмінно               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Глибоке знання</b> навчального матеріалу модуля, що містяться в <b>основних і додаткових літературних джерелах</b>;</li> <li>- <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>- <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>- <b>відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні</b>;</li> <li>- <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b></li> </ul> | Відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b> |

|       |   |            |   |   |
|-------|---|------------|---|---|
| 82-89 | В | Добре      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>, що передбачений модулем;</li> <li>- вміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>- вміння вирішувати <b>складні практичні задачі</b>.</li> </ul> | Відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b> ;  |
| 75-81 | С | Добре      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>- вміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>- вміння вирішувати <b>практичні задачі</b>.</li> </ul>                 | - невміння використовувати теоретичні знання для вирішення <b>складних практичних задач</b> .   |
| 64-74 | Д | Задовільно | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>- вміння вирішувати прості <b>практичні задачі</b>.</li> </ul>   | Невміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання;<br>- невміння <b>аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b> ;<br>- невміння вирішувати <b>складні практичні задачі</b> .                   |
| 60-63 | Е | Задовільно | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу модуля,</li> <li>- вміння вирішувати найпростіші <b>практичні задачі</b>.</li> </ul>   | Незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу модуля;<br>- невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку;<br>- невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b> |

|       |   |              |   |   |
|-------|---|--------------|---|---|
| 35-59 | FX<br>(потрібне<br>додаткове<br>вивчення) | Незадовільно | Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом. | Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля;<br>- істотні помилки у відповідях на запитання;<br>- невміння розв'язувати прості практичні задачі.  |
| 1-34  | F<br>(потрібне<br>повторне<br>вивчення)   | Незадовільно | -   | - Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля;<br>- істотні помилки у відповідях на запитання;<br>- незнання основних фундаментальних положень;<br>- невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач |

**Основна література:** (перелік літератури, яка забезпечує цю дисципліну)

|   |   |
|---|---|
| 1 | Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.   |
| 2 | Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.   |
| 3 | Шинкаренко, В. Ф. Моделювання електромеханічних систем [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електричні машини і апарати» / В. Ф. Шинкаренко, А. А. Шиманська, В. В. Котлярова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 253 с.                                       |
| 4 | Моделювання електромеханічних процесів і систем: Навч. посіб. / О.В. Данілін, В.М. Чермалих, П.В. Розен. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 52 с.  |
| 5 | Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник / – Львів: 2-е видання. Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2013. – 608 с.   |
| 6 | 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.  |
| 7 | 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. |



## Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Таблиця 4. – Перелік дисциплін

| Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на: | На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються: |
|---|--|
| Вища математика                                       | Автоматизований електропривод загально-промислових установок ч.2 |
| Теорія автоматичного керування                        | Промислові роботи  |
| Електричні машини                                     | Електрообладнання автомобіля і електромобіля                     |
| Теорія електропривода                                 |  |

**Провідний лектор: проф., доц. Осичев О.В.**

(посада, звання, ПІБ)

\_\_\_\_\_ (підпис)