

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

Інститут архітектури, будівництва та енергетики
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор інституту архітектури,
будівництва та енергетики

М.П. Мазур
« » 2023 року



РОБОЧА ПРОГРАМА

МАТЕМАТИЧНІ ЗАДАЧІ ЕНЕРГЕТИКИ

(назва навчальної дисципліни)

освітній рівень перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

галузь знань 14 – Електрична інженерія
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації за наявності)

освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва ОП)

статус дисципліни вибіркова
обов'язкова/вибіркова

Мова викладання українська

2023 р.

Розробник:

професор кафедри електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки, доктор фіз.-мат. наук, професор,
andriy.bandura@nung.edu.ua
(посада, назва кафедри, науковий ступінь, вчене звання, електронна пошта)

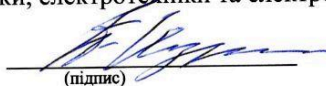


Андрій БАНДУРА
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Протокол від 31 серпня 2023 року № 1.

Завідувач випускової кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки



Петро КУРЛЯК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Узгоджено:

Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніки та електромеханіки»
(назва програми)



Олег СОЛОМЧАК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Мета і завдання дисципліни	Мета вивчення дисципліни – вивчення студентами теоретичних і практичних основ розв'язування числовими методами систем лінійних та нелінійних та скінченних рівнянь, систем нелінійних диференційних рівнянь, які описують процеси в енергетичних системах об'єктів різної фізичної природи з застосуванням матричного числення та теорії графів. Завдання вивчення дисципліни – створення у студента закріпленого психологічного відчуття, що не існує єдиних методів розв'язання великої сукупності різноманітних задач, які виникають у практичній роботі, якимось одним і наперед відомим методом; практичного засвоєння різноманітних методів розв'язання поставлених задач та пошук найефективніших шляхів досягнення конкретної мети.
Посилання на розміщення дисципліни на навчальній платформі	Електронний курс дисципліни https://dn.nung.edu.ua/course/view.php?id=1469
Попередні вимоги для вивчення дисципліни (пререквізити)	Обчислювальна техніка та алгоритмічні мови, Вища математика, Фізика, Теоретичні основи електротехніки, Математичне моделювання в електроенергетиці
Постреквізити	Алгоритмізація оптимізаційних задач енергетики, Електрична частина станцій та підстанцій, Перехідні процеси в електричних системах, Основи електропостачання підприємств
Результати навчання	ПР1. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових і математичних принципів, що лежать в основі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПР2. Здатність продемонструвати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму, теорії електромагнітного поля, теорії електричних машин, теорії електроприводу, теорії автоматичного керування, методі аналізу електричних мереж, процесів виробництва, перетворення і транспортування енергії, основ релейного захисту та автоматизації, схемотехніки, інформаційних технологій аналізу систем, ефективного енерговикористання. ПР3. Здатність продемонструвати поглиблені знання принаймні в одній з областей електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: системи електроспоживання, електромеханічні системи автоматизації та електропривод, електромеханотроніка і системи управління виробництвом та розподілом електроенергії. ПР4. Здатність продемонструвати знання та навички щодо проведення експериментів, збору даних та моделювання у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПР5. Здатність продемонструвати знання та розуміння методологій проектування, відповідних нормативних документів, чинних стандартів і технічних умов.
Компетентності	загальних: ЗК04. Здатність до аналізу та синтезу. ЗК09. Уміння розв'язувати поставлені задачі та приймати

	відповідні рішення. ЗК14. Креативність, здатність до системного мислення. фахових: ФК01. Базові знання наукових понять, теорій і методів, необхідних для розуміння принципів роботи та функціонального призначення електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем та їх устаткування. ФК04. Знання обчислювальної техніки та програмування, володіння навичками роботи з комп'ютером для вирішення задач спеціальності. ФК12. Уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу систем і складових шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.
Підсумковий контроль, форма	7 семестр: диференційований залік.
Перелік соціальних, «м'яких» навичок (softskills)	Комунікативні; логічного мислення; комплексного підходу до вирішення проблем; здатності приймати рішення в нестандартних умовах; самодисципліни й самоконтролю; бажання вчитися та постійно розвиватися тощо.

2 ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1) щодо відвідування занять і поведінки на них

Згідно «Положення про організацію освітнього процесу в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу» (від 31.03.2022 р., наказ № 68) відвідування здобувачами вищої освіти всіх аудиторних занять з пропонованої дисципліни за чинним протягом семестру розкладом є обов'язковим. Відвідування та запізнення не мають прямого впливу на систему нарахування балів, однак у разі систематичних пропусків занять та невиконання передбачених оцінюваних активностей (тестування, практичних та лабораторних робіт), викладач залишає за собою право доповісти про даний випадок в дирекцію інституту в письмовій формі.

Здобувачі вищої освіти протягом аудиторного заняття: тримають вимкненими електронні засоби зв'язку; залишають аудиторію, лабораторію, комп'ютерний клас тощо тільки за дозволом викладача; активно працюють над виконанням необхідного обсягу навчальної роботи; використовують технічні засоби навчання, котрі підвищують ефективність навчального процесу; поведуть себе дисципліновано та сприяють підтримці належного санітарного стану в навчальних приміщеннях.

Під час практичних занять дозволяється використовувати телефони та планшети, а також власні ноутбуки для виконання інженерних розрахунків та демонстрації результатів роботи під час захисту.

Вітається активність студента на лекціях та уміння ставити запитання за темою лекції до викладача.

У разі проведення заняття з використанням засобів дистанційного навчання, доступ до відео-конференції здійснюється виключно з корпоративного облікового запису електронної пошти з метою ідентифікації здобувача вищої освіти.

2) щодо дотримання принципів академічної доброчесності

Здобувачі вищої освіти під час навчання в університеті зобов'язані неухильно виконувати «Положення про академічні доброчесність працівників та здобувачів вищої освіти Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу» (від 05.04.2022р., наказ №73). Зокрема, здобувачі мають: демонструвати самостійність у виконанні аудиторних завдань, контрольних робіт, курсового проєкту; не фальсифікувати свої результати навчання; уникати списування, не користуватися підказками інших осіб під час проведення заходів поточного контролю знань; дотримуватися коректності в посиланнях на джерела інформації у разі запозичення відомостей, тверджень та ідей.

3) щодо оцінювання

За умови виконання всіх практичних занять, складання тестового контролю засвоєння змістових модулів та підтвердження опанування на мінімальному рівні результатів навчання (за семестр отримано не менше 35 балів за шкалою ЄКТС) здобувач вищої освіти допускається до іспиту з дисципліни.

Студентам, які набрали протягом семестру 90 і більше балів і не пропустили занять без поважних причин, за їх згодою може бути виставлена оцінка “відмінно” без здачі іспиту. Інші студенти складають іспит, який оцінюється за 100-бальною системою. Результативний бал визначається як сума підсумкової структурної оцінки та іспитової поділена на два. Д

Диференційований залік виставляється до початку екзаменаційної сесії винятково на підставі результатів поточного контролю протягом семестру. Присутність здобувача під час виставлення викладачем заліку з дисципліни не обов'язкова.

У разі застосування дистанційної технології навчання поточний та семестровий контроль здійснюються згідно «Положення щодо організації поточного, семестрового контролю та атестації здобувачів вищої освіти із застосуванням дистанційних технологій» від 22.10.2022р. (наказ №262).

4) щодо кінцевих термінів (дедлайнів) та перескладання

Умови допуску до перескладання модульного та підсумкового контролів, графік і форми перескладання регламентовані Положення про організацію освітнього процесу в ІФНТУНГ, зазначеному в пункті 1) цього розділу.

5) щодо визнання результатів навчання у неформальній освіті

Результати неформального навчання можуть бути визнані та перезараховані як частина

оцінюваних активностей, ПОЛОЖЕННЯ про порядок визнання результатів отриманих у неформальній та інформальній освіті в ІФНТУНГ (<https://griml.com/Ew5zh>) у разі пред'явлення сертифікату про успішне завершення курсу (з вказаною оцінкою) та у випадку якщо теми онлайн-курсу, тренінгу, курсу відповідають навчальним елементам дисципліни.

6) щодо оскарження результатів контрольних заходів

Здобувачі вищої освіти мають право на оскарження оцінки з дисципліни отриманої під час контрольних заходів. Апеляція здійснюється відповідно до Положення про звернення здобувачів вищої освіти з питань, пов'язаних з освітнім процесом, затвердженого наказом ректора університету № 43 від 24.02.2020 року. Ознайомитись з документом можна за покликанням <https://griml.com/L3VUV>.



7) щодо конфліктних ситуацій

Спілкування учасників освітнього процесу (викладачі, здобувачі) відбувається на засадах партнерських стосунків, взаємопідтримки, взаємоповаги, толерантності та поваги до особистості кожного, спрямованості на здобуття істинного знання. Вирішення конфліктних ситуацій здійснюється відповідно до Положення про вирішення конфліктних ситуацій в ІФНТУНГ, затвердженого наказом ректора університету № 44 від 24.02.2020 року. Ознайомитись з документом можна за покликанням <https://griml.com/i42PI>.



8) щодо опитування здобувачів

Після завершення курсу здобувачу надається можливість пройти опитування стосовно якості викладання дисципліни за покликанням <https://nung.edu.ua/department/yakist-osviti/04-anketuvannya>



3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Обсяг навчальної дисципліни

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Математичні задачі енергетики» згідно з чинним НП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи для різних форм навчання характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни

Найменування показників	Всього		Розподіл по семестрах			
			Семестр <u>1</u>		Семестр _____	
	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів ECTS	3,5	3,5	3,5	3,5		
Кількість модулів	2	2	2	2		
Загальний обсяг часу, год	105	105	105	105		
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	54	14	54	14		
лекційні заняття	36	8	36	8		
семінарські заняття	-	-	-	-		
практичні заняття	18	6	18	6		
лабораторні заняття	-	-	-	-		
Самостійна робота, год, у т.ч.	51	91	51	91		
виконання курсового проекту (роботи)	-	-	-	-		
виконання контрольних (розрахунково-графічних) робіт	-	-	-	-		
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	18	8	18	8		
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	24	77	24	77		
підготовка до практичних занять та контрольних заходів	9	6	9	6		
підготовка звітів з лабораторних робіт	-	-	-	-		
підготовка до екзамену	-	-	-	-		
Форма семестрового контролю	Залік		Залік			

3.2 Лекційні заняття

Тематичний план лекційних занять дисципліни характеризує таблиця 2.

Таблиця 2 – Тематичний план лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин		Література	
		ДФН	ЗФН	поряд - ковий номер	роз - під - Д
1	2	3	4	5	6
M1	Методи розрахунку ustalених режимів електроенергетичних систем	18	4	1-4,5	
ЗМ 1	Аналітичні та ітераційні методи розв'язання систем лінійних рівнянь.	6	2	1-4,5	
T 1.1	Мета, подальший розвиток та задачі дисципліни. Метод Крамера. Матричний метод. Метод Гауса. Метод Жордана-Гауса.	2	1	1-4,5	
T 1.2	Метод L-U перетворення Метод L-D-U перетворення. Метод подвійної факторизації.	2	0,5	1-4,5	
T 1.3	Метод простої ітерації. Метод Зайделя. Метод найшвидшого спуску. Норми матриці та вектора.	2	0,5	1-4,5	
ЗМ 2	Апроксимація та інтерполяція.	12	2	1-4,5	
T 2.1	Лінійні та нелінійні активні, індуктивні та ємнісні опори заступних схем електроенергетичних систем. Компонента типу R. Компонента типу L. Компонента типу C.	2	0,5	1-4,5,7	
T 2.2	Апроксимація характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем. Метод підставлення. Метод найменших квадратів.	2	0,25	1-4,5,7	
T 2.3	Інтерполяційний багаточлен Лагранжа. Інтерполяційний багаточлен Ньютона.	2	0,25		
T 2.4	Кубічний сплайн.	2	0,25		
T 2.5	Наближене диференціювання характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем	2	0,25		
T 2.6	Наближене інтегрування характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем	2	0,5		
M2	Методи аналізу перехідних режимів електроенергетичних систем	18	4	1-4,5,7	
ЗМ 3	Чисельні методи розв'язання нелінійного рівняння однієї змінної	4	1	1-4,5	
T 3.1	Поняття про чисельні методи розв'язання рівнянь. Задачі електроенергетики, які розв'язують чисельними методами. Метод поділу навпіл. Метод хорд.	2	0,5	1-4,5	
T 3.2	Метод Ньютона. Метод релаксації. Метод простої ітерації. Комбінований метод	2	0,5	1-4,5	

Всього
модулів 2,
у кожному
модулі: М1
- 2
змістовних
модулів;
М2 - 5
змістовних
модулів;

3.3. Практичні

ЗМ 4	Методи розв'язання систем нелінійних рівнянь	4	1	1-4,5	
Т 4.1	Приклади задач електроенергетики, які зводяться до системи нелінійних рівнянь. Метод мінімізації суми квадратів нев'язок. Метод Ньютона. Метод простої ітерації.	2	0,5	1-4,5	
Т 4.2	Метод Зайделя. Метод найшвидшого спуску. Метод диференціювання по параметру.	2	0,5	1-4,5	
ЗМ 5	Математичні основи методів аналізу перехідних процесів електроенергетичних систем	4	0,5	1-4,5,7	
Т 5.1	Основні відомості про диференційні рівняння, які використовують в електротехніці. Лінійні диференційні рівняння зі сталими коефіцієнтами	2	0,25	1-4,5,7	
Т 5.2	Аналіз і синтез електричних кіл методом змінних стану.	2	0,25	1-4,5,7	
ЗМ 6	Чисельні методи розв'язання систем диференційних рівнянь	4	0,5	1-4,5,7	
Т 6.1	Явний метод Ейлера. Метод Ейлера –Коші. Метод Рунге – Кутта. Метод Адамса, Кутта-Мерсона.	2	0,25	1-4,5,7	
Т 6.2	Неявний метод Ейлера, Ейлера-Коші. Багатокрокові явні та неявні методи.	2	0,25	1-4,5,7	
ЗМ 7	Методи розв'язання диференційних рівнянь з частинними похідними	2	1	9	
Т 7.1	Класифікація рівнянь Метод Даламбера. Метод Фур'є (відокремлення змінних). Метод скінченних різниць. Метод конформних відображень	2	1	9	
Всього		36	8		

(семінарські) заняття

Теми практичних занять дисципліни наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Теми практичних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних занять	Обсяг годин		Література	
		ДФН	ЗФН	порядковий номер	розділ, підрозділ
М1	Методи розрахунку ustalених режимів електроенергетичних систем	8	2	1-4,6	
П 1.1	Розв'язування системи лінійних рівнянь методом детермінантів за допомогою оберненої матриці та методу Гауса. Розв'язування системи лінійних рівнянь методом Гауса-Жордана, L-U L-D-U та перетворення	2	0,5	1-4,6	
П 1.2	Метод простої ітерації. Метод Зайделя. Метод найшвидшого спуску.	2	0,5	1-4,6	
П 1.3	Апроксимація характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем методом підставлення. Метод найменших квадратів. Інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона.	2	0,5	1-4,6	
П 1.4	Кубічний сплайн. Чисельне диференціювання та інтегрування. Приклади наближеного диференціювання та інтегрування характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем.	2	0,5	1-4,6	

M2	Методи аналізу перехідних режимів електроенергетичних систем	10	4	1-4,6	
П 2.1	Розв'язування нелінійного рівняння методом поділу навіпіл та методом хорд. Розв'язування нелінійного рівняння методом простої ітерації та Ньютона.	2	1	1-4,6	
П 2.2	Приклади задач електроенергетики, які зводяться до системи нелінійних рівнянь. Метод мінімізації суми квадратів нев'язок. Метод Ньютона. Метод простої ітерації.	2	1	1-4,6	
П 2.3	Розв'язування лінійних диференційних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Розв'язування диференційних рівнянь методом Адамса та Рунге – Кутта.	2	1	1-4,6	
П 2.4	Розв'язування систем диференційних рівнянь чисельними методами.	2	0,5	1-4,6	
П 2.5	Приклади задач електроенергетики, які зводяться до рівнянь з частинними похідними. Метод Даламбера. Метод Фур'є (відокремлення змінних). Метод скінченних різниць. Метод конформних відображень	2	0,5	1-4,6	
Всього		18	6		

3.4 Лабораторні заняття

Лабораторні заняття не передбачені.

3.5 Завдання для самостійної роботи студента

Види самостійної роботи в межах даного курсу наводяться у таблиці 4.

Таблиця 4 – Зміст самостійної роботи

Найменування показників	Обсяг годин (ДФН)	Обсяг годин (ЗФН)
Самостійна робота, год, у т.ч.:	51	91
– Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	18	8
– Підготовка до практичних / семінарських / лабораторних занять	-	
– Підготовка звітів з практичних / лабораторних робіт	-	
– Підготовка до поточних контрольних заходів	9	6
– Виконання індивідуального завдання (курсова робота / проєкт / розрахункова робота)	-	
– Підготовка та складання іспиту	-	
Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	24	77

Перелік матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення, наведено у таблиці 5.

Таблиця 5 – Матеріал, що виноситься на самостійне вивчення

		Обсяг годин	Література

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	ДФН	ЗФН	поряд- ковий номер	розділ, підроз- діл
М1	Методи розрахунку ustalених режимів електроенергетичних систем	12	37	1-4,8	
ЗМ 1	Аналітичні методи розв'язання рівнянь ustalених режимів електроенергетичних систем.	4	12	1-4,8	
ЗМ 2	Ефективність ітераційних методів розв'язання систем лінійних рівнянь. Збіжність ітераційних методів розрахунку ustalених режимів електроенергетичних систем	4	12	1-4,8	
ЗМ 3	Квадратні сплайни. Похибка інтерполяційних формул Ньютона, Лагранжа. Похибка квадратурних формул. Принцип Рунге.	4	13	1-4,8	
М2	Методи аналізу перехідних режимів електроенергетичних систем	12	40	1-4,8	
ЗМ 5	Методи розв'язання систем нелінійних скінчених рівнянь. Збіжність розв'язків вузлових рівнянь. Прискорення збіжності ітераційних методів.	3	10	1-4,8	
ЗМ 6	Методи знаходження ustalених процесів, що описані нелінійними диференціальними рівняннями з періодичними напругами	3	10	1-4,8	
ЗМ 7	Математичні основи методів аналізу перехідних процесів електроенергетичних систем. Чисельні методи розв'язання систем диференціальних рівнянь.	3	10	1-4,8	
ЗМ 8	Рівняння з частинними похідними: аналітичні та чисельні методи.	3	10	9	
Всього:		24	77		

Контроль за опрацюванням тем, винесених на самостійне навчання, входить до поточного оцінювання за відповідними змістовними модулями.

4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

4.1 Основна література

1. Хоменко, О.В. Математичні задачі енергетики. Ч. 1. Збірка завдань і вправ до виконання модульного контролю (для студентів денної форми навчання), домашньої контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання). Навч. пос. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 30 с.

2. Математичні задачі енергетики: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О.В. Хоменко, В.С. Гулий, – Електронні текстові дані (1 файл: 2,018 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 84 с.

3. Гай, О.В., Нікіфоров, А.П. Методичні вказівки до виконання розрахунково-практичної роботи з дисципліни «Математичні задачі в енергетиці». - Київ: НУБіП України, 2022. - 268 с.

4. Курляк, П. О. Математичні задачі електроенергетики. практикум / П. О. Курляк, Я. В. Бацала, Л. М. Шиндак. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. –

4.2 Додаткова література

5. Бурбело М. Й. Математичні задачі електроенергетики : лаб. практикум / М. Й. Бурбело, С. М. Левицький ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2017 .Ч. 2. - 2019. - 120 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 120. - 50 (1-й запуск 1-21) прим.
6. Перхач, В. С. Математичні задачі електроенергетики [Текст] / В. С. Перхач. — 3-е вид., перероб. і доп. — Львів : Вища школа, 1989. — 464 с.
7. Перхач, В. С. Математичні задачі електроенергетики [Текст] / В. С. Перхач. — 2-е вид., перероб. та доп. — Л. : Вища школа, 1982. — 380с.
8. Гаврилюк, Р. Б. Математичні задачі електроенергетики [Текст] : конспект лекцій /Р. Б. Гаврилюк. — Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2004. — 139 с.
9. Кириленко О. В., Сегеда М.С., Буткевич О.М., Мазур Т. А. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник. - Львів, видавництво НУ „Львівська політехніка“, 2010, с. 608.
10. Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб. / О.В. Хоменко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с. – Бібліогр.: с. 109.
11. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Математичні задачі енергетики. Частина 1» [Електронне видання] для студентів освітнього ступеню «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізація «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії» / Укл.: О.В . Хоменко, В.С . Гулий. - К.: НТУУ «КПІ», 2017. - 88 с.

4.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://sagecell.sagemath.org/> сервер Sage для виконання обчислень
2. <https://www.scilab.org/> пакет Scilab для інженерних та наукових розрахунків
3. <https://pypsa.org/> модуль для мови Python для моделювання та оптимізації електричних мереж
4. <https://numpy.org/> модуль для мови Python для інженерних та наукових розрахунків

5 ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При вивченні дисципліни відповідно до наказу №150 «Про шифрування методів навчання, методів і форм оцінювання» від 24.06.2021р засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу з «Вищої математики» реалізується в таких формах: навчальні заняття, виконання індивідуальних завдань, контрольні заходи, самостійна робота. Зокрема: 1) лекційні заняття (МН 1.1), покликані формувати в студентів компетентності, зазначені у п.2 даної програми, а також допомагати студентам освоїти матеріал, винесений на самостійне вивчення, 2) практичні заняття (МН 3.4), що покликані поглиблювати знання, отримані на лекції в узагальненій формі, і допомагати студентам застосовувати ці знання для їх професійної діяльності 3) консультації як робота під керівництвом викладача(МН 19), мета яких – допомога студентам у виконанні практичних і розрахункових робіт та відпрацювання пропущених занять; 4) методи самостійної роботи вдома(МН 18)

У ході вивчення дисципліни застосовуються такі методи навчання: наочні (ілюстрація); практичні (розрахунки); інформаційно-рецептивні (пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами); репродуктивні (виконання різного роду завдань за зразком);

індуктивні, дедуктивні, узагальнення.

Форми і методи навчання й оцінювання в межах даного курсу наводяться в таблиці 6.

Таблиця 6 – Забезпечення програмних результатів навчання відповідними формами та методами

Шифр програмного результату навчання	Методи навчання (МН)	Форми і методи оцінювання (МФО)
ПР01	лекція (МН 1.1), розповідь-пояснення (МН 1.2); наочні методи: ілюстрування (МН 2.1), комп'ютерні і мультимедійні методи (МН 2.4); практичні методи: вправи (МН 3.1), практичні роботи (МН 3.4); аналітичний (МН 7); синтетичний методи (МН 8); узагальнення (МН 10); самостійної роботи вдома (МН 18); робота під керівництвом викладача (МН 19); інтерактивні методи: дискусія, диспут (МН 20.2), мозковий штурм (МН 20.3)	МФО 3 - диференційований залік, МФО 4 - поточний контроль, МФО 5 - усний контроль, МФО 6 - письмовий контроль, МФО 7 - лабораторно-практичний контроль
ПР02	лекція (МН 1.1), розповідь-пояснення (МН 1.2); наочні методи: ілюстрування (МН 2.1), комп'ютерні і мультимедійні методи (МН 2.4); практичні методи: вправи (МН 3.1), практичні роботи (МН 3.4); аналітичний (МН 7); синтетичний методи (МН 8); узагальнення (МН 10); самостійної роботи вдома (МН 18); робота під керівництвом викладача (МН 19); інтерактивні методи: дискусія, диспут (МН 20.2), мозковий штурм (МН 20.3)	МФО 3 - диференційований залік, МФО 4 - поточний контроль, МФО 5 - усний контроль, МФО 6 - письмовий контроль, МФО 7 - лабораторно-практичний контроль
ПР03	лекція (МН 1.1), розповідь-пояснення (МН 1.2); наочні методи: ілюстрування (МН 2.1), комп'ютерні і мультимедійні методи (МН 2.4); практичні методи: вправи (МН 3.1), практичні роботи (МН 3.4); аналітичний (МН 7); синтетичний методи (МН 8); узагальнення (МН 10); самостійної роботи вдома (МН 18); робота під керівництвом викладача (МН 19); інтерактивні методи: дискусія, диспут (МН 20.2), мозковий штурм (МН 20.3)	МФО 3 - диференційований залік, МФО 4 - поточний контроль, МФО 5 - усний контроль, МФО 6 - письмовий контроль, МФО 7 - лабораторно-практичний контроль
ПР04	лекція (МН 1.1), розповідь-пояснення (МН 1.2); наочні методи:	МФО 3 - диференційований залік, МФО 4 - поточний контроль,

	ілюстрування (МН 2.1), комп'ютерні і мультимедійні методи (МН 2.4); практичні методи: вправи (МН 3.1), практичні роботи (МН 3.4); аналітичний (МН 7); синтетичний методи (МН 8); узагальнення (МН 10); самостійної роботи вдома (МН 18); робота під керівництвом викладача (МН 19); інтерактивні методи: дискусія, диспут (МН 20.2), мозковий штурм (МН 20.3)	МФО 5 - усний контроль, МФО 6 - письмовий контроль, МФО 7 - лабораторно-практичний контроль
ПРН05	лекція (МН 1.1), розповідь-пояснення (МН 1.2); наочні методи: ілюстрування (МН 2.1), комп'ютерні і мультимедійні методи (МН 2.4); практичні методи: вправи (МН 3.1), практичні роботи (МН 3.4); аналітичний (МН 7); синтетичний методи (МН 8); узагальнення (МН 10); самостійної роботи вдома (МН 18); робота під керівництвом викладача (МН 19); інтерактивні методи: дискусія, диспут (МН 20.2), мозковий штурм (МН 20.3)	МФО 3 - диференційований залік, МФО 4 - поточний контроль, МФО 5 - усний контроль, МФО 6 - письмовий контроль, МФО 7 - лабораторно-практичний контроль

6 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання знань студентів проводиться за результатами комплексних контрольних заходів за темами. Контроль за кожною темою передбачає контроль теоретичних знань і практичних навиків, самостійної та індивідуальної роботи.

Упродовж вивчення дисципліни застосовуються такі методи і форми оцінювання: усний контроль (МФО 5), письмовий контроль (МФО 6), лабораторно-практичний контроль (МФО 7), тестовий контроль (МФО 8); форма підсумкової атестації іспит (МФО 1).

Схема нарахування балів при оцінюванні знань студентів з дисципліни наведено в таблиці 5.

Таблиця 7 – Схема нарахування балів у процесі оцінювання знань студентів

Шифри модулів та занять	Назва модулів та теми занять	Методи і форма оцінювання*	Максимальна кількість балів		
			лекції	практ	лабор
Заліковий кредит 1					
М1	Методи розрахунку усталених режимів електроенергетичних систем		30		
ЗМ 1	Аналітичні та ітераційні методи розв'язання систем лінійних рівнянь.				

T 1.1	Мета, подальший розвиток та задачі дисципліни. Метод Крамера. Матричний метод. Метод Гауса. Метод Жордана-Гауса.	МФО 5,6,7		2	
T 1.2	Метод L-U перетворення Метод L-D-U перетворення. Метод подвійної факторизації.	МФО 5,6,7		2	
T 1.3	Метод простої ітерації. Метод Зайделя. Метод найшвидшого спуску. Норми матриці та вектора.	МФО 5,6,7		2	
ЗМ 2	Апроксимація та інтерполяція.				
T 2.1	Лінійні та нелінійні активні, індуктивні та ємнісні опори заступних схем електроенергетичних систем. Компонента типу <i>R</i> . Компонента типу <i>L</i> . Компонента типу <i>C</i> .	МФО 5,6,7		2	
T 2.2	Апроксимація характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем. Метод підставлення. Метод найменших квадратів.	МФО 5,6,7		2	
T 2.3	Інтерполяційний багаточлен Лагранжа. Інтерполяційний багаточлен Ньютона.	МФО 5,6,7		2	
T 2.4	Кубічний сплайн.	МФО 5,6,7		2	
T 2.5	Наближене диференціювання характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем	МФО 5,6,7		2	
T 2.6	Наближене інтегрування характеристик нелінійних компонентів електроенергетичних систем	МФО 5,6,7		2	
M2	Методи аналізу перехідних режимів електроенергетичних систем	МФО 5,6,7	30	2	
ЗМ 3	Чисельні методи розв'язання нелінійного рівняння однієї змінної	МФО 6, 8			
T 3.1	Поняття про чисельні методи розв'язання рівнянь. Задачі електроенергетики, які розв'язують чисельними методами. Метод поділу навпіл. Метод хорд.	МФО 5,6,7		2	
T 3.2	Метод Ньютона. Метод релаксації. Метод простої ітерації. Комбінований метод	МФО 5,6,7		3	
ЗМ 4	Методи розв'язання систем нелінійних рівнянь				
T 4.1	Приклади задач електроенергетики, які зводяться до системи нелінійних рівнянь. Метод мінімізації суми квадратів нев'язок. Метод Ньютона. Метод простої ітерації.	МФО 5,6,7		3	

Т 4.2	Метод Зайделя. Метод найшвидшого спуску. Метод диференціювання по параметру.	МФО 5,6,7		2	
ЗМ 5	Математичні основи методів аналізу перехідних процесів електроенергетичних систем	МФО 5,6,7			
Т 5.1	Основні відомості про диференційні рівняння, які використовують в електротехніці. Лінійні диференційні рівняння зі сталими коефіцієнтами	МФО 5,6,7		2	
Т 5.2	Аналіз і синтез електричних кіл методом змінних стану.	МФО 5,6,7		2	
ЗМ 6	Чисельні методи розв'язання систем диференційних рівнянь				
Т 6.1	Явний метод Ейлера. Метод Ейлера – Коші. Метод Рунге – Кутта. Метод Адамса, Кутта-Мерсона.	МФО 5,6,7		2	
Т 6.2	Неявний метод Ейлера, Ейлера-Коші. Багатокрокові явні та неявні методи.	МФО 5,6,7		2	
ЗМ 7	Методи розв'язання диференційних рівнянь з частинними похідними				
Т 7.1	Класифікація рівнянь Метод Даламбера. Метод Фур'є (відокремлення змінних). Метод скінченних різниць. Метод конформних відображень	МФО 5,6,7		2	
Всього			60	40	
	Форма підсумкової атестації	Диференційований залік (МФО 3)			

* - пояснення див. Наказ ректора ІФНТУНГ «Про шифрування методів навчання, методів і форм оцінювання» №150 від 24.06.2021 року

Остаточне оцінювання екзамену з дисципліни проводиться відповідно до вимог чинного Положення «Про систему поточного і підсумкового контролю, оцінювання знань та визначення рейтингу студентів». Диференційований залік з дисципліни виставляється студенту відповідно до чинної шкали оцінювання, що наведена нижче.

Для визначення ступеня оволодіння навчальним матеріалом з подальшим його оцінюванням застосовуються рівні навчальних досягнень здобувачів вищої освіти, наведені в таблиці 9.

Таблиця 8 – Рівні навчальних досягнень

Рівні навчальних досягнень	Відсоток балу за виконання завдань	Критерії оцінювання навчальних досягнень	
		Теоретична підготовка	Практична підготовка
		Здобувач вищої освіти	

Відмінний	90...100	вільно володіє навчальним матеріалом, висловлює свої думки, робить аргументовані висновки, рецензує відповіді інших студентів, творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань	може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для вирішення поставлених перед ним завдань
Достатній	75...89	вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні недоліки у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці виконання завдання	за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички

Задовільний	60...74	володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно, на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу	має елементарні, нестійкі навички виконання завдання
Незадовільний	менше 60	має фрагментарні знання (менше половини) у незначному загальному обсязі навчального матеріалу; відсутні сформовані уміння та навички; під час відповіді допускаються суттєві помилки	планує та виконує частину завдання за допомогою викладача

Результати навчання з дисципліни оцінюються за 100-бальною шкалою (від 1 до 100) з переведенням в оцінку за традиційною шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» відповідно до шкали, наведеної в таблиці 10).

Таблиця 10 - Шкала оцінювання: національна та ECTS

Національна	Університетська (в балах)	ECTS	Визначення ECTS
Відмінно	90-100	A	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
Добре	82-89	B	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками

	75-81	C	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок
Задовільно	67-74	D	Задовільно- непогано, але зі значною кількістю недоліків
	60-66	E	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії
Незадовільно	35-59	FX	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим, як отримати залік або скласти іспит
	0-34	F	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота

7. ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

Вимоги до робочого місця

В умовах очного навчання для проведення лекцій та практичних занять використовується навчальна аудиторія згідно розкладу.

В умовах навчання з використанням дистанційних технологій всі заняття проводяться з використанням GOOGLE MEET, мережі telegram із застосуванням особистих комп'ютерів студентів, відеокамер, мікрофонів. Необхідний доступ до мережі Інтернет.

Використовуються ресурси Наукової бібліотеки ІФНТУНГ.

Необхідне обладнання

В умовах дистанційного навчання необхідною є наявність особистого комп'ютера у студента, відеокамери, мікрофона, а також доступ до мережі Інтернет.