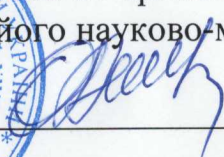


Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**



Перший проректор з науково-педагогічної  
роботи по організації навчального процесу  
та його науково-методичного забезпечення

 Васілевський О. М.

« 25 » 06 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Математичне моделювання в наукових дослідженнях**

|                             |                                                                         |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>рівень вищої освіти</b>  | третій (освітньо-науковий)                                              |
| <b>галузь знань</b>         | 14 Електрична інженерія                                                 |
| <b>спеціальність</b>        | 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка                |
| <b>освітня програма</b>     | Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка                    |
| <b>освітня кваліфікація</b> | Доктор філософії з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки |

Робоча програма навчальної дисципліни

«Математичне моделювання в наукових дослідженнях»

**рівень вищої освіти** третій (освітньо-науковий)

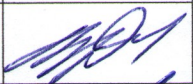
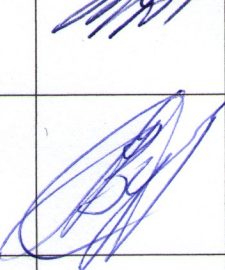
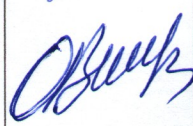
**галузь знань** 14 Електрична інженерія

**спеціальність** 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**освітня програма** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**освітня кваліфікація** Доктор філософії з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

2020. — 13 с.

|                    | <b>Посада<br/>Протокол засідання</b>                                                                 | <b>ПІБ</b>                             | <b>Підпис</b>                                                                         |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Розроблено</b>  | Завідувач кафедри КСУ                                                                                | д.т.н., професор<br>Дубовой В.М.       |    |
| <b>Схвалено</b>    | Гарант освітньо-наукової програми                                                                    | д.т.н., доцент<br>В. В. Кулик          |    |
|                    | Зав. кафедри КСУ<br>засідання кафедри КСУ<br>(протокол № 19 від 19.05.2020 р.)                       | д.т.н., професор<br>Дубовой В.М.       |    |
|                    | Директор ІнМАД<br>засідання секції Науково-технічної<br>ради ВНТУ<br>(протокол №2 від 25.05.2020 р.) | д.т.н., професор<br>Грушко О. В.       |   |
| <b>Затверджено</b> | Голова методичної ради<br>Методична рада ВНТУ<br>(протокол № 12 від 18.06.2020 р.)                   | д.т.н., професор<br>Васілевський О. М. |  |

© В.М. Дубовой, 2020.  
© ВНТУ, 2020 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                       | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти                                                                           | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                               |                                                                                                                                              | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 3                                                                        | Галузь знань<br>14 Електрична інженерія                                                                                                      | Обов'язкова (професійна)             |                       |
| Модулів – 1                                                                                   | спеціальність<br>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка<br><br>ОНП<br>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка | <b>Рік підготовки:</b>               |                       |
| Змістових модулів – 3                                                                         |                                                                                                                                              | 1                                    | 1                     |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання – індивідуальні аналітичні роботи                     |                                                                                                                                              | <b>Семестр</b>                       |                       |
| Загальна кількість годин – 90                                                                 |                                                                                                                                              | 1                                    | 1                     |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2<br>самостійної роботи студента – 3,3 | Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)                                                                                              | <b>Лекції</b>                        |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | 17 год.                              | 6                     |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | <b>Практичні, семінарські</b>        |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | 17 год.                              | 6                     |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | <b>Лабораторні</b>                   |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              |                                      |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | <b>Курсовий проект</b>               |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              |                                      |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | <b>Самостійна робота</b>             |                       |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | 56 год.                              | 78                    |
|                                                                                               |                                                                                                                                              | Вид контролю: залік                  |                       |

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 38 % - 62 %,

для заочної форми навчання – 13 % - 87 %

Мова навчання – українська.



## **2. Передумови для вивчення дисципліни**

Дисципліна «Математичне моделювання в наукових дослідженнях» базується на знаннях з математики і вищої математики, отриманих на попередніх рівнях навчання. Вивчення дисципліни передбачає проведення власного наукового дослідження, публікацію та апробацію результатів дослідження, підготовлення рукопису дисертації.

## **3. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Робочу навчальну програму вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання в наукових дослідженнях» складена з урахуванням вимог освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**Мета** викладання дисципліни полягає у формуванні компетентностей, необхідних для використання та розробки рішень в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є підготовка фахівців здатних використовувати у подальших дослідженнях та у електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

### **Програмні результати вивчення дисципліни**

Згідно з **освітньо-науковою програмою вивчення дисципліни здобувачами спрямоване на досягнення таких результатів:**

**ПРН4.** Знати і розуміти сучасні методи ведення науково-дослідної роботи, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.

**ПРН6.** Уміти прогнозувати тенденції розвитку в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

**ПРН7.** Уміти аналізувати інженерні продукти, процеси та системи за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

**ПРН8.** Уміти виконувати постановку, формулювання і розв'язання завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

**ПРН15.** Володіти сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінювання точності отриманих результатів вимірювань.

### **Компетентності, на набуття яких спрямоване вивчення дисципліни**

**K05.** Здатність виявляти та вирішувати науково-практичні проблеми, ставити та розв'язувати задачі дослідницького характеру, приймати обґрунтовані рішення та самостійно працювати над їх практичною реалізацією.

**ФК2.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для розв'язання завдань в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК7. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки з використанням комп'ютерного моделювання.

ФК11. Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем.

#### **4. Контрольні заходи**

Поточний та підсумковий контроль знань здобувачів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, диференційованого заліку.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих проблем курсу, підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, диференційованого заліку, виконання індивідуальних аналітичних робіт, підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій з використанням знань з математичного моделювання.

### **5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Змістовий модуль 1. Методологія наукових досліджень і роль математичного моделювання**

**Тема 1. Вступ..** Поняття про наукові, псевдонаукові і антинаукові дослідження. Основні принципи, види і способи наукових досліджень. Математичне моделювання як фундаментальний метод досліджень. Експеримент як основа теорії і критерій істини.

**Тема 2. Організація і обмеження наукового пошуку.** Організація індивідуальних, колективних і міжнародних наукових досліджень. Етичні, екологічні, часові, просторові, енергетичні і фінансові обмеження.

**Тема 3. Математичні моделі в наукових публікаціях.** Види наукових публікацій. Способи подання результатів у формі математичних моделей. Особливості дисертаційних робіт і роль моделей у поданні наукових результатів.

#### **Змістовий модуль 2. Види і методи математичного моделювання**

**Тема 4. Види систем:** малі і великі; прості і складні системи; розподілені і зосереджені; однорідні і неоднорідні; природні, штучні; технічні, людино-машинні, соціальні.

**Тема 5. Види і характеристики моделей.** Основні види моделей та методи моделювання систем. Поняття моделі системи. Класифікація моделей. Характеристики моделей: точність, адекватність, чутливість, складність, універсальність. Структура і компоненти моделі системи.

**Тема 6. Структурні моделі.** Графи і графові моделі. Види графів (орієнтовані/неорієнтовані, незважені/зважені, мережі, зв'язані/незв'язані, планарні тощо). Способи формалізації структурних моделей.

Операції над графами.

**Тема 7. Функціональні моделі.** Моделі систем у статичному режимі. Лінійні та нелінійні рівняння, системи рівнянь. Лінеаризовані моделі (лінійна та кусочно-лінійна апроксимації). Нелінійна апроксимація Моделі логіки.

Моделі систем у динамічному режимі. Впливи та їх основні характеристики. Моделі динаміки дискретних систем.

Моделі надійності. Алгоритмічні моделі. Моделі обслуговування

**Тема 8. Інформаційні моделі.** Основні поняття теорії інформації. Бази даних і знань як інформаційні моделі. Інформаційні потоки.

**Тема 9. Моделі в умовах невизначеності.** Джерела невизначеності. Види невизначених моделей. Форми подання невизначеності.

**Тема 10. Імітаційне і аналітичне моделювання.** Постановка задачі імітаційного моделювання. Використання агрегатного принципу для імітаційного моделювання.

Обробка результатів імітаційного моделювання. Оцінка необхідного обсягу тестів та трудомісткості імітаційного моделювання.

Сутність аналітичного моделювання. Чисельні методи в аналітичному моделюванні.

### **Змістовий модуль 3**

#### **Аналіз і ідентифікація систем та застосування моделей систем**

**Тема 11. Аналіз систем і концептуальне проектування моделей.** Поняття про аналіз системи. Концептуальна модель системи. Стандарти моделювання.

**Тема 12. Ідентифікація систем.** Задачі ідентифікації. Структурна, алгоритмічна і параметрична ідентифікація. Ідентифікаційний експеримент. Активна і пасивна ідентифікація.

Статистична ідентифікація.

Експертний метод ідентифікації.

**Тема 13. Типові задачі моделювання.** Оптимізація. Прийняття рішень. Прогнозування процесів. Проектування систем.

## Тема 14. Заключення.

### Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                     | Кількість годин |              |          |     |     |           |              |              |          |     |     |           |
|---------------------------------------------------|-----------------|--------------|----------|-----|-----|-----------|--------------|--------------|----------|-----|-----|-----------|
|                                                   | денна форма     |              |          |     |     |           | Заочна форма |              |          |     |     |           |
|                                                   | усього          | у тому числі |          |     |     |           | усього       | у тому числі |          |     |     |           |
|                                                   |                 | л            | п        | лаб | інд | с.р.      |              | л            | п        | лаб | інд | с.р.      |
| 1                                                 | 2               | 3            | 4        | 5   | 6   | 7         | 8            | 9            | 10       | 11  | 12  | 13        |
| <b>Змістовий модуль 1</b>                         |                 |              |          |     |     |           |              |              |          |     |     |           |
| Тема 1. Вступ.                                    | 4               | 1            | -        |     |     | 3         | 4            | 1            |          |     |     | 3         |
| Тема 2. Організація і обмеження наукового пошуку. | 3               | 1            | -        |     |     | 2         | 3            | 1            | -        |     |     | 2         |
| Тема 3. Математичні моделі в наукових публікаціях | 3               | 1            | -        |     |     | 2         | 3            | 1            | -        |     |     | 2         |
| <b>Разом за змістовим модулем 1.</b>              | <b>10</b>       | <b>3</b>     | <b>-</b> |     |     | <b>7</b>  | <b>10</b>    | <b>3</b>     | <b>-</b> |     |     | <b>7</b>  |
| <b>Змістовий модуль 2</b>                         |                 |              |          |     |     |           |              |              |          |     |     |           |
| Тема 4. Види систем                               | 4               | 1            | -        |     |     | 3         | 4            | 1            |          |     |     | 3         |
| Тема 5. Види і характеристики моделей             | 8               | 1            | 1        |     |     | 6         | 8            |              | 1        |     |     | 7         |
| Тема 6. Структурні моделі.                        | 8               | 1            | 1        |     |     | 6         | 8            |              | 1        |     |     | 7         |
| Тема 7. Функціональні моделі.                     | 12              | 2            | 4        |     |     | 6         | 12           |              | 1        |     |     | 11        |
| Тема 8. Інформаційні моделі.                      | 5               | 1            | 1        |     |     | 3         | 5            |              | 1        |     |     | 4         |
| Тема 9. Моделі в умовах невизначеності.           | 7               | 2            | 1        |     |     | 4         | 7            |              | 1        |     |     | 6         |
| Тема 10. Імітаційне і аналітичне моделювання.     | 6               | 1            | 1        |     |     | 4         | 6            | 1            |          |     |     | 5         |
| <b>Разом за змістовим модулем 2.</b>              | <b>50</b>       | <b>9</b>     | <b>9</b> |     |     | <b>32</b> | <b>50</b>    | <b>2</b>     | <b>5</b> |     |     | <b>43</b> |
| <b>Змістовий модуль 3</b>                         |                 |              |          |     |     |           |              |              |          |     |     |           |
| Тема 11. Аналіз систем і                          | 7               | 1            | 2        |     |     | 4         | 7            |              |          |     |     |           |

|                                      |           |           |           |  |  |           |           |          |          |  |  |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|--|-----------|-----------|----------|----------|--|--|-----------|
| концептуальне проектування моделей.  |           |           |           |  |  |           |           |          |          |  |  |           |
| Тема 12. Ідентифікація систем.       | 12        | 2         | 3         |  |  | 7         | 12        |          | 1        |  |  |           |
| Тема 13. Типові задачі моделювання   | 7         | 1         | 3         |  |  | 3         | 7         |          |          |  |  |           |
| Тема 14. Заключення                  | 4         | 1         | -         |  |  | 3         | 4         | 1        |          |  |  |           |
| <b>Разом за змістовим модулем 3.</b> | <b>30</b> | <b>5</b>  | <b>8</b>  |  |  | <b>17</b> | <b>30</b> | <b>1</b> | <b>1</b> |  |  | <b>28</b> |
| <b>Усього годин</b>                  | <b>90</b> | <b>17</b> | <b>17</b> |  |  | <b>56</b> | <b>90</b> | <b>6</b> | <b>6</b> |  |  | <b>78</b> |

## 6. Темі практичних занять

| № з/п | Назва теми                                                   | Кількість годин |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------------|
|       | <b>Змістовний модуль 1</b>                                   |                 |
| 1.    | Тема 1. Вступ.                                               | -               |
| 2.    | Тема 2. Організація і обмеження наукового пошуку.            | -               |
| 3.    | Тема 3. Математичні моделі в наукових публікаціях            | -               |
|       | <b>Всього</b>                                                | <b>0</b>        |
|       | <b>Змістовний модуль 2</b>                                   |                 |
| 4.    | Тема 4. Види систем                                          | -               |
| 5.    | Тема 5. Види і характеристики моделей                        | 1               |
| 6.    | Тема 6. Структурні моделі.                                   | 1               |
| 7.    | Тема 7. Функціональні моделі.                                | 4               |
| 8.    | Тема 8. Інформаційні моделі.                                 | 1               |
| 9.    | Тема 9. Моделі в умовах невизначеності.                      | 1               |
| 10.   | Тема 10. Імітаційне і аналітичне моделювання.                | 1               |
|       | <b>Всього</b>                                                | <b>9</b>        |
|       | <b>Змістовний модуль 3</b>                                   |                 |
| 11.   | Тема 11. Аналіз систем і концептуальне проектування моделей. | 2               |
| 12.   | Тема 12. Ідентифікація систем.                               | 3               |
| 13.   | Тема 13. Типові задачі моделювання                           | 3               |
| 14.   | Тема 14. Заклучення                                          | -               |
|       | <b>Всього</b>                                                | <b>8</b>        |

## 7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми                                        | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------------------|-----------------|
|       | <b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1</b>                        |                 |
| 1.    | Тема 1. Вступ.                                    | 3               |
| 2.    | Тема 2. Організація і обмеження наукового пошуку. | 2               |
| 3.    | Тема 3. Математичні моделі в наукових публікаціях | 2               |



|                            |                                                     |           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|
|                            | Всього                                              | 7         |
| <b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2</b> |                                                     |           |
| 4.                         | Тема 2. Види систем                                 | 3         |
| 5.                         | Тема 3. Види і характеристики моделей               | 6         |
| 6.                         | Тема 4. Структурні моделі.                          | 6         |
| 7.                         | Тема 5. Функціональні моделі.                       | 6         |
| 8.                         | Тема 6. Інформаційні моделі.                        | 3         |
| 9.                         | Тема 7. Моделі в умовах невизначеності.             | 4         |
| 10.                        | Тема 8. Імітаційне і аналітичне моделювання.        | 4         |
|                            | <b>Всього</b>                                       | <b>32</b> |
| <b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3</b> |                                                     |           |
| 11.                        | Аналіз систем і концептуальне проектування моделей. | 4         |
| 12.                        | Ідентифікація систем.                               | 7         |
| 13.                        | Тема 11. Типові задачі моделювання                  | 3         |
| 14.                        | Тема 12. Заключення                                 | 3         |
|                            | <b>Всього</b>                                       | <b>17</b> |

## 8. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачена індивідуальна робота: дослідження з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.

## 9. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.

## 10. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час практичного заняття, тестування, 2 колоквиуми, диференційованого заліку.

## 11. Розподіл балів, які отримують здобувачів

Таблиця 11.1 – Вид контролю – диф. залік

|          |    |    |                                         |    |    |    |    |    |     |          |     |     |       |      |
|----------|----|----|-----------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|----------|-----|-----|-------|------|
|          |    |    | Поточне тестування та самостійна робота |    |    |    |    |    |     |          |     |     | Залік | Сума |
| Модуль 1 |    |    |                                         |    |    |    |    |    |     | Модуль 2 |     |     |       |      |
| T1       | T2 | T3 | T4                                      | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11      | T12 | T13 | T14   |      |
| 15 балів |    |    | 50 балів                                |    |    |    |    |    |     | 35 балів |     |     |       | 100  |

T1, T2 ... T12 - теми змістових модулів.

Таблиця 11.2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

| Вид роботи                                             | Модуль |
|--------------------------------------------------------|--------|
|                                                        | 1      |
| Змістовний модуль 1                                    |        |
| 1. Індивідуальні аналітичні роботи                     | 15     |
| Змістовний модуль 2                                    |        |
| 1. Підготовка до практичних занять і контрольні роботи | 15     |
| 2. Індивідуальні аналітичні роботи                     | 15     |
| 3. Колоквіум (не менше ніж 40% МБО)                    | 20     |
| Змістовний модуль 3                                    |        |
| 1. Підготовка до практичних занять і контрольні роботи | 10     |
| 2. Індивідуальні аналітичні роботи                     | 10     |
| 3. Колоквіум (не менше ніж 40% МБО)                    | 15     |
| Залік                                                  | -      |
| Всього                                                 | 100    |

Таблиця 11.3 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |                                                             |
|----------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                              |             | для екзамену, практики                                     | для заліку                                                  |
| 90 – 100                                     | A           | відмінно                                                   | зараховано                                                  |
| 82-89                                        | B           | добре                                                      |                                                             |
| 75-81                                        | C           |                                                            |                                                             |
| 64-74                                        | D           | задовільно                                                 |                                                             |
| 60-63                                        | E           |                                                            |                                                             |
| 35-59                                        | FX          | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34                                         | F           | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

## 12. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

| Рівень компетентності                | За нац. шкалою | За шкалою ECTS | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IV<br>Високий<br>(творчий)<br>«5»    | відмінно       | A              | Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання. |
| III<br>Достатній<br>(конструктивний) | добре          | B              | Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.                                                                                |

|                                           |                                                            |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «4»                                       |                                                            | C  | Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні різних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при вирішенні поставлених завдань. |
| II<br>Середній<br>(репродуктивний)<br>«3» | задовільно                                                 | D  | Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, може аналізувати матеріал, робити висновки. Пояснення неповні, неакронічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при вирішенні поставлених завдань застосовуються не найраціональніші рішення.                                       |
|                                           |                                                            | E  | Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, завдання вирішуються нераціонально.                                                                                                                                                                                |
| I<br>Низький<br>«2»                       | незадовільно з можливістю повторного складання             | FX | Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання дає неправильні відповіді (40-60%). Самостійно не може сформулювати алгоритм рішення поставлених завдань. Рішення не раціональні та неефективні.                                                                                                             |
|                                           | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | F  | Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, не може сформулювати алгоритм вирішення завдання.                                                                                                                                                 |

## Рекомендована література

### Базова

1. Моделювання та оптимізація систем : підручник / [Дубовой В М , Кветний Р Н , Михальов О І , А В Усов А В ] – Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017 – 804 с.
2. Дубовой, В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
3. Імітаційне моделювання в системі Scilab/xcos: навчальний посібник / [В.М. Дубовой, М.С. Юхимчук] – - Вінниця: ВНТУ, 2017. – 107 с.
4. Стопакевич О.А. Теорія систем і системний аналіз. Підручник. – К.: ІСДО, 1996, 200 с.
5. Кузьмін І. В. Основи наукових досліджень : навчальний посібник / І. В. Кузьмін; пер. з рос. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 116 с.

### Допоміжна

1. Дубовой В. М. Моделювання систем контролю та керування : навчальний посібник / Дубовой В. М. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 175 с.
2. Дубовой В. М. Спеціальні розділи математики / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 165 с.

#### **14. Інформаційні ресурси**

1. Мережа Internet: Дистанційний електронний курс: Simulation and modeling of natural processes. Режим доступу <https://www.coursera.org/lecture/modeling-simulation-natural-processes/modeling-and-simulation-F7vas>.
2. Мережа Internet: Дистанційний електронний курс: Computational Thinking for Modeling and Simulation. Режим доступу <https://www.edx.org/course/computational-thinking-for-modeling-and-simulation>

## ЛИСТОК РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН

[illegible]