



# 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, 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	<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.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	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)
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 та дослідженні закономірностей, яким підпорядковуються реальні процеси в енергетиці.

**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 об'єктів, явищ, процесів, пов'язаних із програмуванням в енергетиці, інтерпретація отриманих результатів для здійснення професійної діяльності.

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

**знання:**

- випадкових процесів та їх числових характеристик;
- марковських процесів з дискретними та неперервними станами;
- систем масового обслуговування;
- методів оптимізації процесів і систем та стратегії пошуку;

**уміння:**

- застосовувати методи математичного моделювання для розробки програмного забезпечення в галузі енергетики;
- застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення в галузі енергетики;
- алгоритмічно та логічно мислити;
- моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних систем;
- 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)**

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. 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><i>Класифікація моделей. Математичні моделі на основі потоків подій.</i></b> Вступ. Предмет, мета та завдання дисципліни. Основні поняття математичного моделювання. Класифікація моделей.
2	<b><i>Випадкові процеси. Основні поняття математичного моделювання.</i></b> Означення випадкового процесу. Основні характеристики випадкового процесу. Найпростіший потік подій. Особливості моделювання потоків подій.
<b>Тема 1.2. Математичні моделі на основі марковських випадкових процесів.</b>	
3	<b><i>Математичні моделі на основі марковських процесів з дискретними станами та неперервним часом.</i></b> Поняття марковського процесу. Рівняння Колмогорова. Граничні ймовірності станів. Знаходження граничних імовірностей станів марківського процесу з дискретними станами та неперервним часом.
4	<b><i>Математичні моделі процесів загибелі та розмноження на основі безперервних марковських процесів.</i></b> Математична модель процесу «загибелі та розмноження». Математична модель циклічного марківського процесу. Особливості моделювання процесу «загибелі та розмноження» та циклічного марківського процесу.
5	<b><i>Математичні моделі на основі марковських процесів з дискретними станами та дискретним часом.</i></b> Математична модель випадкового процесу з дискретними станами та дискретним часом. Приклади застосування марківських процесів з дискретним часом.
<b>Тема 1.3. Моделювання систем масового обслуговування.</b>	
6	<b><i>Поняття, задачі та класифікація систем масового обслуговування.</i></b> Поняття СМО. Приклади СМО. Предмет і задачі СМО. Класифікація СМО. Одноканальна СМО з відмовами.

7	<b>Характеристики систем масового обслуговування з відмовами та очікуванням.</b> Характеристики багатоканальної СМО з відмовами. Характеристики одноканальної СМО з очікуванням з обмеженою чергою. Характеристики одноканальної СМО з очікуванням з необмеженою чергою.
8	<b>Характеристики багатоканальних систем масового обслуговування з очікуванням.</b> Характеристики багатоканальної СМО з очікуванням. Характеристики багатоканальної СМО з обмеженим часом очікування. Характеристики замкнутої СМО.
9	<b>Імітаційне моделювання систем масового обслуговування.</b> Особливості імітаційного моделювання одноканальних систем масового обслуговування. Особливості імітаційного моделювання багатоканальних систем масового обслуговування.
<b>Розділ 2. Методи оптимізації процесів і систем.</b>	
<b>Тема 2.1. Методи однопараметричної оптимізації.</b>	
10	<b>Загальна характеристика методів оптимізації.</b> Основні поняття та класифікація методів оптимізації. Стратегії пошуку задач оптимізації. Аналітичні методи оптимізації.
11	<b>Методи нульового порядку однопараметричної оптимізації.</b> Постановка задачі і стратегії пошуку однопараметричної оптимізації. Метод рівномірного пошуку. Метод половинного ділення інтервалу. Метод дихотомії. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначчі.
12	<b>Методи першого та другого порядку однопараметричної оптимізації.</b> Постановка задачі і стратегії пошуку однопараметричної оптимізації. Метод середньої точки. Метод хорд. Метод Ньютона.
<b>Тема 2.2. Методи багатопараметричної оптимізації.</b>	
13	<b>Методи нульового порядку багатопараметричної оптимізації.</b> Постановка задачі і стратегії пошуку багатопараметричної оптимізації. Метод Гауса. Метод Хука – Дживса. Метод Нелдера – Міда.
14	<b>Гرادієнтні методи оптимізації.</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.
<b>Тема 2.3. Задачі лінійного програмування.</b>	
16	<b>Лінійне програмування. Методи рішення задач лінійного програмування.</b> Постановка задач лінійного програмування і дослідження їх структури. Приклади на складання математичних моделей задач. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування.
17	<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.
18	<b>Метод гілок та меж.</b> Загальна постановка методів дискретної оптимізації. Особливості застосування переборних методів. Метод гілок та меж.

## Практичні заняття

1	Побудова математичних моделей на основі випадкових процесів для моделювання процесів енергетики.
2	Моделювання розумної енергосистеми на основі марківських процесів з дискретними станами та неперервним часом.
3	Моделювання розумної енергосистеми на основі марківських процесів з дискретними станами та дискретним часом. МКР №1.
4	Моделювання систем масового обслуговування з відмовами для систем електропостачання.
5	Моделювання систем масового обслуговування з очікуванням для систем електропостачання.
6	Застосування методів однопараметричної оптимізації для оптимізації розвитку енергетичної мережі.
7	Застосування методів багатопараметричної оптимізації для оптимізації розвитку енергетичної мережі. МКР №2.
8	Розв'язання транспортної задачі для визначення раціональної структури електричної мережі.
9	Використання методу гілок і границь для оптимізації розвитку електричних мереж сучасних енергосистем

### 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 1-8	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;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах 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 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.

**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 9 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 кожну) 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:

<b><i>Кількість балів</i></b>	<b><i>Оцінка</i></b>
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 №34 від 10.05.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №9 від 31.05.2024 р.)