

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету фізики, електроніки та комп'ютерних систем

 Ігор ГОМІЛКО  
«15» 05 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.4 Моделювання та оптимізація систем та мереж телекомунікацій

шифр із ОПП

і повна назва навчальної дисципліни

для здобувачів вищої освіти

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

спеціальність G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

освітня програма Телекомунікації та радіотехніка

рік набору 2025/2026 форма здобуття освіти денна термін навчання 1 р. 4 м.

вид дисципліни обов'язкова

Розробник (-и) Мозговий Д. К., доцент кафедри телекомунікаційних систем та мереж, кандидат технічних наук, доцент

 підпис

Погоджено гарант ОП



Сергій БУХАРОВ

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри телекомунікаційних систем та мереж

Протокол від «10» квітня 2025 року №13

Ухвалено на засіданні науково-методичної ради факультету фізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від «8» травня 2025 року №4

Дніпро  
2025

## Опис навчальної дисципліни

| Навчальний рік (роки*)<br>викладання дисципліни | Курс | Семестр | Підсумковий контроль |           |       |                | Індивідуальні завдання |           | Кредитів ECTS | Обсяг роботи студента (години) |                   |        |                   |                     |                     |                   |
|-------------------------------------------------|------|---------|----------------------|-----------|-------|----------------|------------------------|-----------|---------------|--------------------------------|-------------------|--------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|                                                 |      |         | екзамен              | диф.залік | залік | курсова робота | форма                  | кількість |               | всього                         | Аудиторні         |        |                   |                     |                     | самостійна робота |
|                                                 |      |         |                      |           |       |                |                        |           |               |                                | всього аудиторних | лекції | практичні заняття | семінарські заняття | лабораторні заняття |                   |
| 2025/26                                         | 1    | 1       | 1                    |           |       | 1              |                        |           | 6,0           | 180                            | 48                | 32     | 16                | -                   | -                   | 132               |

### 1. Мета дисципліни

Формування і розвиток знань та практичних навичок застосування сучасних методів моделювання та оптимізації систем та мереж телекомунікацій; аналізу та синтезу структурних цифрових схем систем зв'язку, експериментальні дослідження комп'ютерних моделей і складових елементів сучасних телекомунікаційних систем, включаючи мережі мобільного зв'язку, системи наземного ефірного та кабельного телерадіомовлення, оптоволоконні та радіорелейні мережі зв'язку, системи супутникового зв'язку та телерадіомовлення.

#### ***Вивчення дисципліни забезпечує формування компетентностей за ОП:***

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК4. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

СК1. Здатність оцінювати рівень існуючих технологій у галузі телекомунікацій, ефективність технічних рішень, можливість визначати шляхи реалізації наукових ідей у бізнес-проектах і стартапах.

СК2. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання електронного телекомунікаційного обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів.

СК3. Здатність аналізувати нестаціонарні процеси функціонування телекомунікаційних систем різного призначення.

СК5. Здатність використовувати інформаційні технології, методи візуалізації розрахунків для аналізу процесів в інфокомунікаційних системах та телекомунікаційних мережах.

СК6. Здатність ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, підходи та методи оптимізації телекомунікаційних та радіотехнічних систем, їх компонентів.

СК9. Здатність використовувати фундаментальні знання принципів побудови сучасних телекомунікаційних систем і мереж, систем контролю та керування, систем перетворення і зберігання інформації, а також перспективних напрямів їх розвитку.

СК10. Здатність обирати оптимальні методи досліджень, модифікувати та адаптувати існуючі, розробляти нові методи відповідно до наявних технічних засобів та формувати методику оброблення результатів досліджень.

СК 11 Здатність розраховувати пропускну здатність, надійність, завадозахищеність, інформаційну безпеку телекомунікаційних систем з урахуванням економічних, правових та інших аспектів.

## 2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни.

Дисципліна базується на знаннях і вміннях, отриманих під час вивчення дисциплін вищої математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, комп'ютерних технологій, теорії сигналів і систем, основ телекомунікацій та радіотехніки.

## 3. Результати навчання за дисципліною та їх співвідношення з програмними результатами навчання.

| № | Результати навчання за дисципліною                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Програмні результати навчання за ОП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Номери тем |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | <p>Здобувач освіти повинен <b>знати</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-сучасні технології широкосмугового зв'язку;</li><li>- методи підвищення пропускну здатності та ємності систем зв'язку;</li><li>- методи проектування систем зв'язку з різними технологіями та середовищами розповсюдження сигналів;</li><li>- методи визначення характеристик каналів зв'язку;</li><li>- типове обладнання сучасних систем зв'язку;</li><li>- Побудову математичних моделей систем зв'язку, математичний опис структури мережі зв'язку, імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях,</li><li>- Моделювання випадкових процесів у телекомунікаційних системах, показники і критерії законів розподілу, моделювання сигналів і завад у каналі телекомунікацій,</li><li>- Математичні моделі контролю якості цифрових телекомунікаційних мереж, розрахункові параметри функціонування телекомунікаційних мереж, побудову математичних моделей для визначення часткових показників якості функціонування телекомунікаційних мереж, математичні моделі телекомунікаційної мережі в умовах великого навантаження;</li><li>- Сучасні програмні продукти для розрахунків та комп'ютерного</li></ul> | <p>ПР1. Формулювати і розв'язувати складні технологічні та науково-дослідні задачі під час розроблення і дослідження систем електронних комунікацій та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.</p> <p>ПР2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації інформаційних технологій передачі даних у системах електронних комунікацій з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.</p> <p>ПР3. Оптимізувати режими передавання даних у телекомунікаційних системах за критеріями мінімізації енергоспоживання та максимізації швидкості інформаційного обміну.</p> <p>ПР 4. Здійснювати інформаційний та науковий пошук, використовувати бази даних і знань, критично осмислювати та інтерпретувати результати, робити висновки та формувати напрями дослідження з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду.</p> <p>ПР 5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних питань, представлення результатів досліджень та реалізації професійної діяльності у сфері електронних комунікацій і радіотехніки.</p> <p>ПР 6. Проектувати багатоканальні системи зв'язку зі спектральним, часовим та поляризаційним мультиплексуванням.</p> <p>ПР 7 Розв'язувати задачі аналізу динамічних режимів передавання інформаційних сигналів у</p> | 1 – 32     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>моделювання і оптимізації складових елементів систем та мереж зв'язку.</p> <p>Здобувач освіти повинен <b>уміти</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визначати розрахунковим та експериментальним шляхом основні характеристики складових елементів сучасних систем та мереж телекомунікацій, а також параметри якості передачі інформаційних сигналів по безпроводових, електричних та волоконно-оптичних лініях сучасних мереж зв'язку.</li> <li>- Проводити моделювання складових елементів систем зв'язку;</li> <li>- Застосовувати методи оптимізації для забезпечення заданих характеристик систем зв'язку</li> </ul> | телекомунікаційних системах.                                                                                                                                                                                                                         |  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>ПР 8. Застосовувати інструменти розробки програмного та апаратного забезпечення, пакети аналітичного та імітаційного моделювання, для розв'язання складних задач розробки, експлуатації, модернізації систем телекомунікацій та радіотехніки.</p> |  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>ПР 10. Досліджувати процеси передавання інформації у телекомунікаційних системах та мережах з використанням сучасних методів імітаційного моделювання та апаратних вимірювань, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів.</p>         |  |

#### 4. Структура навчальної дисципліни.

| №<br>п/п | Номер і назва теми                                                                                                                    | Кількість годин |                      |                        |                        |                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|          |                                                                                                                                       | лекції          | практичні<br>заняття | семінарські<br>заняття | лабораторні<br>заняття | самостійна<br>робота |
| 1        | Поняття системи та моделі. Формальні методи побудови моделей                                                                          | 2               | 2                    |                        |                        | 6                    |
| 2        | Етапи математичного моделювання. Види і особливості комп'ютерного моделювання                                                         | 2               |                      |                        |                        | 6                    |
| 3        | Поняття імітаційного моделювання. Динамічні та мережні моделі                                                                         | 2               | 2                    |                        |                        | 18                   |
| 4        | Основні поняття теорії графів. Мережі Петрі                                                                                           | 2               |                      |                        |                        | 6                    |
| 5        | Постановка задачі лінійного програмування. Особливості задач цілочислового програмування                                              | 2               | 2                    |                        |                        | 6                    |
| 6        | Методи дослідження імітаційних моделей. Методи оптимізації імітаційних моделей. Алгоритми самоорганізації моделей                     | 2               |                      |                        |                        | 10                   |
| 7        | Вибір критерію оптимальності системи. Методи знаходження Парето-оптимальних рішень                                                    | 2               | 2                    |                        |                        | 6                    |
| 8        | Побудова математичних моделей систем зв'язку. Математичний опис структури мережі зв'язку                                              | 2               |                      |                        |                        | 6                    |
| 9        | Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікація. Програмні продукти для моделювання і оптимізації систем та мереж зв'язку. | 2               | 2                    |                        |                        | 10                   |

|               |                                                                                                                                                         |           |           |  |  |            |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--|--|------------|
| 10            | Моделювання випадкових процесів у телекомунікаційних системах. Верифікація законів розподілу: показники і критерії                                      | 2         | 2         |  |  | 6          |
| 11            | Моделювання сигналів і завад у каналі телекомунікацій. Побудова імітаційної моделі OFDM сигналу                                                         | 2         |           |  |  | 18         |
| 12            | Основні відомості про мережі масового обслуговування. Порівняння характеристик систем масового обслуговування                                           | 2         | 2         |  |  | 6          |
| 13            | Приклади просторових моделей. Моделювання сигнальних конструкцій з урахуванням просторового фактору                                                     | 2         |           |  |  | 8          |
| 14            | Модель та показники безпеки критичних інформаційно-комунікаційних керуючих систем. Математичні моделі контролю якості цифрових телекомунікаційних мереж | 2         | 2         |  |  | 6          |
| 15            | Розрахунок параметрів функціонування телекомунікаційних мереж. Побудова математичних моделей для визначення часткових показників якості.                | 2         |           |  |  | 8          |
| 16            | Математичні моделі телекомунікаційної мережі в умовах великого навантаження                                                                             | 2         | 2         |  |  | 6          |
| <b>Всього</b> |                                                                                                                                                         | <b>32</b> | <b>16</b> |  |  | <b>132</b> |

#### Тематика практичних занять

| №<br>Теми | Тематика (назва) практичного заняття                                                                                                                                                                                                                          | Кількість<br>годин | Рекомендована<br>література<br>(№ з переліку) |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|
| 1.        | Аналіз загальних принципів організації систем рухомого зв'язку та технічних характеристик обладнання мобільних і базових станцій, центру комутації                                                                                                            | 2                  | 10                                            |
| 2.        | Аналіз складових елементів системи стільникового зв'язку стандарту GSM-900 та структури логічних каналів управління і алгоритмів функціонування систем GSM                                                                                                    | 2                  | 10                                            |
| 3.        | Аналіз принципів роботи систем множинного доступу з кодовим розділенням каналів. Принципи побудови системи стільникового зв'язку, реєстрації мобільних станцій, проходження викликів і регулювання потужності в стандарті з кодовим розділенням каналів IS-95 | 2                  | 10                                            |
| 4.        | Аналіз складових елементів транкінгових систем, архітектури та протоколів систем транкінгового зв'язку                                                                                                                                                        | 2                  | 10                                            |
| 5.        | Аналіз основних принципів функціонування технології LTE. Порівняння технології LTE з технологіями Wi-Fi і WiMAX                                                                                                                                               | 2                  | 10                                            |
| 6.        | Аналіз принципів організації нисхідного та висхідного радіоканалу технології LTE. Аналіз продуктивності технології LTE та структури мережевої архітектури SAE                                                                                                 | 2                  | 10                                            |
| 7.        | Аналіз функції MAC рівня технології LTE. Аналіз переваг та особливостей багатоантенних рішень для технології LTE                                                                                                                                              | 2                  | 10                                            |
| 8.        | Аналіз механізму диспетчеризації технології LTE. Аналіз                                                                                                                                                                                                       | 2                  | 11                                            |

|                     |                                                                     |           |  |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                     | принципів регулювання потужності у висхідному каналі технології LTE |           |  |
| <b>Всього годин</b> |                                                                     | <b>16</b> |  |

### Тематика самостійної роботи

| <b>№<br/>Теми</b>   | <b>Тема самостійної роботи</b>                                                    | <b>Кількість<br/>годин</b> | <b>Рекомендована<br/>література<br/>(№ з переліку)</b> |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1.                  | Дослідження складових елементів цифрових систем зв'язку у середовищі Matlab       | 6                          | 12                                                     |
| 2.                  | Моделювання систем передачі сигналів в обчислювальному середовищі Matlab-Simulink | 6                          | 13                                                     |
| 3.                  | Математичні основи оптимізації телекомунікаційних систем                          | 6                          | 14                                                     |
| 4.                  | Комп'ютерне імітаційне моделювання систем                                         | 6                          | 15                                                     |
| 5.                  | Імітаційне моделювання систем масового обслуговування                             | 6                          | 16                                                     |
| 6.                  | Задачі з аналізу і моделювання систем                                             | 6                          | 17                                                     |
| 7.                  | Новітнє покоління мереж на основі багатопротокольних технологій NGN IP/MPLS       | 6                          | 18                                                     |
| 8.                  | Імітаційне моделювання систем та процесів                                         | 6                          | 19                                                     |
| 9.                  | Моделювання систем у середовищі Matlab-Simulink                                   | 6                          | 20                                                     |
| 10.                 | Імітаційне моделювання систем та процесів кібербезпеки в середовищі Matlab        | 6                          | 21                                                     |
| 11.                 | Математичне моделювання систем і процесів                                         | 6                          | 22                                                     |
| 12.                 | Імітаційне моделювання об'єктів в телекомунікаційних системах                     | 6                          | 23                                                     |
| 13.                 | Безпроводові телекомунікаційні системи                                            | 6                          | 24                                                     |
| 14.                 | Комп'ютерне моделювання системи та засобів зв'язку з рухомими об'єктами           | 6                          | 25                                                     |
| 15.                 | Комп'ютерне моделювання складових елементів систем мобільного зв'язку             | 6                          | 26                                                     |
| 16.                 | Мережні технології. Радіорелейні та супутникові телекомунікаційні системи         | 6                          | 27                                                     |
| 17.                 | Телекомунікаційні та інформаційні мережі                                          | 6                          | 28                                                     |
| 18.                 | Лабораторний практикум у Cisco Packet Tracer                                      | 6                          | 29                                                     |
| 19.                 | Демодуляція модульованих сигналів                                                 | 6                          | 30                                                     |
| 20.                 | Спектральний аналіз. Спектральна густина                                          | 6                          | 31                                                     |
| 21.                 | Лабораторний практикум «Теорія інформації та кодування»                           | 6                          | 32                                                     |
| 22.                 | Безпроводові інформаційно-комунікаційні системи                                   | 6                          | 33                                                     |
| <b>Всього годин</b> |                                                                                   | <b>132</b>                 |                                                        |

## 5. Схема формування оцінки.

### 5.1 Шкала відповідності оцінок:

|                         |                    |        |
|-------------------------|--------------------|--------|
| Відмінно/Excellent      | Зараховано/Passed  | 90-100 |
| Добре/Good              |                    | 82-89  |
| Задовільно/Satisfactory |                    | 75-81  |
|                         |                    | 64-74  |
|                         |                    | 60-63  |
| Незадовільно/Fail       | Не зараховано/Fail | 0-59   |

### 5.2 Форми та організація оцінювання:

#### Поточний контроль

| Форма оцінювання                                  | Строки проведення оцінювання (тижні викладання) | Максимальна кількість балів |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| Виконання та захист практичних робіт              | 2,4,6,8,10,12,14,16                             | $16 \times 2 = 32$          |
| Тестування за темами самостійної роботи           | 7, 15                                           | $14 \times 2 = 28$          |
| Максимальна кількість балів за поточне оцінювання |                                                 | <b>60</b>                   |

#### Захист курсової роботи

| Форма оцінювання       | Строки проведення оцінювання (тижні викладання) | Максимальна кількість балів |
|------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| Захист курсової роботи | 16                                              | 100                         |

#### Семестровий контроль

| Форма оцінювання | Максимальна кількість балів |
|------------------|-----------------------------|
| Екзамен          | 40                          |

### 5.3 Критерії оцінювання:

| Критерії оцінювання знань здобувачів    |                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Виконання та захист практичних робіт    |                                                                                                                                                                                          |
| Бали                                    | Критерій                                                                                                                                                                                 |
| 2                                       | Завдання виконано повністю, результати отримано правильно, здобувач обґрунтовує використані методи та інтерпретує отримані результати, упевнено відповідає на запитання під час захисту. |
| 1                                       | Здобувач демонструє загальне розуміння виконаної роботи, але завдання виконано частково або містить несуттєві помилки, пояснення результатів або відповіді під час захисту є неповними.  |
| 0                                       | Здобувач не може пояснити хід виконання роботи та отримані результати, завдання не виконано або виконано неправильно.                                                                    |
| Тестування за темами самостійної роботи |                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оцінюється два тестування. Кожне тестування складається з 14 завдань за темами самостійної роботи. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал. За неправильну відповідь або відсутність відповіді бали не нараховуються. Максимальна кількість балів за одне тестування становить 14 балів. Підсумковий результат визначається сумою балів, отриманих за правильно виконані тестові завдання, максимально 28 балів.. |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Бали</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Критерій</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Правильна відповідь на 1 тестове завдання                                                                                                                                                                                                                         |
| 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Неправильна відповідь або відсутність відповіді                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Захист курсової роботи</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Здобувач не виконав курсову роботу.                                                                                                                                                                                                                               |
| 1 – 59                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ключові моменти матеріалів курсової роботи не обґрунтовані. Наявність грубих помилок в обчисленнях або перетвореннях. Отримані результати невірні.                                                                                                                |
| 60 – 74                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Наведено логічно вірну послідовність дій. Деякі з ключових моментів обґрунтовано недостатньо або не обґрунтовано. Можливі декілька помилок в обчисленнях або перетвореннях, які несуттєво впливають на правильність результатів.                                  |
| 75 – 89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Наведено логічно вірну послідовність виконання роботи. Можливі декілька не грубих помилок, які не впливають на отримані результати.                                                                                                                               |
| 90 – 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Здобувач глибоко засвоїв теоретичний матеріал, ефективно використовує його при виконанні роботи. Отримано правильні відповіді на питання членів комісії із захисту курсової роботи.                                                                               |
| <b>Екзамен</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Бали</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Критерій</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 0–23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Відповіді на екзаменаційні питання відсутні або переважно неправильні. Здобувач не володіє основними поняттями дисципліни.                                                                                                                                        |
| 24–29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Здобувач демонструє фрагментарні знання навчального матеріалу, допускає суттєві помилки під час пояснення методів моделювання та оптимізації телекомунікаційних систем і мереж, не може обґрунтувати отримані результати.                                         |
| 30–35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Здобувач засвоїв основний навчальний матеріал. Правильно пояснює основні методи моделювання та оптимізації телекомунікаційних систем і мереж, але допускає окремі неточності та недостатньо обґрунтовує висновки.                                                 |
| 36–38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Здобувач добре володіє навчальним матеріалом, логічно та послідовно викладає його, правильно аналізує моделі та результати досліджень, формулює коректні висновки. Можливі окремі несуттєві неточності                                                            |
| 39–40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Здобувач демонструє глибокі та системні знання дисципліни, вільно застосовує методи математичного та імітаційного моделювання, аргументовано обґрунтовує технічні рішення, пов'язує теоретичні положення з практичними задачами телекомунікацій та мереж зв'язку. |

**Примітка:**

Визнання Університетом результатів неформального та/або інформального навчання особи – це комплекс процедур, що встановлюють їх відповідність результатам навчання, передбаченим відповідною освітньою програмою (результатам навчання певних освітніх компонентів або програмним результатам навчання), або певному рівню освіти, за підсумками чого приймається рішення про можливість зарахування особі певних освітніх компонентів (складових освітніх компонентів) відповідної освітньої програми (у тому числі, в рамках її вибіркової складової).

Процедури визнання результатів навчання здобувачів усіх форм здобуття освіти та рівнів вищої освіти, здобутих через неформальну та/або інформальну освіту регламентує Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих через неформальну та/або інформальну освіту, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

## **6. Методи навчання, інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:**

### **Методи навчання:**

- словесні методи навчання (лекції, пояснення, консультації);
- наочні методи навчання (мультимедійні презентації, демонстрація моделей, схем, результатів моделювання та оптимізації телекомунікаційних систем і мереж);
- практичні методи навчання (виконання практичних завдань, розрахунків, аналіз і моделювання телекомунікаційних систем і мереж);
- проблемно-пошукові методи навчання (аналіз проблемних ситуацій, вибір критеріїв оптимізації, обґрунтування технічних рішень під час проєктування та модернізації телекомунікаційних систем);
- інтерактивні методи навчання (обговорення результатів досліджень, презентація та захист практичних робіт, дискусії щодо вибору моделей і методів оптимізації);
- самостійна робота (опрацювання навчальної, науково-технічної та нормативної літератури, виконання індивідуальних завдань, дослідження сучасних телекомунікаційних технологій, моделювання та аналіз результатів).

### **Інструменти та обладнання:**

Комп'ютер / ноутбук з доступом до мережі Інтернет, мультимедійне обладнання.

### **Програмне забезпечення:**

1. Програмне забезпечення: пакет хмарних сервісів Microsoft 365 A1 Plus for Faculty (Word, PowerPoint, Forms, Teams, Stream), сучасні веббраузери.
2. Програмне середовище для математичних розрахунків MathStudio.
3. Програмне середовище автоматизації науково-технічних розрахунків MATLAB.

## **7. Рекомендована література:**

### **Основна:**

1. Панченко С.В., Медиченко М.П., Лисечко В.П. Методи оптимізації та моделювання: Навч. посібник / – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – Ч.1. – 128 с.
2. Задачин В.М. Моделювання систем : конспект лекцій / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 268 с.
3. Ніколюк П.К. Моделювання систем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Вінниця: ДонНУ, 2023. - 228 с.
4. Стеценко І.В. Моделювання систем. Черкаси: Черкаський державний технологічний університет, 2010. - 399 с.
5. Безрук В.М., Рапін В.В. Основи комп'ютерного моделювання та проєктування засобів телекомунікації і радіотехніки: Навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2024. - 305 с.
6. Уривський, Л.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Л. О. Уривський, А. В. Мошинська, С. О. Осипчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 202 с.
7. Томашевський В.М. Моделювання систем: навч. підручник. К.: ВНУ, 2005. - 352 с.
8. Моделювання та оцінка параметрів якості зв'язку в телекомунікаційних мережах / За заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 132 с
9. Зінов'єва О. Г., Шаров С. В., Паламарчук І. П. Імітаційне моделювання та моделювання систем: навчальний посібник. Запоріжжя : ФОП Однорог Т.В., 2025. 203 с.
10. Дакова Л.В. Моделювання мереж мобільного зв'язку. Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт. К.: Державний університет телекомунікацій, 2018. – 74с.
11. В.П. Лисечко, І.І Сопронюк, О.С. Жученко, О.С. Волков. Вивчення принципів побудови систем безпроводового зв'язку на основі технології LTE. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Радіотехнічні системи на залізничному транспорті».

Харків: УДАЗТ, 2014. – 45с.

12. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за курсом «Основи теорії цифрових систем зв'язку». Укладачі: В.В. Гнатушенко, Д.К. Мозговий. Д.: ДНУ, 2010. – 24с.
13. Калюжний О.Я. Моделювання систем передачі сигналів в обчислювальному середовищі Matlab-Simulink. Навчальний посібник. К.: Політехніка, 2004. – 135с.
14. Математичні основи оптимізації телекомунікаційних систем: підручник. За загальною редакцією Захарченко М.В / Захарченко М.В., Горохов С.М., Балан М.М., Гаджієв М.М., Корчинський В.В., Ложковський А.Г. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 240 с.
15. Кравець І.О. Імітаційне моделювання: навчальний посібник до виконання практичних робіт із дисциплін «Моделювання систем» та «Ситуаційні моделі». – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2010. – 108 с.
16. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
17. Дубовой, В. М. Задачі з аналізу і моделювання систем: збірник задач для студентів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»: електронний збірник задач комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, М. С. Юхимчук, А. В. Галуцук – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 76 с.
18. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Новітнє покоління мереж на основі багатопротокольних технологій NGN IP/MPLS" для студентів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія" всіх форм навчання / Укл. С.Ю. Скрупський. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 46 с.
19. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
20. М.Д. Гераїмчук, Ю.Ф. Лазарєв, Т.О. Толочко. Моделювання систем у середовищі MATLAB-SIMULINK: Комп'ютерний практикум. – К.:, 2006. – 175с.
21. Імітаційне моделювання систем та процесів кібербезпеки в середовищі MATLAB: Практикум [Електронний ресурс] (Для студентів техн. спец. вищ. навч. закл.) / [А.Д. Кожухівський, Г.І. Гайдур, О.А. Кожухівська, В.В. Марченко, С.О. Алексенко]; М-во освіти і науки України, Державний університет телекомунікацій. – К: ДУТ, 2020. – 78 с.
22. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності - 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» за освітньо-професійною програмою «Телекомунікації та радіотехніка». /Укл.: О.М. С'янов, М.В. Загребасєв. Кам'янське: ДДТУ, 2024. - 51с.
23. Уривський Л.О., Мошинська А.В., Осипчук С.О. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Імітаційне моделювання об'єктів в телекомунікаційних системах» для студентів денної форми навчання спеціальності 172 – Телекомунікації та Радіотехніка. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 47с.
24. Навчальний практикум з кредитного модуля “Безпроводові телекомунікаційні системи – 2. Системи та засоби зв'язку з рухомими об'єктами“. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та виконання лабораторних робіт для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050903 “Телекомунікації” / Укл. В.Г. Абакумов, П.В. Попович, К.О. Трапезон. – К.: Аверс, 2013. – 146 с.
25. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Системи мобільного зв'язку» Частина 1 / укладачі: В. В. Гриненко, О.В. Д'яченко. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 35 с.
26. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Системи мобільного зв'язку» Частина 2 / укладач: В. В. Гриненко, О.В. Д'яченко. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 66 с.
27. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Мережні технології. Радіорелейні та супутникові телекомунікаційні системи" для студентів усіх

- форм навчання за напрямом підготовки 6.050903 "Телекомунікації" / Укл. В.С. Лазебний, П.В. Попович, М.Г. Лискова. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 57 с.
28. Гикавий, В. А. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : лабораторний практикум / В. А. Гикавий, О. С. Городецька. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 103 с.
29. «Телемедицина та комп'ютерні мережі: Лабораторний практикум у Cisco Packet Tracer»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / уклад. В.А. Данілова, В.В. Шликов; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 73 с.
30. Демодуляція модульованих сигналів. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи ТЕЗ-1 з дисципліни «Теорія електричного зв'язку» для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.І. Нікольська, І.Г. Олішевський. – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 17 с.
31. Спектральний аналіз. Спектральна густина. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи ТЕЗ-3 з дисципліни «Теорія електричного зв'язку» для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.І. Нікольська, І.Г. Олішевський ; – Дніпро : НТУ«ДП», 2020. – 24 с.
32. Г.І. Гайдур., З.З. Бондаренко, В.В. Марченко, Н.С. Чумак. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни “Теорія інформації та кодування” Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – Київ: ДУТ, ННІЗІ, 2021. – 50с.
33. Безпроводові інформаційно-комунікаційні системи: Системи мобільного зв'язку. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / К. С. Сундучков, І. В. Кононова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 59 с.

#### **Додаткова:**

1. Голь В.Д., Ірха М.С., Пелешок Є.В., Хахлюк О.А. Онови управління інформаційно-телекомунікаційними мережами: конспект лекцій. Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 114 с.
2. Климаш М.М., Пелішок В.О., Михайленіч П.М. Технології безпроводного зв'язку. – Л.: Львівська політехніка, 2007. – 818 с.
3. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Нові інформаційні технології: Транспортні мережі телекомунікацій. Техніка. 2011. – 488 с.
4. Голь В.Д., Ірха М.С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: навчальний посібник. Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 250 с.
5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж. – К.: Техніка, 2012. – 368 с.
6. Проектування та експлуатація сучасних мереж широкопasmового доступу: навч. посіб. для дипломного проектування та магістерських робіт / [В.О. Балашов, А.Г. Лашко, Л.М. Ляховецький, В.І. Орешков]. – Одеса: РВЦ ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. – 267 с.
7. Гнатушенко В.В., Дробахін О.О., Корчинський В.М. Системи супутникового та стільникового зв'язку. – Д.: ДНУ, 2012. – 80 с.
8. Уривський Л.О. Методичні рекомендації з навчальної дисципліни “Імітаційне моделювання об'єктів в телекомунікаційних системах” [Електронний ресурс] / Уривський Л.О., Мошинська А.В., Осипчук С.О. – К.: ІТС КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 56 с.
9. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління: конспект лекцій. Модуль 5.2 / Педяш В.В. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. – 76 с.
10. Основи теорії телекомунікацій і радіотехніки [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: П. В. Кучернюк. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 290 с.
11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Широкопasmові технології телекомунікацій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» всіх форм навчання. Частина IV / Укл.: В.С. Кабак, Г.Ф. Вишник. – Запоріжжя: НУ «Запорізька

політехніка», 2019. – 60с.

12. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Широкосмугові технології телекомунікацій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» всіх форм навчання. Частина II / Укл. В.С. Кабак, Г.М. Сидоренко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019, – 70 с.

13. Леонтєв О.Є. Системи радіозв'язку. – Житомир: ЖВІРЕ, 2016. - 228 с.

14. Сигнали та їх перетворення при цифровій обробці. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи ЦОС-1 з дисципліни «Цифрова обробка сигналів» студентами спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / О.Ю. Гусєв, І.Г. Олішевський, О.І. Нікольська ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 16 с.

15. Гнатушенко В.В., Корчинський В.М., Реута О.В. Програмне забезпечення телекомунікаційних систем. – Д.: ДНУ, 2015. - 80 с.

16. Спектральний аналіз. Спектральна густина. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи ТЕЗ-3 з дисципліни «Теорія електричного зв'язку» для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.І. Нікольська, І.Г. Олішевський ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 24 с.

## **8. Інформаційні ресурси:**

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> .

2. Наукова бібліотека ДНУ <http://library.dnu.dp.ua>

3. Електронний каталог бібліотеки ДНУ <http://lib.dnu.dp.ua/>

4. Репозиторій ДНУ <https://repository.dnu.dp.ua/> .

5. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.

6. <https://www.forsk.com/atoll-overview>

7. <https://smath.com>.