



# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	<b>Перший (бакалаврський)</b>
<b>Галузь знань</b>	12 Інформаційні технології
<b>Спеціальність</b>	121 Інженерія програмного забезпечення
<b>Освітня програма</b>	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	Очна (денна)
<b>Рік підготовки, семестр</b>	3 курс, весняний семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	4 кредити ECTS /120 годин, з яких 54 години аудиторних (36 год лекції, 18 год практичні заняття), 66 годин становить самостійна робота
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Залік/модульна контрольна робота
<b>Розклад занять</b>	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a> 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на 2 тижні.
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольга Василівна, <a href="mailto:svinchuk-ov@iit.kpi.ua">svinchuk-ov@iit.kpi.ua</a> (у робочий час) Практичні заняття: к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольга Василівна, <a href="mailto:svinchuk-ov@iit.kpi.ua">svinchuk-ov@iit.kpi.ua</a> (у робочий час)
<b>Розміщення курсу</b>	Google classroom, Кампус

### Програма навчальної дисципліни

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

Математичне моделювання є потужним інструментом для розв'язання технічних, інженерних і наукових проблем. Навчальна дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем» 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 та дослідженні закономірностей, яким підпорядковуються реальні процеси в енергетиці.

**Предметом** вивчення є моделювання реальних процесів та систем на основі марковських випадкових процесів, методи оптимізації процесів і систем. Вивчаються методи математичного моделювання та їх оптимізація, особливості побудови математичних моделей об'єктів, явищ,

процесів, пов'язаних із програмуванням, інтерпретація отриманих результатів для здійснення професійної діяльності.

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів **компетентностей**:

*загальні:*

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-6).

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після вивчення дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- математичних понять, методів доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення (ПРН5);
- випадкових процесів та їх числових характеристик;
- основних математичних моделей процесів і систем, які максимально адекватно відображають їх роботу;
- марковських процесів з дискретними та неперервними станами;
- чисельних методів наближення функцій та розв'язування систем рівнянь;
- методи оптимізації процесів і систем та стратегії пошуку;
- чисельні методи оптимізації процесів і систем.

**уміння:**

- застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення (ПРН5);
- застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення (ФК8);
- алгоритмічно та логічно мислити (ФК14);
- моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних системах (ФК22);
- здатність володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями підтримки математичної діяльності;
- здатність володіти методами дослідження соціально та індивідуально значущих завдань за допомогою математичних методів;
- здатність оцінювати доцільність використання математичних методів та засобів для розв'язання індивідуально та суспільно значущих задач;
- аналізувати реальні процеси, що відбуваються під час функціонування складних організаційних та технічних систем;
- розробляти математичні моделі функціонування систем на основі випадкових процесів;
- здійснювати моделювання реальних процесів та оцінювати ефективність функціонування складних організаційних та технічних систем;
- аналізувати та надавати рекомендації щодо удосконалення функціонування систем на життєвому циклі;
- визначати умови та напрямки оптимізації процесів життєвого циклу програмного забезпечення;
- знаходити оптимальне рішення за визначеним критерієм оптимізації під час моделювання процесу функціонування систем;
- знаходити оптимальні параметри функціонування систем та надавати рекомендації щодо удосконалення систем.

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

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна 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 «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем» забезпечує вивчення наступних дисциплін: «Економіка ІТ-індустрії та підприємництво» та інших вибіркових 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. Чисельні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Тема 1.3. Чисельні методи розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 1.4. Математичні моделі на основі марковських випадкових процесів.

#### Розділ 2. Методи оптимізації процесів і систем.

Тема 2.1. Класифікація методів оптимізації процесів і систем.

Тема 2.2. Чисельні методи оптимізації процесів і систем.

### 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. Кветний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р., Софіна О.Ю., Шушура О.М. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Ч. 1. Вінниця: ВНТУ, 2013. 191с.  
<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/156/277/308-1?inline=1>
3. Кветний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р., Софіна О.Ю., Шушура О.М. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Ч. 2. Вінниця: ВНТУ, 2013. 235с.  
<https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19558?show=full>
4. 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](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf)
5. Балицька Т.Ю., Нефьодов, Ю.М. Методи оптимізації в прикладах і задачах [Текст]: навч. посіб. Київ: Кондор, 2011. 324 с.  
[http://library.kpi.kharkov.ua/files/new\\_postupleniya/nefodov\\_metodi.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/nefodov_metodi.pdf)

#### Додаткова література

1. 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. 193с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42046>.

2. 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](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)
3. Коцовський В.М. Дискретна математика та теорія алгоритмів. Ч. 1. Ужгород: УНУ, 2016. 96 с.  
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/16302>
4. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2013. 201 с.  
[https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/24750/1/%D0%A2\\_%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9F.%D0%9C.%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.pdf](https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/24750/1/%D0%A2_%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9F.%D0%9C.%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.pdf)
5. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник / за ред. М. С. Сегеди. – 2-ге вид. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 606 с.  
<https://vlp.com.ua/node/10249>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

<b>Розділ 1. Моделювання випадкових процесів на основі марковських процесів</b>	
<b>Тема 1.1. Випадкові процеси.</b>	
1	<b>Випадкові процеси. Основні поняття математичного моделювання.</b> Вступ. Предмет, мета та завдання дисципліни. Означення випадкового процесу. Основні характеристики випадкового процесу. Основні поняття математичного моделювання.
2	<b>Класифікація моделей. Математичні моделі на основі потоків подій.</b> Класифікація моделей. Найпростіший потік подій. Особливості моделювання потоків подій.
<b>Тема 1.2. Чисельні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.</b>	
3	<b>Чисельні методи наближення функцій. Апроксимація, інтерполяція, екстраполяція.</b> Поняття апроксимації та інтерполяції. Метод найменших квадратів для апроксимації функцій. Інтерполяція лінійна та квадратична. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Сплайн-інтерполяція. Екстраполяції функцій.
4	<b>Прямі та ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.</b> Основні поняття. Лінійні системи. Метод Гауса. Метод прогонки. Метод простої ітерації. Метод Гауса-Зейделя.
<b>Тема 1.3. Чисельні методи розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь.</b>	
5	<b>Однокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.</b> Постановка задачі Коші. Явний та неявний методи Ейлера. Метод Ейлера-Коші. Вдосконалений метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта. Алгоритм і програма. Автоматичний вибір кроку в однокрокових методах розв'язку задачі Коші.
6	<b>Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.</b>

	<b>рівнянь. Системи звичайних диференціальних рівнянь.</b> Явний метод Адамса-Бошфорта. Алгоритм і програма. Неявний метод Адамса-Моултона. Алгоритм і програма. Метод прогнозу і корекції. Методи розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь.
<b>Тема 1.4. Математичні моделі на основі марковських випадкових процесів.</b>	
7	<b>Математичні моделі на основі безперервних марковських процесів.</b> Поняття марковського процесу. Рівняння Колмогорова. Граничні ймовірності станів. Знаходження граничних імовірностей станів марківського процесу з дискретними станами та неперервним часом.
8	<b>Математичні моделі процесів загибелі та розмноження на основі безперервних марковських процесів.</b> Математична модель процесу «загибелі та розмноження». Математична модель циклічного марківського процесу. Особливості моделювання процесу «загибелі та розмноження» та циклічного марківського процесу.
9	<b>Математичні моделі на основі марковських процесів з дискретними станами та дискретним часом.</b> Випадковий процес з дискретними станами та дискретним часом. Приклади застосування марківських процесів з дискретним часом.
<b>Розділ 2. Методи оптимізації процесів і систем.</b>	
<b>Тема 2.1. Класифікація методів оптимізації процесів і систем.</b>	
10	<b>Загальна характеристика методів оптимізації.</b> Основні поняття та класифікація методів оптимізації. Постановка задачі однопараметричної оптимізації та стратегії пошуку. Метод рівномірного пошуку.
11	<b>Методи однопараметричної оптимізації</b> Метод половинного ділення інтервалу. Метод дихотомії. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначі.
12	<b>Прямі методи безумовної оптимізації нульового порядку.</b> Метод Гауса. Метод Хука – Дживса. Метод Нелдера – Міда. Метод Розенброка.
13	<b>Аналітичні методи оптимізації першого порядку.</b> Загальні відомості про функції багатьох змінних. Похідні та диференціали функцій багатьох змінних. Оптимізація. Визначення оптимальних значень аргументів функцій багатьох змінних. Поняття екстремуму, необхідні умови його існування. Знаходження екстремуму функцій двох змінних. Знаходження умовного екстремуму методом Лагранжа. Найбільше і найменше значення функції в замкненій області.
<b>Тема 2.2. Чисельні методи оптимізації процесів і систем.</b>	
14	<b>Чисельні методи оптимізації першого порядку.</b> Метод градієнтного спуску із постійним кроком. Метод найшвидшого градієнтного спуску.
15	<b>Методи оптимізації на основі випадкового пошуку.</b> Адаптивний метод випадкового пошуку. Метод випадкового пошуку з поверненням внаслідок невдалого кроку. Метод найкращої проби.
16	<b>Чисельні методи безумовної оптимізації другого порядку</b> Метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Метод Марквардта.
17	<b>Чисельні методи пошуку умовного екстремуму</b> Принципи побудови чисельних методів пошуку умовного екстремуму. Метод штрафних функцій. Метод множників Лагранжа.

18	<b>Транспортна задача лінійного програмування.</b> 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.
----	---

### Практичні заняття

1	Обчислення математичних моделей на основі випадкових процесів, що описуються найпростішим потоком подій.
2	Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
3	Розв'язання задачі Коші. Розв'язання системи звичайних диференціальних рівнянь.
4	Моделювання процесів, що описуються найпростішим потоком подій, та математичних моделей на основі марківських процесів з дискретними станами та неперервним часом.
5	Моделювання марківських циклічних процесів та математичних моделей на основі марківських процесів з дискретними станами та дискретним часом. МКР №1.
6	Застосування методів однопараметричної оптимізації для розв'язання задач.
7	Застосування прямих та аналітичних методів оптимізації для розв'язання задач.
8	Застосування чисельних методів оптимізації для розв'язання задач. МКР №2.
9	Розв'язання транспортної задачі лінійного програмування.

### 6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до практичних занять 1-9 (в кінці кожної лекції є питання для самоперевірки)	16
2	Виконання домашніх робіт 1-9	30
3	Підготовка до МКР	15
4	Підготовка до заліку	5

## 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.

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

Максимальна кількість балів з кредитного модуля 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. Для отримання атестації повинні бути виконані всі завдання, які були призначені до початку календарного контролю.

**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 9 тестів;
- виконання 9 домашніх робіт;
- модульну контрольну роботу (МКР), що складається з 2 частин;

### **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 9 = 9 балів**.

#### **2. Домашні роботи.**

Ваговий бал за домашню роботу – 5. Максимальна кількість балів за всі домашні роботи дорівнює **5 балів x 9 = 45 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 9 домашніх робіт.

*Критерії оцінювання:*

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 5 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано із запізненням (після 2-х тижнів) – 3 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 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 9 = 45 балів**.

### **3. Модульний контроль.**

Ваговий бал – 23. Модульна контрольна робота (МКР) складається з 2 контрольних робіт, які виконуються протягом семестру на двох практичних заняттях №5 та №8 відповідно протягом 1 години.

Кожна контрольна робота складається з 2 частин:

- теоретична частина у вигляді тестів (гугл-форма) за матеріалами вивчених лекцій – тест містить 8 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 8 = 8 балів**;
- практична частина – 3 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

**23 балів x 2 = 46 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. Семестровий контроль – залік.**

Максимальна сума балів складає 100.

Умовою допуску до заліку є зарахування модульної контрольної роботи та домашніх робіт, а також стартовий рейтинг (**гс**) не менше 40% від **Р**, 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 балів + 30 балів + 30 балів = 100 балів.**

### **Розрахунок шкали рейтингу (R).**

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 96 + 466 + 456 = 100 \text{ балів.}$$

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. Означення випадкового процесу. Основні характеристики випадкового процесу.
2. Класифікація моделей.
3. Найпростіший потік подій. Особливості моделювання потоків подій.
4. Метод найменших квадратів для апроксимації функцій.
5. Інтерполяція лінійна та квадратична. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Сплайн-інтерполяція.
6. Екстраполяції функцій.
7. Метод Гауса. Метод прогонки. Метод простої ітерації. Метод Гауса-Зейделя.
8. Явний та неявний методи Ейлера. Метод Ейлера-Коші. Вдосконалений метод Ейлера.
9. Метод Рунге-Кутта.
10. Явний метод Адамса-Бошфорта. Алгоритм і програма. Неявний метод Адамса-Моултона. Метод прогнозу і корекції.
11. Методи розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь.
12. Поняття марковського процесу. Рівняння Колмогорова.

13. Граничні ймовірності станів. Знаходження граничних імовірностей станів марківського процесу з дискретними станами та неперервним часом.
14. Математична модель процесу «загибелі та розмноження».
15. Математична модель циклічного марківського процесу.
16. Особливості моделювання процесу «загибелі та розмноження» та циклічного марківського процесу.
17. Випадковий процес з дискретними станами та дискретним часом. Приклади застосування марківських процесів з дискретним часом.
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. Прямі методи безумовної оптимізації нульового порядку. Метод Гауса. Метод Хука – Дживса.
23. Прямі методи безумовної оптимізації нульового порядку. Метод Нелдера – Міда. Метод Розенброка.
24. Аналітичні методи оптимізації першого порядку.
25. Чисельні методи оптимізації першого порядку. Метод градієнтного спуску із постійним кроком. Метод найшвидшого градієнтного спуску.
26. Методи оптимізації на основі випадкового пошуку. Адаптивний метод випадкового пошуку. Метод випадкового пошуку з поверненням внаслідок невдалого кроку. Метод найкращої проби.
27. Чисельні методи безумовної оптимізації другого порядку. Метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Метод Марквардта.
28. Чисельні методи пошуку умовного екстремуму. Принципи побудови чисельних методів пошуку умовного екстремуму. Метод штрафних функцій. Метод множників Лагранжа.
29. Транспортна задача лінійного програмування.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем»:**

**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 №28 від 15.05.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №9 від 26.05.2023 р.)