



МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ І 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, весняний 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 «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем в енергетиці» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

Математичне моделювання є потужним інструментом для розв'язання технічних, інженерних і наукових проблем. Навчальна дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем в енергетиці» містить необхідну теоретичну та методологічну базу для розуміння засобів, математичних методів та моделей, які використовуються при обчисленні та обробці даних, пов'язаних з інформацією, та даних інформаційно-комунікаційних мереж, інформаційних технологій в енергетиці. Для успішного засвоєння дисципліни необхідні знання перш за все з вищої математики, теорії ймовірностей та дискретної математики. Для закріплення та поглибленого розуміння математичних моделей передбачено проведення практичних занять.

Метою навчальної дисципліни є досягнення студентами базових знань із математичного моделювання та оптимізації процесів і систем для розв'язування теоретичних і практичних задач у сфері інженерії програмного забезпечення, а також розвитку логічного та алгоритмічного мислення

при виявленні закономірностей, яким підпорядковуються реальні процеси в енергетиці, 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 моделювання реальних процесів та систем в галузі енергетики на основі марковських випадкових процесів, методи оптимізації процесів і систем. Вивчаються методи математичного моделювання та їх оптимізація, особливості побудови математичних моделей процесів, пов'язаних із програмуванням в енергетиці, інтерпретація отриманих результатів для здійснення професійної діяльності.

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:

- математичних моделей, їх класифікацію;
- випадкових процесів та їх числових характеристик;
- марковських процесів з дискретними та неперервними станами і часом;
- систем масового обслуговування та їх математичних моделей;
- методів оптимізації (однопараметричних, багатопараметричних);
- методів лінійного програмування;
- методів дискретної оптимізації.

уміння:

- будувати математичні моделі процесів і систем в енергетиці, зокрема на основі випадкових та марковських процесів;
- моделювати системи масового обслуговування та оцінювати їх характеристики;
- застосовувати методи оптимізації для аналізу та вдосконалення функціонування енергетичних систем;
- розв'язувати задачі лінійного та дискретного програмування з використанням відповідних методів;
- використовувати імітаційне моделювання для аналізу роботи систем;
- оцінювати ефективність функціонування систем на основі результатів моделювання та формувати рекомендації;
- алгоритмічно мислити та обирати оптимальні методи для розв'язання прикладних задач в галузі енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни необхідні знання та уміння за такими дисциплінами 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 «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем в енергетиці» забезпечує вивчення дисциплін, які викладаються в наступних семестрах, а також допоможе в написанні дипломної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Моделювання випадкових процесів на основі марковських процесів.

Тема 1.1. Випадкові процеси.

Тема 1.2. Математичні моделі на основі марковських випадкових процесів.

Тема 1.3. Моделювання систем масового обслуговування.

Розділ 2. Методи оптимізації процесів і систем.

Тема 2.1. Методи однопараметричної оптимізації.

Тема 2.2. Методи багатопараметричної оптимізації.

Тема 2.3. Задачі лінійного програмування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. 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>
2. Моделювання процесів і систем / Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О.В. Савчук, О.М. Моргаль. Електронні текстові дані (1 файл: 6,23 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 220 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/77259e61-6ab4-43d2-a0b2-dc8fa7f4bf2d/content>
3. Методи оптимізації: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «Системний аналіз» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.П. Яковлева, І.Я. Спекторський. Електронні текстові дані (1 файл: 0,49 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 80 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/222e5ba9-a5a6-4f94-acae-77bef6b23df7/content>
4. Методи дослідження операцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Кузьмініх, О. К. Молодід, Р. А. Тараненко. Електронні текстові дані (1 файл: 2,185 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 117 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ee6d7124-581e-4bc1-98b0-005e84476e89/content>
5. Погоруй А. О. Вступ до теорії випадкових процесів : навчальний посібник / А. О. Погоруй, О. А. Чемерис. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2020. 70 с.
https://eprints.zu.edu.ua/31253/1/Посібник_ВипадПроц_ПогоруйЧемерис.pdf

6. Методи оптимізації та дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. 148 с.
http://eprints.zu.edu.ua/33082/1/%D0%9C%D0%9E%D0%94%D0%9E_%D0%BF%D0%BE%D1%81.pdf
7. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
https://eprints.kname.edu.ua/50287/1/2017_%D0%9F%D0%95%D0%A7_29%D0%9D_%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%9E%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%B2%20%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf
8. Математичні методи дослідження операцій: підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. Суми.: Сумський державний університет, 2017. 212 с.
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf

Додаткова література

1. Комп'ютерна дискретна математика. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спец. F2 (121) Інженерія програмного забезпечення / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. В. Барабаш, О. В. Свинчук, Г. В. Шуклін. Електрон. текст. дані (1 файл). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 250 с.
<https://ela.kpi.ua/collections/a144a1c3-631c-4117-9be8-68a9ab3adb56>
2. Теорія ймовірностей [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем і веб-технологій» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. В. Барабаш, А. П. Мусієнко, О. В. Свинчук. Електронні текстові дані (1 файл: 3,7 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 193 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42046>.
3. Бакун, В. В. Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки / В. В. Бакун ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,7 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 286 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55947>
4. Стохастичне управління технічними системами [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», освітньої програми «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Я.І. Корнага, К.Ю.Мелкумян, М.О.Солдатова, О.А.Стенін, Ю.А.Тимошин / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 1782 Кбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 149 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4537d185-f3ff-49c5-a15b-185e0fdaf4cd/content>
5. Методи оптимізації без використання похідних: практикум з дисципліни «Дослідження операцій» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / Т. С. Ладогобець, О. Д. Фіногенов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 493 Кбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 45 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43382>
6. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. Суми : Сумський державний університет, 2017. 212 с.

<https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream->

download/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf

7. Основи теорії експоненціальних систем масового обслуговування: навч. посіб. / О.Є. Голоскоков, А.О. Голоскокова, Є.О. Мошко. Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 312 с.
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/34208>
8. Коцовський В.М. Дискретна математика та теорія алгоритмів. Ч. 1. Ужгород: УНУ, 2016. 96 с.
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/16302>
9. Вітлінський В.В., Терещенко Т. О., Савіна С.С. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація: навч. пос. Київ: КНЕУ, 2016. 303 с.
https://kneu.edu.ua/get_file/7762/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%BE-%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D1%96%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%96%20%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 1. Моделювання випадкових процесів на основі марковських процесів	
Тема 1.1. Випадкові процеси.	
1	Лекція 1. Класифікація моделей. Математичні моделі на основі потоків подій. <u>Основні питання.</u> Предмет, мета та завдання дисципліни. Основні поняття математичного моделювання. Класифікація моделей.
2	Лекція 2. Випадкові процеси. Основні поняття математичного моделювання. <u>Основні питання.</u> Означення випадкового процесу. Основні характеристики випадкового процесу. Найпростіший потік подій. Особливості моделювання потоків подій.
Тема 1.2. Математичні моделі на основі марковських випадкових процесів.	
3	Лекція 3. Математичні моделі на основі марковських процесів з дискретними станами та неперервним часом. <u>Основні питання.</u> Поняття марковського процесу. Рівняння Колмогорова. Граничні ймовірності станів. Знаходження граничних ймовірностей станів марківського процесу з дискретними станами та неперервним часом.
4	Лекція 4. Математичні моделі процесів загибелі та розмноження на основі безперервних марковських процесів. <u>Основні питання.</u> Математична модель процесу «загибелі та розмноження». Математична модель циклічного марківського процесу. Особливості моделювання процесу «загибелі та розмноження» та циклічного марківського процесу.
5	Лекція 5. Математичні моделі на основі марковських процесів з дискретними станами та дискретним часом. <u>Основні питання.</u> Математична модель випадкового процесу з дискретними станами та дискретним часом. Приклади застосування марківських процесів з дискретним часом.
Тема 1.3. Моделювання систем масового обслуговування.	
6	Лекція 6. Поняття, задачі та класифікація систем масового обслуговування.

	<u>Основні питання.</u> Поняття СМО. Приклади СМО. Предмет і задачі СМО. Класифікація СМО. Одноканальна СМО з відмовами.
7	Лекція 7. Характеристики систем масового обслуговування з відмовами та очікуванням. <u>Основні питання.</u> Характеристики багатоканальної СМО з відмовами. Характеристики одноканальної СМО з очікуванням з обмеженою чергою. Характеристики одноканальної СМО з очікуванням з необмеженою чергою.
8	Лекція 8. Характеристики багатоканальних систем масового обслуговування з очікуванням. <u>Основні питання.</u> Характеристики багатоканальної СМО з очікуванням. Характеристики багатоканальної СМО з обмеженим часом очікування. Характеристики замкнутої СМО.
9	Лекція 9. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Особливості імітаційного моделювання одноканальних систем масового обслуговування. Особливості імітаційного моделювання багатоканальних систем масового обслуговування.
Розділ 2. Методи оптимізації процесів і систем.	
Тема 2.1. Методи однопараметричної оптимізації.	
10	Лекція 10. Загальна характеристика методів оптимізації. <u>Основні питання.</u> Основні поняття та класифікація методів оптимізації. Стратегії пошуку задач оптимізації. Аналітичні методи оптимізації.
11	Лекція 11. Методи нульового порядку однопараметричної оптимізації. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі і стратегії пошуку однопараметричної оптимізації. Метод рівномірного пошуку. Метод половинного ділення інтервалу. Метод дихотомії. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначчі.
12	Лекція 12. Методи першого та другого порядку однопараметричної оптимізації. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі і стратегії пошуку однопараметричної оптимізації. Метод середньої точки. Метод хорд. Метод Ньютона.
Тема 2.2. Методи багатопараметричної оптимізації.	
13	Лекція 13. Методи нульового порядку багатопараметричної оптимізації. <u>Основні питання.</u> Постановка задачі і стратегії пошуку багатопараметричної оптимізації. Метод Гауса. Метод Хука – Дживса. Метод Нелдера – Міда.
14	Лекція 14. Градієнтні методи оптимізації. <u>Основні питання.</u> Метод градієнтного спуску із постійним кроком. Метод найшвидшого градієнтного спуску.
15	Лекція 15. Методи оптимізації на основі випадкового пошуку. <u>Основні питання.</u> Адаптивний метод випадкового пошуку. Метод випадкового пошуку з поверненням внаслідок невдалого кроку. Метод найкращої проби.
Тема 2.3. Задачі лінійного програмування.	
16	Лекція 16. Лінійне програмування. Методи рішення задач лінійного програмування. <u>Основні питання.</u> Постановка задач лінійного програмування і дослідження їх структури. Приклади на складання математичних моделей задач. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування.
17	Лекція 17. Транспортна задача лінійного програмування. <u>Основні питання.</u> Загальна постановка транспортної задачі. Математична постановка закритої транспортної задачі. Метод «північно-західного кута». Метод потенціалів для розв'язання закритої транспортної задачі. Розв'язання відкритої транспортної задачі.

18	Лекція 18. Метод гілок та меж. <u>Основні питання.</u> Загальна постановка методів дискретної оптимізації. Особливості застосування переборних методів. Метод гілок та меж.
----	--

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття 1. Побудова математичних моделей на основі випадкових процесів для моделювання процесів енергетики. <u>Основні питання:</u> класифікація математичних моделей, означення та характеристики випадкових процесів, побудова моделей на основі найпростішого потоку подій.
2	Практичне заняття 2. Моделювання розумної енергосистеми на основі марківських процесів з дискретними станами та неперервним часом. <u>Основні питання:</u> поняття марковського процесу, побудова моделі з дискретними станами та неперервним часом, розв'язання рівнянь Колмогорова, знаходження граничних ймовірностей.
3	Практичне заняття 3. Моделювання розумної енергосистеми на основі марківських процесів з дискретними станами та дискретним часом. МКР №1. <u>Основні питання:</u> побудова марковської моделі з дискретним часом, визначення ймовірностей переходів між станами, інтерпретація результатів у прикладній задачі. Написання модульної контрольної роботи №1.
4	Практичне заняття 4. Моделювання систем масового обслуговування з відмовами для систем електропостачання. <u>Основні питання:</u> поняття та класифікація СМО, побудова моделі одноканальної/багатоканальної СМО з відмовами, розрахунок показників надійності та відмов.
5	Практичне заняття 5. Моделювання систем масового обслуговування з очікуванням для систем електропостачання. <u>Основні питання:</u> види черг у СМО, характеристики СМО з очікуванням (обмежена/необмежена черга), розрахунок часу очікування, завантаження каналів.
6	Практичне заняття 6. Застосування методів однопараметричної оптимізації для оптимізації розвитку енергетичної мережі. <u>Основні питання:</u> постановка задачі однопараметричної оптимізації, застосування методів: половинного ділення, дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі, порівняння ефективності методів.
7	Практичне заняття 7. Застосування методів багатопараметричної оптимізації для оптимізації розвитку енергетичної мережі. МКР №2. <u>Основні питання:</u> формулювання задачі багатопараметричної оптимізації, застосування методів: Хука–Дживса, градієнтного спуску, найкращої проби, аналіз результатів оптимізації. Написання модульної контрольної роботи №2.
8	Практичне заняття 8. Розв'язання транспортної задачі для визначення раціональної структури електричної мережі. <u>Основні питання:</u> постановка транспортної задачі, метод північно-західного кута, метод потенціалів, розв'язання відкритої задачі.
9	Практичне заняття 9. Використання методу гілок і границь для оптимізації розвитку електричних мереж сучасних енергосистем. <u>Основні питання:</u> загальні положення дискретної оптимізації, алгоритм методу гілок і меж,

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до практичних занять 1-9	16
2	Виконання домашніх робіт 1-8	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 відбуватись 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 – **10 балів**;
- виконання 8 домашніх робіт – **40 балів**;
- модульну контрольну роботу (МКР), що складається з 2 частин – **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 **0,1 бал x 10 = 1 бал**.

Максимальна кількість балів за тести дорівнює **1 бал x 10 = 10 балів**.

2. Домашні роботи.

Ваговий бал за домашню роботу – 5. Максимальна кількість балів за всі домашні роботи дорівнює **5 балів x 8 = 40 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 8 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 8 = 40 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 (МКР) складається з 2 контрольних робіт, які виконуються протягом семестру на двох практичних заняттях №5 та №8 відповідно протягом 1 години. МКР проводяться у середовищі Classroom.

Кожна контрольна робота складається з 2 частин:

- теоретична частина у вигляді тестів (гугл-форма) за матеріалами вивчених лекцій – тест містить 15 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 15 = 15 балів;**
- практична частина – 2 задачі по 5 балів.

Критерії оцінювання задач:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 4-5 балів;
- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 2-3 балів;
- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 1 бал.
- задача взагалі не вирішена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи дорівнює

25 балів x 2 = 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 кожною) 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 календарного 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 (**rc**) 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 x 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:

$$R = 106 + 406 + 506 = 100 \text{ балів.}$$

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. Класифікація моделей.
2. Означення випадкового процесу. Основні характеристики випадкового процесу.
3. Найпростіший потік подій. Особливості моделювання потоків подій.
4. Поняття марковського процесу. Рівняння Колмогорова.
5. Граничні ймовірності станів. Знаходження граничних ймовірностей станів марківського процесу з дискретними станами та неперервним часом.
6. Математична модель процесу «загибелі та розмноження».
7. Математична модель циклічного марківського процесу.
8. Особливості моделювання процесу «загибелі та розмноження» та циклічного марківського процесу.
9. Випадковий процес з дискретними станами та дискретним часом. Приклади застосування марківських процесів з дискретним часом.
10. Приклади СМО. Класифікація СМО.
11. Одноканальна СМО з відмовами.
12. Характеристики багатоканальної СМО з відмовами.
13. Характеристики одноканальної СМО з очікуванням з обмеженою чергою.
14. Характеристики одноканальної СМО з очікуванням з необмеженою чергою.
15. Характеристики багатоканальної СМО з очікуванням.
16. Характеристики багатоканальної СМО з обмеженим часом очікування.
17. Характеристики замкнутої СМО.
18. Класифікація методів оптимізації.
19. Постановка задачі однопараметричної оптимізації та стратегії пошуку. Метод рівномірного пошуку.

20. Методи однопараметричної оптимізації. Метод половинного ділення інтервалу. Метод дихотомії.
21. Методи однопараметричної оптимізації. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначчі.
22. Методи однопараметричної оптимізації. Метод середньої точки. Метод хорд. Метод Ньютона.
23. Методи багатопараметричної оптимізації. Метод Гауса. Метод Хука-Дживса. Метод Нелдера-Міда.
24. Методи багатопараметричної оптимізації. Метод градієнтного спуску із постійним кроком. Метод найшвидшого градієнтного спуску.
25. Методи багатопараметричної оптимізації. Адаптивний метод випадкового пошуку. Метод випадкового пошуку з поверненням внаслідок невдалого кроку. Метод найкращої проби.
26. Задача лінійного програмування. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування.
27. Транспортна задача. Метод «північно-західного кута». Метод потенціалів для розв'язання закритої транспортної задачі. Розв'язання відкритої транспортної задачі.
28. Метод гілок і меж.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) «Математичне моделювання та оптимізація процесів і 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.)