



Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 Електрична інженерія ¹
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити 90 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	Сб. 10:25, 12:20.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Чермалих Олександр Валентинович, тел. 067-260-76-39, email: alvalrik@gmail.com ² Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Чермалих Олександр Валентинович, тел. 067-260-76-39, email: alvalrik@gmail.com
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/index.php?categoryid=10&browse=courses&perpage=20&page=2

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Моделювання на сучасному рівні в цілому, це заміщення об'єкту дослідження його умовним образом або іншим об'єктом та вивчення властивостей оригіналу шляхом дослідження властивостей моделі. В залежності від способу реалізації всі моделі поділяються на два великих класу: фізичні й математичні. Останні отримали найбільше застосування, особливо в сфері наукової діяльності. Суттю математичних моделей є формалізований опис системи або операції на абстрактному мові у вигляді сукупності математичних співвідношень або схеми алгоритму. Математичні моделі на сьогодні розглядаються як основний інструмент оцінки ефективності прийнятих рішень в науковій діяльності.

Метою вивчення дисципліни є формування у аспірантів здатностей в отриманні теоретичних знань з питань синтезу математичних моделей електроенергетичних систем для різних об'єктів промисловості та практичних навиків й допомоги при виконанні дисертаційної роботи.

Предметом навчальної дисципліни є методи побудови та синтезу математичних моделей електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів.

Програмні результати навчання::

- Компетенції: (СК01) здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії, технології керування та суміжних галузей; (СК02) здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень; (СК04) здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності; (СК05) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії та керування технологічними об'єктами, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Знання: (РН01) передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії, сучасної теорії ідентифікації і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

Уміння: (РН04) планувати і виконувати теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; (РН05) глибоко розуміти загальні принципи та методи сучасної теорії керування, а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у галузі електричної інженерії та у викладацькій практиці.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів» викладається на основі знань та умінь, одержаних аспірантами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та програмування», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні та наукові завдання у сфері

електроенергетики та при вивченні таких дисциплін: «Автоматизований електропривод машин і установок», «Інжиніринг електромехатронних систем», «Теорія автоматичного керування» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів» складається з 2 розділів:

- **Розділ 1. Вступ до дисципліни «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів»:**

Тема 1.1. Загальні відомості

Тема 1.2. Головні положення щодо математичного моделювання

- **Розділ 2. Зміст процесу математичного моделювання систем та комплексів:**

Тема 2.1. Опис поведінки електроенергетичної системи.

Тема 2.2. Математичне моделювання паралельних процесів.

Тема 2.3. Планування модельних експериментів.

Тема 2.4. Обробка й аналіз результатів математичного моделювання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. О. П. Чорний, А. В. Луговой, Д. Й. Родькін, Г. Ю. Сисюк, А. В. Садовой. Моделювання електромеханічних систем: Підручник. – Кременчук: ПП Щербатих А.В., 2001. – 376 с.
2. Садовой О.В., Дерещ О.Л. Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем.–Дніпродзержинськ:Д ДТУ, 2014.–206 с.
3. О. І. Толочко. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ«КПІ», 2016. – 150 с.
4. Плахтина О.Г. та ін. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи: Навч. посібник / О.Г. Плахтина, С.С. Мазепа, А.С. Куцук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002. – 228 с.

Допоміжна література:

1. MATLAB User Guide. – The MathWorks, Inc., 2014.
2. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язування задач електромеханіки в середовищі пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 166 с.
3. W.D. Pietruszka. MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis. Modelbildung, Berechnung und Simulation. – Der B.G. Teubner Verlag, 2006. – 402 P.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тиж- день	Зміст навчальної роботи
1-2	Лекція 1. Предмет та структура курсу, методика викладання та оцінки знань.
3-4	Лекція 2. Основні поняття теорії математичного моделювання. Основи технології математичного моделювання. Практичне заняття 1. Принцип побудови математичних моделей для дослідження електромеханічних систем.
5-6	Лекція 3. Область застосування й класифікація математичних моделей. Моднювання випадкових факторів.
7-8	Лекція 4. Управління модельним часом. Види паралельних процесів в складних електроенергетичних системах. Практичне заняття 2. Математична модель підйомної установки з регульованим електроприводом за системами ТП-Д та ПЧ-АД.
9-10	Лекція 5. Методи опису паралельних процесів в електротехнічних комплексах та язиках моделювання.
11-12	Лекція 6. Застосування мережевих моделей для опису паралельних процесів. Практичне заняття 3. Математична модель конвеєрної установки з регульованим електроприводом за системами АВК та ПЧ-АД..
13-14	Лекція 7. Стратегічне планування математичного експерименту. Тактичне планування.
15-16	Лекція 8. Оцінка якості математичних моделей електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів. Практичне заняття 4. Математична модель насосної установки з регульованим електроприводом за системами АВК та ПЧ-АД.
17-18	Лекція 9. Підбір параметрів розподілів. Оцінка впливу та взаємозв'язку основних факторів. Практичне заняття 5. Математична модель вентиляційної установки з регульованим електроприводом за системами АТК та ПЧ-АД.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<u>Тема 1.1.</u> Роль математичного моделювання в процесі прийняття рішень. Література: [1-2]	8
2	<u>Тема 1.2.</u> Основи технології математичного моделювання. Література: [1-2]	8
3	Тема 2.1. Чисельні методи в електроенергетиці. Обробка даних. Типові засоби програмування. Література: [3-4]	8
4	Тема 2.2. Види паралельних процесів. Методи опису паралельних процесів. Література: [1-2]	8
5	<u>Тема 2.3.</u> Цілі планування експериментів. Стратегічне й тактичне планування математичного експерименту. Література: [1-2]	8

6	Тема 2.4. Оцінка якості математичної моделі. Підбір параметрів розподілу. Оцінка впливу й взаємозв'язку факторів. Література: [1-2]	8
	Виконання розрахунково-графічної роботи	8
	Підготовка до МКР	3
	Підготовка до заліку	4

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів».

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і доброчесність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок працювання з системами комп'ютерної математики. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (5 занять);
- виконання розрахункової роботи;
- написання модульної контрольної роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання практичних робіт:

- бездоганна робота – 10 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 6-7 бал;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

2.2. Виконання розрахункової роботи:

- творча робота – 20 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 18-16 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 15-13 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

2.3. Виконання модульної контрольної роботи:

- бездоганна робота – 10 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 8-5 бал;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний –1 бал (усього не менше –5 балів).

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 27 балів, виконання всіх практичних робіт (на час атестації) та зарахування розрахункової роботи.

4. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних робіт, розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше 45 балів.

5. На заліку студенти виконують тестове завдання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Тестове завдання оцінюється у 25 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 25-23 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 22-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 65% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 19-18 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 17-16 балів;
- «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 14-15 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на іспиті переводиться до кінцевої оцінки.

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Практичні роботи	5	30	50
Модульна контрольна робота	1	5	10
Розрахункова робота	1	10	20
Стартовий рейтинг	1	45	80
Залік	1	15	20
Підсумковий рейтинг	залік	60	100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре

84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендації щодо виконання індивідуального семестрового завдання

В якості індивідуального завдання, згідно навчального плану, аспіранти виконують розрахункову графічну роботу.

Мета розрахункової графічної роботи полягає в отриманні аспірантами навиків в розрахунках, виборі електромеханічного обладнання та розробки і застосування сучасних методів математичного моделювання динамічних та енергетичних процесів електромеханічних систем. Розрахункова графічна робота виконується для механізмів конкретної машини або установки, як автоматизованого електротехнічного комплексу в цілому. Обов'язковою частиною роботи є застосування методів комп'ютерної моделювання та комп'ютерної графіки.

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

Спроекувати електромеханічну систему для конкретного механізму або установки відповідно до завдання та дослідити за допомогою імітаційних моделей технологічні режими роботи з точки зору динаміки та енергетичних показників.

Основні рекомендовані об'єкти наступні:

- підйомні машини;
- конвеєрні установки;
- вентилятори;
- насоси;
- електромеханічне обладнання муніципальних споруд та будівель.

Порядок виконання завдання:

1. Розрахунок та вибір технічних і програмних засобів електромеханічної системи.
2. Дослідження й оптимізація режимів роботи електромеханічної системи з урахуванням технологічних особливостей функціонування за допомогою математичних моделей.
3. Оцінка економічних показників обраної електромеханічної системи.

Питання для іспиту з навчальної дисципліни «Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів».

1. Розкрити схему процесу прийняття рішень.
2. Навести класифікацію задач прийняття рішень.
3. Які види показників ефективності.
4. Привести принципи математичного моделювання.
5. Порядок побудови концептуальної моделі.
6. Надати опис робочого навантаження.
7. Розкрити поняття статистичного експерименту.
8. Навести область застосування й класифікацію математичних моделей.
9. Привести загальний опис поведінки електроенергетичної системи.
10. Розкрити принципи математичного моделювання випадкових факторів.
11. Навести методику математичного моделювання випадкових дій й величин.
12. Надати види представлення часу в математичній моделі.

13. Розкрити процес зміни часу з постійним кроком та за особистим станом.
14. Навести види паралельних процесів й методи їх опису.
15. Застосування мережових моделей для опису паралельних процесів.
16. Розкрити цілі планування експериментів.
17. В чому полягає стратегія й тактика планування математичного імітаційного експерименту.
18. Як оцінюється якість математичної моделі.
19. Як відбувається підбір параметрів розподілу в моделі.
20. Навести методику оцінки впливу й взаємозв'язку основних факторів моделювання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами, к.т.н., доцент, Чермалих Олександр Валентинович

Ухвалено: кафедрою АУЕК (протокол № 17 від 17.06.20 р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету³ (протокол №8 від 23.06.20 р.)

³ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.