



Методи аналізу та дослідження складних динамічних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР / РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н. проф. Яндульський Олександр Станіславович, 0972648742
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Методи аналізу та дослідження складних динамічних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки аспірантів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів розуміння сутності методів математичного моделювання і оптимізації складних технічних систем; отримання навичок побудови і дослідження моделей, які описують складні технологічні процеси; розвиток здатностей застосовувати методи системного аналізу, технології синтезу і управління для проведення досліджень в галузі електроенергетики.

Предмет навчальної дисципліни – математичне моделювання складних динамічних систем, методи системного аналізу, якісні і кількісні методи опису складних систем, принципи і методи управління в складних системах керування.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (СК03) здатність вирішувати проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку шляхом розробки та застосування новітніх систем управління, захисту та автоматизації; (СК06) здатність ініціювати, розробляти і реалізувати комплексні інноваційні проекти в галузі електричної інженерії в цілому та в галузі управління виробництвом та розподілом електроенергії, зокрема, та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

Знання: (PH01) передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії 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 в галузі управління виробництвом та розподілом електроенергії.

Уміння: (PH08) розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

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

Кредитний модуль дисципліни «Методи аналізу та дослідження складних динамічних систем» відповідно до структурно-логічної схеми ОКР «доктор філософії» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін зі спеціальності як «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини», «Електричні мережі та системи», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Теорія автоматичного управління».

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти іноземною мовою, оскільки значна частина новітніх технологій описується в науковій літературі англійською мовою. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін, а також для якісного виконання наукових досліджень за темою дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 3 розділи, а саме:

1. **Вступ. Загальні принципи моделювання. Основні поняття теорії моделювання**, в якому розглядаються загальні визначення і принципи моделювання складних динамічних систем, вимоги до моделей, функції, характеристики та класифікації моделей, поняття складних динамічних систем.
2. **Імітаційне моделювання. Концепція універсальної системи імітаційного моделювання**, в якому розглядаються поняття імітаційного моделювання, його переваги та недоліки, процес імітаційного моделювання, програмні пакети для імітаційного моделювання.
3. **Ідентифікація об'єктів керування. Складні динамічні системи і їх моделі**, в якому розглядаються приклади складних моделей та їх імітаційне моделювання

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Modeling and analysis of dynamic systems Charles M. Close and Dean K. Frederick and Jonathan C. Newell-3rd ed.
2. Попович М.І., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 1997.-544с.
3. Modeling and Analysis of Dynamic Systems, Second Edition / Ramin S. Esfandiari, Bei Lu, 2014, 558p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
---	--

з/п	(перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Загальні принципи моделювання. Основні поняття теорії моделювання. Вимоги до моделей, функції та класифікації моделей, поняття складних динамічних систем. Літературні джерела: [1, 2]
2-3	Види моделей. Літературні джерела: [1, 2]
4	Характеристики моделей. Точність моделі. Адекватність моделі. Складність моделі. Універсальність моделі. Систематичний підхід до моделювання Літературні джерела: [2, 3]
5-6	Імітаційне моделювання. Постановка задачі імітаційного моделювання. Програмні пакети для імітаційного моделювання. Інтерактивне середовище моделювання SIMULINK Літературні джерела: [2, 3]
7	Ідентифікація об'єктів керування Літературні джерела: [1, 2]
8	Складні динамічні системи і їх моделі. Функціональна структура моделі. Літературні джерела: [1, 2]
9	Модель енергоблоку 300 МВт з ГРК не враховуючи регулятор потужності Літературні джерела: [1, 2]

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1-2	Розрахунок потужності компенсуючого пристрою для підвищення коефіцієнта потужності в точці підключення навантаження енергосистеми.
3	Аналіз режимів роботи ОЕС за напругою та реактивною потужністю. Визначення аналітично коефіцієнта чутливості за напругою
4-5	Моделювання та оцінка стійкості динамічної системи

6. Самостійна робота аспіранта

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	53
2	Підготовка до МКР	5
	Підготовка до РГР	5
3	Підготовка до екзамену	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РГР.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Методи аналізу та дослідження складних динамічних систем»

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, розв'язання задач, РГР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог си́лабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, семестровий рейтинг більше 30 балів.

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	РГР	МКР	Rc	Рекз	R
4.5	17.5	18	20	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,5.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0,5 бала * 9 = 4.5 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0,5;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 3,5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 3.5 бали * 5 = 17.5 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задач, вільне володіння темою заняття – 3,5;
- розв'язання задач за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 1,5;

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 18.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 18 балів;
- є окремі несуттєві помилки – 10...15 балів;
- робота неповна, є окремі суттєві помилки – 5...9 балів;
- робота виконана невірно – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень

понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох практичних задач.

Ваговий бал кожної частини МКР – 10.

Максимальний бал за МКР – 20.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання 2 задач – 20 балів;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 9-14 балів;
- правильне розв'язання 1 задачі – 10 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання екзамену

Рейтинг $R_c \geq 0,6 \cdot R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) \cdot R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів моделювання складних динамічних систем. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів моделювання складних динамічних систем, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Завдання на РГР

Виконання РГР відбувається під час самостійної роботи. Завдання на РГР передбачає проведення розрахунку та контролю графіка навантаження енергетичного об'єкта, як основи для оцінки виконання балансу активної потужності згідно варіанту

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Вступ. Загальні принципи моделювання. Основні поняття теорії моделювання. Вимоги до моделей, функції та класифікації моделей, поняття складних динамічних систем.
2. Види і характеристики моделей. Точність моделі. Адекватність моделі. Складність моделі. Універсальність моделі.
3. Систематичний підхід до моделювання.
4. Ідентифікація об'єктів керування.
5. Складні динамічні системи і їх моделі. Функціональна структура моделі.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

складено професором кафедри автоматизації енергосистем,
д.т.н. Яндульський О.С.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 11 від 22.06.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол №8 від 23.06.20 р.)

¹Методичною радою університету— для загальноуніверситетських дисциплін.