



# ТЕОРІЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І КОНСТРУКЦІЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Другий (магістерський)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Галузь знань                                | <i>13 Механічна інженерія</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Спеціальність                               | <i>131 Прикладна механіка</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Освітня програма                            | <i>Динаміка і міцність машин</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Статус дисципліни                           | <i>Вибіркова дисципліна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Форма навчання                              | <i>очна(денна)/очна(вечірня)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>1 курс, 2 семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Обсяг дисципліни                            | <i>5 кредитів (150 годин) 36 год. – лекцій, 36 год.– лабораторних, 78 год. – самостійна робота</i>                                                                                                                                                                                                                 |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Екзамен</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Розклад занять                              | <a href="https://schedule.kpi.ua/?groupId=643f5371-98b5-4620-95aa-b0cb0062550e">https://schedule.kpi.ua/?groupId=643f5371-98b5-4620-95aa-b0cb0062550e</a>                                                                                                                                                          |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лекції, практичні, заліки, екзамени :<br><i>проф, д.т.н., Цибенко Олександр Сергійович, as-ts@ukr.net</i>                                                                                                                                                                                                          |
| Профіль викладача                           | <a href="http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/24-tsybenko-oleksandr-serhiiovych.html">http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/24-tsybenko-oleksandr-serhiiovych.html</a><br><a href="http://intellect.mmi-dmm.kpi.ua/profile/cos1">http://intellect.mmi-dmm.kpi.ua/profile/cos1</a> |

### Програма навчальної дисципліни

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

##### *Мета дисципліни.*

Метою навчальної дисципліни «Теорія надійності машин і конструкцій» є формування у студентів компетенцій та професійної здатності майбутньої самостійності фахової діяльності по практичному застосуванню сучасних методів визначення характеристик надійності і довговічності на основі аналізу випадкових викидів з допустимої області простору якості. Також з використанням апарату механіки втомного руйнування наведені методи оцінки міцності і надійності машин і конструкцій, що піддаються дії змінних експлуатаційних випадкових навантажень, що призводять до деградації матеріалу і можливого подальшого руйнування.

Дана дисципліна тісно пов'язана з такими дисциплінами як «Математика», «Математична фізика», «Системи автоматизації інженерних розрахунків»,

Впродовж курсу розглядаються наступні питання: задачі та методи статистичної динаміки, лінійні динамічні системи, проходження стаціонарного випадкового процесу через стаціонарну лінійну систему, елементи статистичної динаміки нелінійних систем, застосування теорії марковських процесів до вирішення задач статистичної динаміки, стохастичні крайові задачі, аналог метода функцій Гріна, метод стохастичних диференціальних рівнянь, метод спектральних представлень, основи загальної теорії надійності, приклади вибору просторів

якості та областей допустимих станів для різних механічних аспектів, метод умовних функцій надійності, надійність та довговічність високонадійних механічних систем харківського типу.

#### Предмет дисципліни.

Вивчення дисципліни передбачає оволодіння наступними питаннями (темами):

1. Елементи теорії випадкових функцій.
2. Завдання і методи статичної динаміки механічних систем.
3. Поняття надійності і довговічності технічних об'єктів.
4. Загальна теорія надійності механічних систем.
5. Оцінка ресурсу машин і конструкцій при проектуванні і під час експлуатації.

#### Знання:

1. Основи прикладної математики та механіки;
2. Чисельні та аналітичні методи розрахунку міцності, жорсткості, надійності та довговічності елементів конструкцій і машин;
3. Основні види термосилових і кінематичних навантажень конструкцій і машин та їх просторово-часові особливості;
4. Фізико-механічні властивості матеріалів;
5. Види кінематичних та жорсткісних сполучень деталей;

#### Уміння :

2. Розробляти розрахункові схеми конструкцій для оцінки несучої здатності надійності та ресурсу типових виробів;
3. Ідентифікувати фізико-механічні властивості матеріалів конструкцій для їх імітаційних моделей;
4. Вибирати раціональний вид апроксимації жорсткісних та інерційно-масових характеристик в імітаційній моделі конструкції;
5. Виконувати статистичні методи розрахунків динаміки і міцності елементів конструкцій;
6. Знаходити характеристики надійності і довговічності механічних систем.

#### Навички :

1. Цілеспрямоване застосуванню базових знань в області прикладної механіки, математичних і природничих наук в професійній діяльності;
2. Уміння застосовувати сучасні інформаційні системи та методи розрахунку для розробки високонадійних енергозберігаючих машин, проектування маловідходних конструкцій та машинобудівних технологій, що забезпечують безпеку життєдіяльності людей і їх захист від можливих наслідків аварій;
3. Уміння застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних і інших видів ресурсів в машинобудуванні.

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

Наявність освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю 131 Прикладна механіка або суміжними спеціальностями, який включає дисципліни Вища математика, Механіка матеріалів і конструкцій, Математична фізика, Теорія пружності/механіка деформівного твердого тіла. Ймовірнісні методи в механіці

Дисципліна «Теорія надійності машин і конструкцій» має завершальний дисциплінарний характер. При її вивченні використовуються теоретичні концепції таких областей знань, як прикладна механіка та матеріалознавство, прикладна математика в тому числі теорія ймовірності, випадкових процесів і полів за допомогою яких обчислюються числові та ймовірні характеристики деформацій конструкції, напруження структурних компонентів, сил

реакцій опорних елементів, функціональна стабільність елементів конструкції для її життєвого циклу. Дисципліна є логічним продовженням дисципліни «Ймовірнісні методи в механіці», отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Теорія надійності машин і конструкцій» можна використовувати у подальшому безпосередньо при виконанні досліджень, передбачених тематикою магістерської кваліфікаційної роботи (магістерської дисертації). Студент отримує необхідні теоретичні знання та практичні навички для знаходження характеристик надійності і довговічності виробів сучасної техніки на етапі проектування і життєвого циклу.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ДИНАМІКИ.**

Тема 1. Основні поняття та визначення.

Тема 2. Задачі статистичної динаміки.

Тема 3. Класифікація механічних систем.

Тема 4. Вироджені системи.

Тема 5. Лінійні динамічні системи.

Тема 6. Метод функції Гріна.

Тема 7. Метод стохастичних диференціальних рівнянь.

Тема 8. Метод спектральних розкладів.

Тема 9. Методи рішення задач статистичної динаміки нелінійних систем.

#### **Розділ 2. ПОНЯТТЯ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.**

Тема 1. Прогнозування ресурсу при проектуванні.

Тема 2. Прогнозування ресурсу на стадії експлуатації.

#### **Розділ 3. ТЕОРІЯ НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ.**

Тема 1. Основні поняття та визначення. Найпростіші задачі теорії надійності.

Тема 2. Загальний підхід до визначення надійності механічних систем.

Тема 3. Приклади вибору просторів якості та областей допустимих станів.

Тема 4. Поняття умовних функцій надійності. Середнє число викидів випадкового процесу за певний рівень

Тема 5. Оцінки для ймовірності рідкісних викидів та для функції надійності у випадках одномірного та багатовимірного просторів якості. Надійність розподільних систем

Тема 6. Прогнозування ресурсу при проектуванні та на стадії експлуатації. Фактори, що впливають на опір втомі матеріалів в конструктивних елементах.

Тема 7. Приклади розрахунків елементів наносупутника Політан-2.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### ***Базова література:***

1. Цибенко О.С. Конспект лекцій по дисципліні «Статистична динаміка і надійність» – Київ: НТУУ «КПІ», 2021. – 250 с.

#### ***Додаткова література :***

1. Теорія надійності систем авіоніки : навч. посіб. : у 2-х ч. / В.М. Грібов [та ін.] ; за заг. ред. А.В. Скрипця. - К. : НАУ, 2006. – Ч.1 Ч. 1 : Визначення, показники, моделі відмов, методи розрахунку.-- 2006. -- 324 с.4.

2. Жерновий Ю.В. Імітаційні моделі надійності: практикум з використання GPSS World / Ю.В. Жерновий. - Житомир : ДП "Житомир-Poligraf", 2020. – 166с.

3. Основи теорії надійності програмних систем : навчальний посібник / В.С. Яковина, М.М. Сенів ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 246с.

4. Сухарев Э.А. Теория эксплуатационной надежности машин : Учеб. пос. для студ. спец. "Подъемно-транспорт. строит., дорожные, мелиорат. машины и оборуд. / Э.А. Сухарев ; Ровенский гос. технич. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп., Ровно : РГТУ, 2000. – 164с.
5. Пампура В. И. Структурная информационная теория надежности систем / В. И. Пампура ; АН Украины, Институт электродинамики. - Киев : Наукова думка, 1992. – 328с.

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

| Назви розділів і тем                                                                                                                                                                              | Кількість годин |        |           |           |              |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|-----------|-----------|--------------|-----|
|                                                                                                                                                                                                   | Разом           | Лекції | Практичні | Лаборатор | Інд. заняття | СРС |
| <b>Розділ 1. ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ДИНАМІКИ. СТОХАСТИЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ.</b><br>Тема 1. Задачі статистичної динаміки. Основні поняття та визначення                                       | 6               | 2      | 2         |           |              | 2   |
| Тема 2. Класифікація систем. Вироджені системи. Лінійні динамічні системи                                                                                                                         | 6               | 2      | 2         |           |              | 2   |
| Тема 3. Метод функцій Гріна. Метод стохастичних диференціальних рівнянь. Метод спектральних розкладів                                                                                             | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 4. Проходження стаціонарного випадкового процесу через стаціонарну лінійну систему                                                                                                           | 6               | 2      | 2         |           |              | 2   |
| Тема 5. Елементи статистичної динаміки нелінійних систем                                                                                                                                          | 6               | 2      | 2         |           |              | 2   |
| Тема 6. Метод, що заснований на гіпотезі квазінормальності. Метод малого параметра. Метод стохастичної лінеаризації                                                                               | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 7. Застосування теорії марковських процесів до вирішення задач статистичної динаміки                                                                                                         | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 8. Аналог метода функцій Гріна                                                                                                                                                               | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 9. Метод стохастичних диференціальних рівнянь                                                                                                                                                | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 10. Метод спектральних представлень                                                                                                                                                          | 6               | 2      | 2         |           |              | 2   |
| <b>Розділ 2. ПОНЯТТЯ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.</b><br>Тема 1. Прогнозування ресурсу при проектуванні. Прогнозування ресурсу на стадії експлуатації                           | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| <b>Розділ 3. ТЕОРІЯ НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ.</b><br>Тема 1. Найпростіші задачі теорії надійності. Основні поняття та визначення. Загальний підхід до визначення надійності механічних систем | 6               | 2      | 2         |           |              | 2   |
| Тема 2. Приклади вибору просторів якості та областей допустимих станів для різних механічних аспектів.                                                                                            | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 3. Метод умовних функцій надійності. Середнє число викидів випадкового процесу на певний рівень. Одномірний та багатомірний випадок                                                          | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |
| Тема 4. Оцінки для ймовірності рідкісних викидів та для функцій надійності у випадках одномірного та багатовимірного просторів якості                                                             | 7               | 2      | 2         |           |              | 3   |

|                                                                                                                                                     |   |   |   |  |  |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--|--|---|
| Тема 5. Надійність та довговічність систем марківського типу. Елементи теорії надійності розповсюджених систем                                      | 7 | 2 | 2 |  |  | 3 |
| Тема 6. Прогнозування ресурсу при проектуванні та на стадії експлуатації. Фактори, що впливають на опір втоми матеріалів в конструктивних елементах | 7 | 2 | 2 |  |  | 3 |
| Тема 7. Приклади розрахунків динамічних характеристик та міцності елементів конструкції наносупутника Polytan-2.                                    | 7 | 2 | 2 |  |  | 3 |

*Інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні):*

| № з/п | Теми лекційних занять                                                                                                                            | Кількість годин |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | <b>Лекція 1.</b> Основні поняття та визначення. Задачі статистичної динаміки. Класифікація систем. Вироджені системи.                            | 2               |
| 2     | <b>Лекція 2.</b> Лінійні динамічні системи. Метод функції Гріна.                                                                                 | 2               |
| 3     | <b>Лекція 3.</b> Метод стохастичної диференціальних рівнянь. Метод спектральних розкладів.                                                       | 2               |
| 4     | <b>Лекція 4.</b> Проходження стаціонарного випадкового процесу через стаціонарну лінійну систему.                                                | 2               |
| 5     | <b>Лекція 5.</b> Елементи статистичної динаміки нелінійних систем. Метод, що заснований на гіпотезі квазінормальності.                           | 2               |
| 6     | <b>Лекція 6.</b> Метод малого параметра. Метод стохастичної лінеаризації.                                                                        | 2               |
| 7     | <b>Лекція 7.</b> Застосування теорії марковських процесів до вирішення задач статистичної динаміки.                                              | 2               |
| 8     | <b>Лекція 8.</b> Аналог метода функцій Гріна. Метод стохастичних диференціальних рівнянь. Метод спектральних представлень.                       | 2               |
| 9     | <b>Лекція 9.</b> Прогнозування ресурсу при проектуванні.                                                                                         | 2               |
| 10    | <b>Лекція 10.</b> Прогнозування ресурсу на стадії експлуатації                                                                                   | 2               |
| 11    | <b>Лекція 11.</b> Основи загальної теорії надійності механічних систем. Основні поняття та визначення.                                           | 2               |
| 12    | <b>Лекція 12.</b> Найпростіші задачі теорії надійності.                                                                                          | 2               |
| 13    | <b>Лекція 13.</b> Загальний підхід до визначення надійності механічних систем.                                                                   | 2               |
| 14    | <b>Лекція 14.</b> Приклади вибору просторів якості та областей допустимих станів для різних механічних аспектів.                                 | 2               |
| 15    | <b>Лекція 15.</b> Метод умовних функцій надійності. Середнє число викидів процесу за певний рівень. Одномірний випадок. Багатомірний випадок     | 2               |
| 16    | <b>Лекція 16.</b> Оцінки для ймовірності рідкісних викидів та для функції надійності у випадках одномірного та багатовимірного просторів якості. | 2               |
| 17    | <b>Лекція 17.</b> Надійність та довговічність систем марківського типу.                                                                          | 2               |
| 18    | <b>Лекція 18.</b> Елементи теорії надійності розповсюджених систем.                                                                              | 2               |

| № з/п | Теми практичних занять                                            | Кількість годин |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Задачі статистичної динаміки. Основні поняття та визначення       | 2               |
| 2     | Класифікація систем. Вироджені системи. Лінійні динамічні системи | 2               |
| 3     | Метод функцій Гріна. Метод стохастичних диференціальних рівнянь   | 2               |

|    |                                                                                                                                               |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 4  | Метод спектральних розкладів                                                                                                                  | 2 |
| 5  | Метод, що заснований на гіпотезі квазінормальності.                                                                                           | 2 |
| 6  | Метод малого параметра. Метод стохастичної лінеаризації                                                                                       | 2 |
| 7  | Застосування теорії марковських процесів до вирішення задач статистичної динаміки                                                             | 2 |
| 8  | Метод стохастичних диференціальних рівнянь. Метод спектральних                                                                                | 2 |
| 9  | Прогнозування ресурсу при проектуванні.                                                                                                       | 2 |
| 10 | Прогнозування ресурсу на стадії експлуатації                                                                                                  | 2 |
| 11 | Основні поняття та визначення. Найпростіші задачі теорії надійності                                                                           | 2 |
| 12 | Приклади вибору просторів якості та областей допустимих станів для різних                                                                     | 2 |
| 13 | Одномірний простір якості у визначенні надійності механічних систем. Метод умовних функцій надійності. Приклади розв'язання задач             | 2 |
| 14 | Оцінка для ймовірності рідкісних викидів. Функції надійності у випадках одномірного та багатовимірного просторів якості. Приклади розв'язання | 2 |
| 15 | Надійність та довговічність систем харківського типу. Приклади розв'язання                                                                    | 2 |
| 16 | Оцінка функцій надійності для різноманітних видів просторів якості                                                                            | 2 |
| 17 | Обчислення параметрів надійності розповсюджених механічних систем. Ресурс машин та довговічність конструкцій                                  | 2 |
| 18 | Модульна контрольна робота                                                                                                                    | 2 |

#### Платформа дистанційного навчання:

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни «Теорія надійності машин і конструкцій» і засвоєння матеріалу використовується електронна пошта, електронний кампус КПІ, сервіс для проведення онлайн-нарад Zoom, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку з студентами стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентів плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та їх оцінювання.

#### 6. Самостійна робота студента

*Види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо):*

Дисципліна «Теорія надійності машин і конструкцій» передбачає такі види самостійної роботи: підготовка до практичних, підготовка до МКР та підготовка до екзамену. Час, відведений на кожен з цих видів самостійної роботи, вказаний у п. 5.

Індивідуальна робота студента передбачає самостійне освоєння особливостей застосування методів статистичної динаміки до вирішення типових задач механіки твердого тіла, а також, вміння проводити статистичний аналіз випадкових величин та знаходити характеристики параметрів розподілу для основних неперервних та дискретних розподілів випадкових величин, застосувати критерії перевірки статичних гіпотез.

Рекомендована додаткова література приведена в списку навчально-методичних матеріалів (п.4). Поглиблене вивчення пов'язаних теоретичних питань виконується в межах індивідуальної



роботи.

Під час виконання самостійної роботи студенти заохочуються до використання обчислювальної техніки.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять

Відвідування лекційних та практичних занять є необхідною передумовою набуття навичок розв'язання проблем. Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них демонструються основні підходи та практичні прийоми оцінки характеристик надійності та довговічності механічних систем, надаються пояснення щодо зв'язку отриманих результатів із відомими теоретичними положеннями механіки деформівного твердого тіла і чисельних методів та розвиваються навички, необхідні для виконання прикладних розрахунків, які є складовою частиною кваліфікаційної роботи.

Отримання студентами знання тем аналізуються виконанням контрольних робіт.

#### Модульна контрольна робота.

Контроль знань та навиків по темам: функціональна, статична і кореляційна залежності; статистична динаміка нелінійних систем; методи розрахунку; метод спектральних розкладів; метод малого параметра; надійність та довговічність типових елементів механічних систем; вибір простору якості та області припустимих станів та їх механічних систем; оцінка функції надійності для різноманітних видів просторів якості механічних систем.

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

| Заохочувальні бали                                           |             | Штрафні бали                                                           |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Критерій                                                     | Ваговий бал | Критерій                                                               | Ваговий бал |
| Своєчасне виконання контрольних робіт (за кожну таку роботу) | + 4 бали    | Порушення термінів виконання контрольної роботи (за кожну таку роботу) | - 1 бал     |

#### Пропущені заняття

Заняття, яке пропущено (не відвідане) здобувачем з будь-якої причини має бути відпрацьовано із використанням наявних методичних матеріалів, при необхідності – з консультацією у викладача. Звітністю з відпрацювання заняття вважається звіт, підготовлений у вигляді пояснювальної записки (надається у електронному вигляді) щодо основних результатів та пояснення механічних ефектів, які спостерігаються при змінненні вихідних даних постановки відповідної задачі.

#### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Навчання іноземною мовою**

Навчальна дисципліна «Теорія надійності машин і конструкцій» не передбачає її вивчення англійською мовою.

### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна «Теорія надійності машин і конструкцій» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

**Види контролю та бали за кожен елемент контролю:**

| № з/п  | Контрольний захід          | %  | Ваговий бал | Кіл-ть | Всього |
|--------|----------------------------|----|-------------|--------|--------|
| 1      | Модульна контрольна робота | 20 | 20          | 1      | 20     |
| 2      | РГР                        | 40 | 40          | 1      | 40     |
| 3      | Екзамен                    | 40 | 40          | 1      | 40     |
| Всього |                            |    |             |        | 100    |

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Moodle або е-поштою).

**Поточний контроль:** модульна контрольна робота, оцінювання дистанційного навчання

### **1. Модульна контрольна робота**

| № з/п                       | Контрольна робота                                                           | %   | Ваговий бал | Кіл-ть | Всього |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|--------|--------|
| 1.                          | Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)                     | 100 | 20          | 1      | 20     |
| 2.                          | Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)           | 75  | 15          | 1      | 15     |
| 3.                          | Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації) | 60  | 12          | 1      | 12     |
| 4.                          | Відповідь відсутня або не правильна                                         | 0   | 0           | 1      | 0      |
| Максимальна кількість балів |                                                                             |     |             |        | 20     |

### **2. Розрахунково-графічна робота**



| № з/п                       | Контрольна робота                                                           | %   | Ваговий бал | Кіл-ть | Всього |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|--------|--------|
| 1.                          | Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)                     | 100 | 20          | 2      | 40     |
| 2.                          | Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)           | 75  | 15          | 2      | 30     |
| 3.                          | Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації) | 60  | 12          | 2      | 24     |
| 4.                          | Відповідь відсутня або не правильна                                         | 0   | 0           | 2      | 0      |
| Максимальна кількість балів |                                                                             |     |             |        | 40     |

### Календарний контроль

Календарний контроль (атестація) проводиться два рази на семестр. Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу.

| Критерій                     |                                       |                                     | Перша атестація | Друга атестація |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Термін календарного контролю |                                       |                                     | 8-ий тиждень    | 14-ий           |
| Умови отримання атестації    | Поточний рейтинг                      |                                     | ≥ 15 балів      | ≥ 30 балів      |
|                              | Виконання модульних контрольних робіт | Модульні контрольні роботи по темам | +               | +               |

### Семестровий контроль: залік

| Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку |                  | Критерій |
|----------------------------------------------|------------------|----------|
| 1                                            | Поточний рейтинг | RD ≥ 30  |

### Умови допуску до семестрового контролю:

1. Виконання практичних робіт;
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації;
3. Відвідування 60% лекційних занять.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою<sup>2</sup>:

| Рейтингові бали, RD      | Оцінка за університетською шкалою | Можливість отримання оцінки |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| $95 \leq RD \leq 100$    | Відмінно                          | є                           |
| $85 \leq RD \leq 94$     | Дуже добре                        | є                           |
| $75 \leq RD \leq 84$     | Добре                             | є                           |
| $65 \leq RD \leq 74$     | Задовільно                        | немає                       |
| $60 \leq RD \leq 64$     | Достатньо                         | немає                       |
| $RD < 60$                | Незадовільно                      | -                           |
| Невиконання умов допуску | Не допущено                       | -                           |

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто викладачем згідно із наперед визначеними процедурами.

Додаткова інформація стосовно процедури оскарження результатів: студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### **Додаткова інформація стосовно іспиту/заліку/співбесіди:**

На екзамені студентам дозволяється користуватись учбово-методичним забезпеченням (п.4).

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних курсів**

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів у системі Moodle за певною тематикою допускається за умови погодження з студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Склав:** проф., д.т.н. Цибенко Олександр Сергійович;

**Ухвалено** кафедрою ДММ та ОМ (протокол № 5 від 16 грудня 2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ММІ (протокол № 5 від 17 грудня 2021 р.)