



МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS /120 годин, з яких 54 години аудиторних (36 год лекції, 18 год практичні заняття), 66 годин становить самостійна робота
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/модульна контрольна робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольга Василівна, svinchuk-ov@lil.kpi.ua (у робочий час) Практичні заняття: к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольга Василівна, svinchuk-ov@lil.kpi.ua (у робочий час)
Розміщення курсу	Google classroom, Кампус

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Моделювання та програмування динамічних систем в енергетиці» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

Математичні методи – потужний інструмент розв’язання технічних, інженерних і наукових проблем для динамічних систем. Керування складними процесами в динамічних системах в галузі енергетики неможливо без використання математичних моделей. Володіння теоретичною базою і інструментами математичного моделювання має бути невід’ємним атрибутом сучасного фахівця при розробці програмного забезпечення для систем автоматичного керування. Математичні моделі допомагають якісно описати досліджувані явища, процесів, систем різної фізичної природи мовою математичних співвідношень.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системне уявлення про математичне моделювання та програмування динамічних систем, характерних для об’єктів і процесів в енергетиці, а також забезпечити здатність проєктувати та аналізувати такі системи засобами чисельних методів і сучасних програмних інструментів, та формування **компетентностей**:

загальних:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 02);

фахових:

- здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення (ФК 08);
- здатність до алгоритмічного та логічного мислення (ФК 14);
- здатність моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних системах (ФК 22).

Предметом вивчення є математичні та чисельні методи опису, аналізу та моделювання динамічних систем, характерних для енергетичних об'єктів та процесів. Розглядаються підходи до формалізованого представлення лінійних автоматичних систем, а також методи розв'язання звичайних і частинних диференціальних рівнянь, що описують поведінку таких систем у часі та просторі.

Згідно з вимогами освітньої програми підготовки бакалаврів «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» студенти після засвоєння освітнього компонента здобувачі мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення (ПРН 05);
- знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення (ПРН 07);
- вміти моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних системах (ПРН 35).

В результаті вивчення освітнього компонента здобувачі мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- класифікації динамічних систем за лінійністю, кількістю змінних, типами вхідних сигналів та наявністю зворотного зв'язку, особливості побудови автоматичних систем управління;
- передавальні функції, структурні схеми, динамічні характеристики систем, а також критерії стійкості (алгебраїчні, частотні, метод Ляпунова);
- чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь, крайових задач для диференціальних рівнянь у частинних похідних;
- методи інтерполяції, апроксимації, згладжування та екстраполяції даних, включаючи поліноми Лагранжа і Ньютона, сплайни та метод найменших квадратів;

уміння:

- застосовувати математичні моделі для формалізації динамічних процесів, характерних для об'єктів і систем в енергетиці;
- будувати структурні схеми автоматичних систем керування і визначати їх динамічні характеристики, аналізувати стійкість динамічних систем;
- розв'язувати задачі моделювання систем за допомогою звичайних диференціальних рівнянь, реалізуючи чисельні методи, розв'язувати крайові задачі для рівнянь у частинних похідних;
- здійснювати інтерполяцію, апроксимацію та екстраполяцію даних із використанням чисельних методів для аналізу, фільтрації та прогнозування результатів вимірювань або симуляцій у системах енергетики;
- ефективно використовувати програмне середовище Scilab/Xcos для побудови, візуалізації та дослідження моделей динамічних систем.

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

У структурно-логічній схемі навчання зазначений кредитний модуль розміщується тоді, коли студенти вже прослухали такі дисципліни як «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Комп'ютерна дискретна математика», «Теорія ймовірностей», «Алгоритми та структури даних», «Основи програмування», набули певного досвіду у програмуванні і можуть виконати складні завдання комп'ютерного практикуму.

Дисципліна «Моделювання та програмування динамічних систем в енергетиці» забезпечує вивчення дисциплін, які викладаються в наступних семестрах, а також допоможе в написанні дипломної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Динамічні системи.

Тема 1.1. Основи математичного моделювання та програмного середовища Scilab.

Тема 1.2. Лінійні автоматичні системи.

Розділ 2. Моделювання динамічних систем.

Тема 2.1. Звичайні диференціальні рівняння в моделюванні динамічних систем.

Тема 2.2. Диференціальні рівняння в частинних похідних у моделюванні динамічних систем.

Тема 2.3. Методи наближення функцій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Математичне моделювання динамічних систем і процесів: Інструктивно-методичні матеріали для самостійної роботи здобувачів закладів вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки/ Укладачі: Таміла Коломієць, Василь Михайленко, Анатолій Погоруй, Світлана Постова, Анатолій Франовський, Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2024. 60 с.
<http://eprints.zu.edu.ua/41467/1/1.pdf>
2. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Барабаш, О. В. Свинчук, А. П. Мусієнко. Електронні текстові дані (1 файл: 3,92 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57298>
3. Математичне моделювання систем і процесів. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Акустичні електронні системи та технології обробки акустичної інформації» спеціальності 171 Електроніка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. В. Богданова, О. В. Богданов. Електронні текстові дані (1 файл: 3,42 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 85 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48765>
4. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 144 с.
<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41587/1/%D0%A2eorii%20avtomat%20uprav.pdf>

5. Пічкур В.В., Капустян О.В., Собчук В.В. Теорія динамічних систем : навч. посіб. Луцьк: Вежа-Друк, 2020. 348 с.
https://mechmat.knu.ua/wp-content/uploads/2023/01/teoriia_dynamichnykh_system_kapustianov_pichkurvv_sobchukvv.pdf
6. Дубовой В. М., Юхимчук М. С. Імітаційне моделювання в системі Scilab/Xcos. Навчальний посібник. Е-посібники. ВНТУ, 2018.
https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/10dubovyy_imitacijne_modelyuvannya_v_systemi_Scilab-Xcos/txt/d&yu_zmist.html
7. Імітаційне моделювання в системі Scilab/xcos: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]. Вид. 2-е, переробл. та доповн. / Дубовой В. М., Юхимчук М. С., Лещенко Ю. Я. Вінниця : ВНТУ, 2024. 119 с.
<https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi78/0058621.pdf>

Допоміжна література

1. Шушура, О. М. Комп'ютерне моделювання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Цифрові технології в енергетиці» спец. 122 Комп'ютерні науки / О. М. Шушура, Л. О. Левченко, А. І. Онисько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електрон. текст. дані (1 файл: 2,51 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 197 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73156>
2. Чисельні методи. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електронні прилади та пристрої» спеціальності 171 «Електроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. О. Абакумова. – Вид. друге, перероб. і доповн. Електронні текстові дані (1 файл: 1.58 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 82 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55799>
3. Теорія автоматичного керування. Частина 1: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. Спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.А. Марченко, В.С. Гулий. Електронні текстові дані (1 файл: 3,32 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 54 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/df33e510-5257-4232-8f6f-ec7873eb64e2/content>
4. Швець О.Ю. Диференціальні та інтегральні рівняння. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 189 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48178>
5. Математичні методи дослідження операцій: підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. Суми.: Сумський державний університет, 2017. 212 с.
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 1. Динамічні системи.	
Тема 1.1. Основи математичного моделювання та програмного середовища Scilab	
1	Лекція 1. Математичні моделі. Основні питання. Предмет дисципліни. Поняття моделі. Математична модель. Процес математичного моделювання. Основні вимоги до математичної моделі. Класифікація

	математичних моделей.
2	Лекція 2. Динамічні системи. <u>Основні питання.</u> Поняття динамічної системи. Класифікація динамічних систем: за типом змінних, за лінійністю, за часом, за зворотним зв'язком. Опис динамічних систем за допомогою диференціальних та різницевих рівнянь. Огляд сучасних програмних засобів для моделювання динамічних систем: Scilab, MATLAB/Simulink, OpenModelica.
3	Лекція 3. Введення в систему Scilab. <u>Основні питання.</u> Призначення та можливості системи Scilab. Інтерфейс користувача та структура середовища Scilab. Основні типи даних та базові команди. Виконання математичних операцій та побудова графіків. Порівняння Scilab з іншими системами технічних обчислень.
Тема 1.2. Лінійні автоматичні системи.	
4	Лекція 4. Структурний аналіз лінійних автоматичних систем. <u>Основні питання.</u> Математичні моделі неперервних систем. Основи лінеаризації диференціальних рівнянь систем. Передавальна функція та характеристичне рівняння лінійної стаціонарної системи. Правила перетворення структурних схем. Передавальні функції систем.
5	Лекція 5. Динамічні характеристики лінійних автоматичних систем. <u>Основні питання.</u> Процеси в динамічних системах. Стандартні вхідні сигнали. Перехідна функція системи та її властивості. Вагова функція системи та її властивості. Частотні характеристики лінійних стаціонарних систем. Характеристики елементарних ланок та їх з'єднань.
6	Лекція 6. Стійкість лінійних автоматичних систем. <u>Основні питання.</u> Визначення стійкості руху. Стійкість незбуреного руху по Ляпунову. Необхідні та достатні умови стійкості. Алгебричні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості.
7	Лекція 7. Якість лінійних автоматичних систем. <u>Основні питання.</u> Основні показники якості системи. Оцінка якості перехідних процесів. Оцінка якості системи в сталому режимі. Статичні та астатичні системи. Інтегральні оцінки якості. Кореневі оцінки якості.
8	Лекція 8. Синтез лінійних автоматичних систем класичними методами. <u>Основні питання.</u> Загальна та часткова задачі синтезу системи. Коректувальні пристрої та їх вплив на якість перехідних процесів. Синтез послідовних та паралельних коректуючих пристроїв. Метод кореневого годографа. Забезпечення інваріантності в системі.
Розділ 2. Моделювання динамічних систем	
Тема 2.1. Звичайні диференціальні рівняння в моделюванні динамічних систем	
9	Лекція 9. Однокрокові методи розв'язування диференціальних рівнянь. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі Коші. Явний та неявний методи Ейлера. Метод Ейлера-Коші. Вдосконалений метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта. Автоматичний вибір кроку в однокрокових методах розв'язку задачі Коші.
10	Лекція 10. Багатокрокові методи розв'язування диференціальних рівнянь. <u>Основні питання.</u> Явний метод Адамса-Бошфорта. Алгоритм і програма. Неявний метод Адамса-Моултона. Метод прогнозу і корекції.
11	Лекція 11. Похибки чисельних методів. Аналіз точності та стійкості. <u>Основні питання.</u> Локальна та глобальна похибка. Порядок точності методів. Стійкість чисельних схем. Жорсткі задачі та проблеми при малих/великих кроках.

12	Лекція 12. Крайові задачі для диференціальних рівнянь. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі з крайовими умовами. Характеристика методів розв'язування. Метод стрільби. Скінченно-різницеві методи. Метод прогонки. Проекційні методи.
13	Лекція 13. Системи диференціальних рівнянь. <u>Основні питання.</u> Типи систем диференціальних рівнянь. Канонічна форма системи (векторна форма). Постановка задачі Коші для системи. Однокрокові методи для систем. Багатокрокові методи для систем.
	Тема 2.2. Диференціальні рівняння в частинних похідних у моделюванні динамічних систем.
14	Лекція 14. Крайова задача для диференціальних рівнянь у частинних похідних. <u>Основні питання.</u> Основні поняття. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку. Граничні умови Діріхле, Неймана і Робіна. Умова симетрії. Початкові умови. Змішана задача. Сітки і різницева апроксимація даних. Метод кінцевих елементів.
15	Лекція 15. Диференціальні рівняння параболічного типу. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі для рівняння теплопровідності. Початкові умови. Граничні умови. Явні і неявні методи. Метод прогонки. Дослідження різницевої схеми на збіжність та стійкість.
16	Лекція 16. Диференціальні рівняння еліптичного типу. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі. Рівняння Пуассона. Рівняння Лапласа. Граничні умови. Задача Діріхле. Метод скінченних різниць. Ітераційний метод Лібмана. Ітераційний метод Гауса-Зейделя. Збіжність методів.
17	Лекція 17. Диференціальні рівняння гіперболічного типу. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі. Метод скінченних різниць. Простий явний метод. Граничні умови. Збіжність простого явного методу.
	Тема 2.3. Методи наближення функцій
18	Лекція 18. Чисельні методи наближення функцій. <u>Основні питання.</u> Поняття апроксимації та інтерполяції. Метод найменших квадратів. Інтерполяція: лінійна та квадратична, інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона, сплайн-інтерполяція. Екстраполяція: поняття, види (лінійна, поліноміальна, Паде). Екстраполяція Річардсона. Техніки підвищення точності: адаптивний вибір кроку, перерахунок сітки, застосування згладжених похідних. Використання методів у чисельному розв'язанні диференціальних рівнянь.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття 1. Основи моделювання динамічних систем та огляд програмного забезпечення. <u>Основні питання:</u> побудова простої математичної моделі, класифікація систем за типом: лінійна/нелінійна, неперервна/дискретна, огляд і тестування можливостей Scilab/Simulink.
2	Практичне заняття 2. Моделювання та аналіз структурних схем у Scilab. <u>Основні питання:</u> створення моделей в Scilab, отримання передавальної функції та характеристичного рівняння, побудова блок-схеми та аналіз структури системи.

3	Практичне заняття 3. Аналіз динамічних характеристик і стійкості. <u>Основні питання:</u> побудова перехідної/вагової/частотної характеристики, визначення стійкості за критерієм Гурвіца та Найквіста.
4	Практичне заняття 4. Якість та синтез систем. <u>Основні питання:</u> аналіз перехідних процесів: перерегулювання, час встановлення тощо, синтез коректора: послідовний або паралельний коректуючий пристрій, побудова кореневого годографа.
5	Практичне заняття 5. Розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. <u>Основні питання:</u> реалізація методів Ейлера, Рунге-Кутта для задачі Коші, реалізація багатокрокових методів для задачі Коші, порівняння методів.
6	Практичне заняття 6. Чисельні методи для крайових задач. <u>Основні питання:</u> розв'язування задачі теплопровідності методом скінченних різниць, метод стрільби та метод прогонки, аналіз збіжності та стабільності схем.
7	Практичне заняття 7. Моделювання розподілу температури в енергетичних елементах методом кінцевих різниць. <u>Основні питання:</u> постановка змішаної задачі для рівняння теплопровідності, побудова одновимірної або двовимірної сітки, реалізація явної та неявної різницевої схем, оцінка стійкості схеми (умова Куранта).
8	Практичне заняття 8. Моделювання потенціального поля та хвильових процесів в енергетичних системах. МКР. <u>Основні питання:</u> побудова рівняння Пуассона/Лапласа на прямокутній сітці, реалізація методу Лібмана або Гауса-Зейделя, реалізація простої явної схеми для гіперболічного рівняння, аналіз збіжності та візуалізація поля (наприклад, температурного чи електричного), побудова профілю коливання по часу. Написання модульної контрольної роботи.
9	Практичне заняття 9. Інтерполяція, апроксимація та екстраполяція даних з енергетичних процесів. <u>Основні питання:</u> побудова інтерполяційного полінома Лагранжа/Ньютона, згладжування експериментальних даних за допомогою методу найменших квадратів, побудова сплайн-інтерполяції, екстраполяція даних (лінійна, Паде, Річардсона), оцінка точності наближення та похибок.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до практичних занять 1-9	16
2	Виконання домашніх робіт 1-6	30
3	Підготовка до МКР	15
4	Підготовка до заліку	5
	Всього	66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для успішного проходження курсу та складання контрольних заходів необхідним є вивчення навчального матеріалу за кожною темою. Специфіка курсу передбачає акцент на розумінні підходів і принципів, отримання практичних навичок, а не просто запам'ятовування визначень. Кожен

студент повинен ознайомитися і слідувати Положенню про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/188>), Положенню про систему оцінювання результатів навчання (<https://osvita.kpi.ua/node/37>), Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання (<https://osvita.kpi.ua/node/32>), які унормовують форми контрольних заходів та критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також ознайомитися з нормативно-правовим та регламентуючими документами й корисними ресурсами з розвитку культури академічної доброчесності та запобігання плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://kpi.ua/academic-integrity>. Для успішного засвоєння програмного матеріалу студент зобов'язаний:

- не запізнюватися на заняття;
- не пропускати заняття, а в разі пропуску відновити за допомогою консультування з викладачем та з використанням Classroom/Кампус конспект, самостійно вивчити матеріал пропущеного заняття та скласти відповідні контрольні заходи в індивідуальному порядку;
- конструктивно підтримувати зворотній зв'язок на всіх заняттях;
- брати активну участь у освітньому процесі;
- своєчасно і старанно виконувати завдання для самостійної роботи;
- бути доброзичливим до однокурсників та викладачів;
- брати участь у контрольних заходах;
- за об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватися індивідуально (в дистанційній online формі за погодженням із директором інституту);
- будь-яке копіювання або відтворення результатів чужої праці (у тому числі списування), якщо тільки робота не має груповий формат, використання чужих завантажених з Інтернету матеріалів кваліфікується як порушення норм і правил академічної доброчесності та передбачає притягнення винного до відповідальності, у порядку, визначеному чинним законодавством та Положенням про академічну доброчесність університету. Результатом невиконання та/або недотримання правил може бути оцінка «не зараховано» за курс;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка у чатах груп та у соцмережах 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)

Максимальна кількість балів дорівнює 100.

Поточний контроль: опитування за лекційним матеріалом (тестування), виконання домашніх робіт, МКР.

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

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі (на останній лекції).

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- тестування – перевірка лекційного матеріалу у вигляді 10 тестів – **20 балів**;
- виконання 6 домашніх робіт – **30 балів**;
- модульну контрольну роботу (МКР) – **50 балів**.

Критерії оцінювання

1. Тестування за матеріалами лекційного матеріалу.

Ваговий бал за тест – 1. Тестування проводиться у в Classroom за допомогою гугл-форми на початку пари. Тривалість проходження одного тестування – 7 хвилин. Кількість спроб – одна. У деяких випадках, що пов'язані з технічними проблемами студентів, може надатися повторна спроба на окремі тестування.

Кожне тестування містить 10 запитань різного формату (вибір 1 правильного варіанту з переліку; вибір декількох правильних варіантів з переліку; чисельна відповідь тощо). Всі запитання оцінюються в 0,1 бал, якщо вірна відповідь та 0 балів, якщо невірна відповідь. Максимальна кількість балів за всі завдання в одному тесті дорівнює **0,2 бал x 10 = 2 бали**.

Максимальна кількість балів за тести дорівнює **2 бали x 10 = 20 балів**.

2. Домашні роботи.

Ваговий бал за домашню роботу – 5. Максимальна кількість балів за всі домашні роботи дорівнює **5 балів x 6 = 30 балів**.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за відповідною темою. Після кожного практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках). Всього 6 домашніх робіт.

Критерії оцінювання:

- домашнє завдання вирішено вірно та здано вчасно – 5 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано із запізненням на 1 тиждень – 3 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано вчасно – 4 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано із запізненням – 1-2 балів;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

Максимальна кількість балів за всі види робіт дорівнює **5 балів x 6 = 30 балів**.

3. Модульний контроль.

Метою модульної контрольної роботи (МКР) є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компонента, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Ваговий бал – 50. Модульна контрольна робота на практичному занятті №8. МКР проводиться у середовищі Classroom.

Кожна контрольна робота складається з 2 частин:

- теоретична частина у вигляді тестів (гугл-форма) за матеріалами вивчених лекцій – тест містить 20 запитань різного формату (вибір правильного варіанту з переліку; чисельна відповідь тощо). Всі запитання оцінюються в 1 бал, якщо вірна відповідь та 0 балів, якщо невірна відповідь. Максимальна кількість балів за всі завдання в одному тесті дорівнює **1 бал x 20 = 20 балів**;
- практична частина – 2 задачі по 15 балів.

Критерії оцінювання задач:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 11-15 балів;
- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 6-10 балів;
- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 2-5 балів.
- задача взагалі не вирішена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи дорівнює

20 балів + 30 балів = 50 балів.

4. Додаткові бали.

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент може отримати 3 додаткові бали у семестрі. Додаткові бали можуть бути отримані за доповідь з презентацією (1 бал за кожен) на будь-які теми 1-2 розділів.

5. Календарний контроль. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доводиться до відома студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку контролю.

6. Семестровий контроль – залік.

Максимальна сума балів складає 100.

Умовою допуску до заліку є зарахування модульної контрольної роботи та домашніх робіт, а також стартовий рейтинг (R_c) не менше 40% від R , тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше 60 балів, зобов'язані писати залікову роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну кількість балів (60 балів і більше), мають можливість:

- отримати залікову оцінку (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу протягом семестру (таблиця 1);
- писати залікову роботу з метою підвищення оцінки на останньому практичному занятті (у разі отримання оцінки, більшої ніж «автомат» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової роботи).

Залікова робота складається з 2 частин, час – 1 година:

- теоретична частина у вигляді тестів (гугл-форма) – тест містить 20 запитань різного формату (вибір правильного одного або декількох варіантів з переліку; чисельна відповідь тощо). Всі запитання оцінюються в 2 бали, якщо вірна відповідь та 0 балів, якщо невірна відповідь. Максимальна кількість балів за всі завдання в одному тесті дорівнює **2 бали $\times$ 20 = 40 балів**;
- практична частина – 3 задачі по 30 балів за матеріалами Розділу 1 та Розділу 2.

Критерії оцінювання задач:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 25-30 балів;
- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 11-24 балів;
- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 1-10 балів.
- задача взагалі не вирішена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі завдання залікової роботи дорівнює

$$40 \text{ балів} + 30 \text{ балів} + 30 \text{ балів} = 100 \text{ балів.}$$

Розрахунок шкали рейтингу (R).

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 206 + 306 + 506 = 100 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає **$R = 100$ балів**.

Таблиця 1. Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Поняття моделі. Математична модель. Процес математичного моделювання.
2. Основні вимоги до математичної моделі. Класифікація математичних моделей.
3. Поняття динамічної системи. Класифікація динамічних систем: за типом змінних, за лінійністю, за часом, за зворотним зв'язком.
4. Опис динамічних систем за допомогою диференціальних та різницевих рівнянь.
5. Огляд сучасних програмних засобів для моделювання динамічних систем:
6. Призначення та можливості системи Scilab. Інтерфейс користувача та структура середовища Scilab. Основні типи даних та базові команди. Порівняння Scilab з іншими системами технічних обчислень.
7. Математичні моделі неперервних систем. Основи лінеаризації диференціальних рівнянь систем.
8. Передавальна функція та характеристичне рівняння лінійної стаціонарної системи. Правила перетворення структурних схем. Передавальні функції систем.
9. Процеси в динамічних системах. Стандартні входні сигнали. Перехідна функція системи та її властивості. Вагова функція системи та її властивості.
10. Частотні характеристики лінійних стаціонарних систем. Характеристики елементарних ланок та їх з'єднань.
11. Визначення стійкості руху. Стійкість незбуреного руху по Ляпунову. Необхідні та достатні умови стійкості.
12. Алгебричні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості.
13. Основні показники якості системи. Оцінка якості перехідних процесів. Оцінка якості системи в сталому режимі.
14. Статичні та астатичні системи. Інтегральні оцінки якості. Кореневі оцінки якості.
15. Загальна та часткова задачі синтезу системи. Коректувальні пристрої та їх вплив на якість перехідних процесів.
16. Синтез послідовних та паралельних коректуючих пристроїв.
17. Метод кореневого годографа. Забезпечення інваріантності в системі.
18. Постановка задачі Коші. Явний та неявний методи Ейлера. Метод Ейлера-Коші. Вдосконалений метод Ейлера.
19. Метод Рунге-Кутта. Автоматичний вибір кроку в однокрокових методах розв'язку задачі Коші.
20. Явний метод Адамса-Бошфорта. Алгоритм і програма. Неявний метод Адамса-Моултона.. Метод прогнозу і корекції.
21. Локальна та глобальна похибка. Порядок точності методів. Стійкість чисельних схем.
22. Жорсткі задачі та проблеми при малих/великих кроках.
23. Постановка задачі з крайовими умовами. Характеристика методів розв'язування. Метод стрільби.
24. Скінченно-різницеві методи. Метод прогонки.
25. Проекційні методи.
26. Типи систем диференціальних рівнянь. Канонічна форма системи (векторна форма). Постановка задачі Коші для системи.
27. Однокрокові методи для систем. Багатокрокові методи для систем.
28. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку. Граничні умови Діріхле, Неймана і Робіна. Умова симетрії. Початкові умови. Змішана задача.
29. Сітки і різницева апроксимація даних. Метод кінцевих елементів.

30. Постановка задачі для рівняння теплопровідності. Початкові умови. Граничні умови. Явні і неявні методи.
31. Метод прогонки. Дослідження різницевої схеми на збіжність та стійкість.
32. Рівняння Пуассона. Рівняння Лапласа. Граничні умови. Задача Діріхле. Метод скінченних різниць.
33. Ітераційний метод Лібмана. Ітераційний метод Гауса-Зейделя. Збіжність методів.
34. Диференціальні рівняння гіперболічного типу. Метод скінченних різниць. Простий явний метод. Граничні умови. Збіжність простого явного методу.
35. Поняття апроксимації та інтерполяції. Метод найменших квадратів. Інтерполяція: лінійна та квадратична, інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона, сплайн-інтерполяція.
36. Екстраполяція: поняття, види (лінійна, поліноміальна, Паде). Екстраполяція Річардсона. Техніки підвищення точності: адаптивний вибір кроку, перерахунок сітки, застосування згладжених похідних.
37. Використання методів у чисельному розв'язанні диференціальних рівнянь.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) «Моделювання та програмування динамічних систем в енергетиці»:

Складено доцентом кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці НН ІАТЕ, к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольгою Василівною

Ухвалено кафедрою інженерії програмного забезпечення в енергетиці НН ІАТЕ (протокол №42 від 18.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №8 від 20.06.2025 р.)