

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

|  |  |
|--|--|
| <b>Повна назва навчальної дисципліни</b>         | Чисельні методи  |
| <b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b> | Сумський державний університет   |
| <b>Повна назва структурного підрозділу</b>       | Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра комп'ютерних наук   |
| <b>Розробник(и)</b>                              | Шовкопляс Оксана Анатоліївна   |
| <b>Рівень вищої освіти</b>                       | Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл   |
| <b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b> | один семестр   |
| <b>Обсяг навчальної дисципліни</b>               | Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 64 год. становить контактна робота з викладачем (24 год. лекцій, 40 год. лабораторних занять), 86 год. становить самостійна робота. |
| <b>Мова викладання</b>                           | Українська   |

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

|   |  |
|---|--|
| <b>Статус дисципліни</b>                  | Обов'язкова навчальна дисципліна освітньої програми "Кіберспорт та розробка комп'ютерних ігор" |
| <b>Передумови для вивчення дисципліни</b> | Вища математика, Програмування   |
| <b>Додаткові умови</b>                    | Додаткові умови відсутні   |
| <b>Обмеження</b>                          | Обмеження відсутні   |

### 3. Мета навчальної дисципліни

Набуття теоретичних знань та практичних навичок використання чисельних методів для вирішення задач прикладної математики із наближеними обчисленнями, виконання програмної реалізації чисельних методів, аналізу похибок обчислень.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ до курсу "Чисельні методи"

Коректність, обумовленість та стійкість обчислювальної задачі. Похибки обчислень.

|  |
|--|
| <p>Тема 2 Чисельні методи розв'язування рівнянь та систем рівнянь</p> <p>Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь. Точні та наближені методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Ітераційні та градієнтні методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь.</p> |
| <p>Тема 3 Апроксимація функцій</p> <p>Поліноміальна та сплайн-інтерполяція функцій. Середньоквадратична апроксимація. Метод найменших квадратів.</p>   |
| <p>Тема 4 Чисельне диференціювання та інтегрування функцій</p> <p>Формули чисельного диференціювання. Чисельні методи інтегрування. Апостеріорні та апостеріорні оцінки точності обчислень.</p>  |
| <p>Тема 5 Чисельне розв'язування звичайних диференціальних рівнянь</p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Однокрокові та багатокрокові методи. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь.</p>  |

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

|     |  |
|-----|--|
| РН1 | Обґрунтовувати й аналізувати вибір конкретного типу моделі та алгоритму чисельних методів при вирішенні відповідних практичних задач, з попереднім визначенням їх типу.                  |
| РН2 | Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач. |
| РН3 | Проектувати, програмувати, тестувати й налагоджувати програми, що реалізують чисельні методи.  |
| РН4 | Отримувати числовий результат; оцінювати похибку, що виникла в результаті розв'язання і проінтерпретувати одержані результати.   |

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 122 Комп'ютерні науки:

|      |  |
|------|--|
| ПР5  | Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення       |
| ПР7  | Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення |
| ПР13 | Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань   |

## 7. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних компетентностей

Програмні компетентності, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:  
Для спеціальності 122 Комп'ютерні науки:

|     |   |
|-----|---|
| ПК1 | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу        |
| ПК2 | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях         |
| ПК3 | Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт |

## 8. Види навчальних занять

|   |
|---|
| <b>Тема 1. Вступ до курсу "Чисельні методи"</b>   |
| <p>Лк1 "Коректність, обумовленість та стійкість обчислювальних задач. Джерела похибок обчислень. Усувні та неусувні похибки." (денна)</p> <p>Аналіз умови задачі на наявність чи відсутність розв'язку задачі. Міра обумовленості задачі. Чотири типи похибок, що впливають на точність результату. Оцінка стійкості розв'язків задачі. Критерії стійкості.</p> |
| <b>Тема 2. Чисельні методи розв'язування рівнянь та систем рівнянь</b>  |
| <p>Лк2 "Чисельні методи розв'язування нелінійних рівнянь." (денна)</p> <p>Етапи розв'язування нелінійних рівнянь. Графічне та аналітичне відділення кореня. Метод простої ітерації та метод Ньютона. Достатні умови збіжності ітераційних методів.</p>  |
| <p>Лк3 "Чисельні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь." (денна)</p> <p>Точні та наближені методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гаусса та його модифікації. Метод простої ітерації та метод Зейделя.</p>  |
| <p>Лк4 "Обумовленість та стійкість розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь." (денна)</p> <p>Міра обумовленості системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Визначення відносної похибки впливу вхідних даних на результат. Стійкість розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Достатні критерії стійкості. Асимптотична стійкість.</p>             |
| <p>Лк5 "Чисельні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь." (денна)</p> <p>Ітераційні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації. Метод Ньютона. Градієнтні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь.</p>   |
| <p>Лб1 "Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь (частина 1)." (денна)</p> <p>Розв'язати нелінійне рівняння з заданою точністю. Відокремити корені графічно та аналітично. Метод бісекції.</p>   |
| <p>Лб2 "Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь (частина 2)." (денна)</p> <p>Розв'язати рівняння ітераційним методом, методом Ньютона. Програмна та пакетна реалізація алгоритму.</p>   |

|   |
|---|
| <p>Лб3 "Чисельне розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь" (денна)<br/>Розв'язати систему лінійних рівнянь з заданою точністю. Використати ітераційний метод Зейделя. Дослідити збіжність методу.</p>  |
| <p>Лб4 "Використання точних методів розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь в MathCad" (денна)<br/>Визначення єдиного розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь модифікаціями методу Гаусса, матричним методом.</p>                          |
| <p>Лб5 "Обумовленість системи лінійних алгебраїчних рівнянь та стійкість її розв'язків" (денна)<br/>Визначення міри обумовленості та відносної похибки впливу вхідних даних на результат. Дослідження спектра матриці системи для перевірки на стійкість.</p> |
| <p>Лб6 "Ітераційні методи розв'язування системи нелінійних алгебраїчних рівнянь" (денна)<br/>Знаходження розв'язку з заданою точністю методом простої ітерації та методом Ньютона.</p>  |
| <p>Лб7 "Оптимізаційні методи розв'язування системи нелінійних алгебраїчних рівнянь" (денна)<br/>Метод градієнтного спуску для визначення розв'язків системи нелінійних алгебраїчних рівнянь</p>   |
| <p>Лб8 "Підсумкове заняття" (денна)<br/>Обговорення у формі дискусії питань, пов'язаних із реалізацією завдань в рамках лабораторних занять за темою 2 "Чисельні методи розв'язування рівнянь та систем рівнянь"</p>  |
| <p><b>Тема 3. Апроксимація функцій</b></p>  |
| <p>Лк6 "Інтерполяція функції" (денна)<br/>Поліноміальна інтерполяція. Інтерполяційні поліноми Лагранжа і Ньютона. Лінійний і кубічний сплайни.</p>  |
| <p>Лк7 "Середньоквадратична апроксимація" (денна)<br/>Метод найменших квадратів для точкової апроксимації. Лінійна та нелінійна регресія.</p>   |
| <p>Лб9 "Аналітичний опис результатів експериментів за методом найменших квадратів" (денна)<br/>Для таблично заданої функції визначити оптимальну апроксимацію за методом найменших квадратів.</p>   |
| <p>Лб10 "Середньоквадратична апроксимація функції" (денна)<br/>Побудова лінійної та нелінійної регресій. Вибір оптимального наближення.</p>   |

|   |
|---|
| <p>Лб11 "Інтерполяція функції за допомогою полінома Лагранжа" (денна)<br/>Побудова інтерполяційного полінома. Априорна оцінка похибки наближення. Вибір вузлів інтерполяції.</p>  |
| <p>Лб12 "Інтерполяційні поліноми Ньютона" (денна)<br/>Вибір оптимального інтерполюючого полінома. Інтерполяція вперед і назад.</p>  |
| <p>Лб13 "Інтерполяція сплайнами" (денна)<br/>Побудова кубічного сплайна. Оцінка похибки наближення.</p>   |
| <p>Лб14 "Підсумкове заняття" (денна)<br/>Обговорення у формі дискусії питань, пов'язаних із реалізацією завдань в рамках лабораторних занять за темою 3 "Апроксимація функцій".</p>   |
| <p><b>Тема 4. Чисельне диференціювання та інтегрування функцій</b></p>  |
| <p>Лк8 "Чисельне диференціювання функції однієї змінної" (денна)<br/>Формули чисельного диференціювання. Априорна та апостеріорна оцінка точності. Правило Рунге.</p>   |
| <p>Лк9 "Чисельне інтегрування функції однієї змінної" (денна)<br/>Квадратурні формули інтерполяційного типу. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. Оцінка точності за правилом Рунге.</p>  |
| <p>Лб15 "Чисельне диференціювання функції." (денна)<br/>Скінченні та розділені різниці. Формули чисельного диференціювання.</p>   |
| <p>Лб16 "Чисельне інтегрування функції" (денна)<br/>Визначення інтеграла з заданою точністю за формулою Сімпсона. Оцінка точності за правилом Рунге.</p>  |
| <p><b>Тема 5. Чисельне розв'язування звичайних диференціальних рівнянь</b></p>  |
| <p>Лк10 "Однокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку" (денна)<br/>Метод Ейлера. Методи Рунге-Кутти другого та четвертого порядків. Виведення формул. Оцінка точності розв'язку.</p>                |
| <p>Лк11 "Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку." (денна)<br/>Методи Адамса- Башфорта. Метод прогнозу і корекції. Методи розв'язування задачі Коші для системи диференціальних рівнянь.</p> |

|  |
|--|
| Лк12 "Чисельне розв'язування крайової задачі для диференціальних рівнянь вищих порядків" (денна)<br>Зведення до задачі Коші для системи диференціальних рівнянь першого порядку. Метод скінченних різниць.   |
| Лб17 "Чисельне розв'язування задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку" (денна)<br>Розв'язування задачі Коші методом Рунге-Кутти четвертого порядку з заданою точністю.  |
| Лб18 "Чисельне розв'язування задачі Коші для системи диференціальних рівнянь першого порядку" (денна)<br>Метод прогнозу і корекції. Оцінка точності за правилом Рунге.   |
| Лб19 "Чисельне розв'язування крайової задачі для диференціального рівняння другого порядку" (денна)<br>Розв'язування крайової задачі з заданою точністю методом скінченних різниць.  |
| Лб20 "Підсумкове заняття" (денна)<br>Обговорення у формі дискусії питань, пов'язаних із реалізацією завдань в рамках лабораторних занять за темами 4 "Чисельне диференціювання та інтегрування функцій" та 5 "Чисельне розв'язування звичайних диференціальних рівнянь". |

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

|     |                     |
|-----|---------------------|
| МН1 | Лекційне навчання   |
| МН2 | Електронне навчання |
| МН3 | Самостійне навчання |

В лекціях розглядаються основи чисельних методів розв'язання математичних задач і формують у здобувачів навички обґрунтовувати й аналізувати вибір конкретного типу моделі та алгоритму чисельних методів при вирішенні практичних задач, з попереднім визначенням їх типу (РН1). Лекції доповнюються лабораторними заняттями, які дозволяють здобувачам закріпити теоретичні знання та розвинути практичні навички (РН2, РН3, РН4). Електронне навчання є основою усіх видів навчальної діяльності здобувачів на єдиній навчальній платформі Міх. Самостійне навчання реалізується при виконанні обов'язкової контрольної роботи, підготовці до лекцій, лабораторних занять, атестацій, іспиту.

### 9.2 Види навчальної діяльності

|     |   |
|-----|---|
| НД1 | Інтерактивні лекції                                     |
| НД2 | Електронне навчання у системах Міх, Zoom                |
| НД3 | Виконання та презентація результатів лабораторних робіт |

|     |  |
|-----|--|
| НД4 | Виконання та презентація результатів обов'язкової контрольної роботи |
| НД5 | Підготовка до атестацій та підсумкового контролю                     |

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

| Визначення  | Чотирибальна національна шкала оцінювання | Рейтингова бальна шкала оцінювання |
|---|---|------------------------------------|
| Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок | 5 (відмінно)                              | $90 \leq RD \leq 100$              |
| Вище середнього рівня з кількома помилками            | 4 (добре)                                 | $82 \leq RD < 89$                  |
| Загалом правильна робота з певною кількістю помилок   | 4 (добре)                                 | $74 \leq RD < 81$                  |
| Непогано, але зі значною кількістю недоліків          | 3 (задовільно)                            | $64 \leq RD < 73$                  |
| Виконання задовольняє мінімальним критеріям           | 3 (задовільно)                            | $60 \leq RD < 63$                  |
| Можливе повторне складання                            | 2 (незадовільно)                          | $21 \leq RD < 59$                  |
| Можливе одноразове повторне складання                 | 2 (незадовільно)                          | $0 \leq RD < 20$                   |

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

|  | Характеристика   | Дедлайн, тижні            | Зворотний зв'язок |
|--|--|---------------------------|-------------------|
| МФО1<br>Самооцінка поточного тестування  | Тести для самоперевірки - інструмент, який дозволяє здобувачам оцінити свій власний рівень розуміння матеріалу та визначити напрямки для подальших вдосконалень. | Наприкінці кожної лекції  | Mix               |
| МФО2<br>Перевірка та аналіз письмових звітів   | Письмові коментарі викладача за результатами перевірки звітів з лабораторних робіт та подальший їх аналіз на лабораторних заняттях                               | кожне лабораторне заняття | Mix, Telegram     |
| МФО3<br>Надання зворотного зв'язку про результати перевірки виконання обов'язкової контрольної роботи здобувачем | Обговорення результатів виконання обов'язкової контрольної роботи з метою відзначення досягнень здобувачів, аналізу помилок, планування подальшої роботи.        | 15 тиждень                | Mix, Zoom         |

|   |  |  |      |
|---|--|--|------|
| МФО4<br>Опитування та усні коментарі викладача за його результатами | Обговорення результатів лабораторних робіт, теоретичних положень з метою уточнення та пояснення навчального матеріалу. | протягом лабораторних і лекційних занять | Zoom |
|---|--|--|------|

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

|  | Характеристика   | Дедлайн, тижні      | Зворотний зв'язок |
|--|--|---------------------|-------------------|
| МСО1<br>Підсумковий контроль: екзамен                                  | Додатковий семестровий контроль знань (ДСК) проводиться у письмовій формі за контрольними завданнями, а також шляхом тестування з використанням Міх. | екзаменаційна сесія | Міх               |
| МСО2<br>Проміжні модульні контролю у формі тестування                  | Модульні контролю знань проводяться шляхом тестування на єдиній навчальній платформі Міх.  | 9 та 18 тижні       | Міх               |
| МСО3<br>Оцінювання звітів з лабораторних робіт                         | Аналіз інформації, представленої у звіті, та визначення рівня розуміння та вміння здобувача  | протягом семестру   | Міх, Zoom         |
| МСО4<br>Оцінювання змістовних аспектів обов'язкової контрольної роботи | Оцінка рівня розуміння основних концепцій та змісту навчального матеріалу, а також ефективності практичного застосування отриманих знань             | 17-18 тижні         | Міх, Zoom         |

### Контрольні заходи:

|   |     | Максимальна кількість балів | Можливість перекладання з метою підвищення оцінки |
|---|-----|-----------------------------|---|
| <b>Перший семестр вивчення</b>                      |     | <b>100 балів</b>            |   |
| МСО1. Підсумковий контроль: екзамен                 |     | <b>40</b>                   |   |
|   |     | 40                          | Ні  |
| МСО2. Проміжні модульні контролю у формі тестування |     | <b>12</b>                   |   |
|   | 2x6 | 12                          | Ні  |
| МСО3. Оцінювання звітів з лабораторних робіт        |     | <b>40</b>                   |   |

|  |      |    |    |
|--|------|----|----|
|  | 20x2 | 40 | Ні |
| МСО4. Оцінювання змістовних аспектів обов'язкової контрольної роботи |      | 8  |    |
|  |      | 8  | Ні |

Поточний контроль знань проводиться протягом семестру у формі захисту лабораторних робіт та обов'язкової контрольної роботи. Проміжні атестації проводяться наприкінці модулів, підсумкова атестація проводиться під час екзаменаційної сесії. Форма проведення атестацій - тестування (письмові контрольні роботи). Для підготовки до атестацій використовуються матеріали лекцій та рекомендована література. Засвоєння здобувачем програмного матеріалу дисципліни вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

|     |  |
|-----|--|
| ЗН1 | Екосистема навчальних ресурсів СумДУ   |
| ЗН2 | Комп'ютер з виходом до мережі Internet   |
| ЗН3 | Прикладне програмне забезпечення (Internet-браузер)                                |
| ЗН4 | Прикладне програмне забезпечення (Excel, MathCad, Microsoft Visual studio, Python) |

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

| Основна література   |   |
|----------------------|---|
| 1                    | Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Чисельні методи: Навчальний посібник. / Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с - <a href="http://repository.vsau.org/card.php?lang=uk&amp;id=27703">http://repository.vsau.org/card.php?lang=uk&amp;id=27703</a>                                  |
| 2                    | Чисельні методи: теорія і практика : навч. посіб. / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 166 с. - <a href="https://eprints.kname.edu.ua/62005/">https://eprints.kname.edu.ua/62005/</a>   |
| 3                    | Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник / С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 228 с. - <a href="https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42195">https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42195</a>  |
| 4                    | Матюшенко М. В. Методи наближених обчислень [Електронний ресурс] : навч. посібник / М. В. Матюшенко, Є. М. Сівак ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – 92 с. – <a href="http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/59989">http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/59989</a> |
| Допоміжна література |   |
| 1                    | Вища математика. Числові методи: методичні рекомендації до самостійної роботи для студентів технічних спеціальностей / уклад. : І. О. Ластівка, В. К. Репета, О. Д. Глухов. – К.: НАУ, 2020.– 56 с. - <a href="https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/57885">https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/57885</a>                                       |

|   |   |
|---|---|
| 2                                       | Моделювання систем та методи оптимізацій. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / укл. В. М. Задачин; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (1,40 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. - 217 с. - <a href="http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22458">http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22458</a> |
| 3                                       | Чисельні методи в комп'ютерних науках: навч. посіб. Т.2 / В. А. Андруник, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник та ін.; за ред. В.В. Пасічника. - Львів: Новий Світ-2000, 2018. - 536 с. - <a href="https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.699683">https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.699683</a>   |
| 4                                       | Чисельні методи в комп'ютерних науках: навч. посіб. Т.1 / В. А. Андруник, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник та ін. - Львів : Новий Світ-2000, 2017. - 470 с. - <a href="https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.699692">https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.699692</a>   |
| 5                                       | Чисельні методи. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. О. Абакумова – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 74 с. - <a href="https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43117">https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43117</a>   |
| <b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b> |   |
| 1                                       | Шовкопляс О.А. Чисельні методи - <a href="https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/5e9d8e8b-4833-4535-8b0c-db30a3f6d95b">https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/5e9d8e8b-4833-4535-8b0c-db30a3f6d95b</a> (електронний курс на освітній платформі ліцензіата)  |
| 2                                       | Steven G. Johnson Introduction to Numerical Methods - <a href="https://ocw.mit.edu/courses/18-335j-introduction-to-numerical-methods-spring-2019/">https://ocw.mit.edu/courses/18-335j-introduction-to-numerical-methods-spring-2019/</a>   |
| 3                                       | Programming Numerical Methods in Python - <a href="https://ua.udemy.com/course/programming-numerical-methods-in-python/">https://ua.udemy.com/course/programming-numerical-methods-in-python/</a>   |

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| № з/п  | Програма навчальної дисципліни                           | Усього годин | Навчальна робота, аудиторних годин |           |                   |                    | Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин |                                  |                                 |                                  |                                   |  |
|--|--|--------------|------------------------------------|-----------|-------------------|--------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|
|  |  |              | Усього, ауд. год.                  | Лекції    | Практичні заняття | Лабораторні роботи | Усього, год.  | Самостійне опрацювання матеріалу | Підготовка до практичних занять | Підготовка до лабораторних робіт | Підготовка до контрольних заходів | Виконання самостійних позааудиторних завдань |
| 1  | 2  | 3            | 4                                  | 5         | 6                 | 7                  | 8   | 9                                | 10                              | 11                               | 12                                | 13   |
| <b>денна форма навчання</b>                                  |  |              |                                    |           |                   |                    |   |                                  |                                 |                                  |                                   |  |
| 1  | Вступ до курсу "Чисельні методи"                         | 2.5          | 2                                  | 2         | 0                 | 0                  | 0.5   | 0.5                              | 0                               | 0                                | 0                                 | 0  |
| 2  | Чисельні методи розв'язування рівнянь та систем рівнянь  | 34           | 24                                 | 8         | 0                 | 16                 | 10  | 2                                | 0                               | 8                                | 0                                 | 0  |
| 3  | Апроксимація функцій                                     | 23           | 16                                 | 4         | 0                 | 12                 | 7   | 1                                | 0                               | 6                                | 0                                 | 0  |
| 4  | Чисельне диференціювання та інтегрування функцій         | 11           | 8                                  | 4         | 0                 | 4                  | 3   | 1                                | 0                               | 2                                | 0                                 | 0  |
| 5  | Чисельне розв'язування звичайних диференціальних рівнянь | 19.5         | 14                                 | 6         | 0                 | 8                  | 5.5   | 1.5                              | 0                               | 4                                | 0                                 | 0  |
| <b>Контрольні заходи</b>                                     |  |              |                                    |           |                   |                    |   |                                  |                                 |                                  |                                   |  |
| 1  | екзамен  | 30           | 0                                  | 0         | 0                 | 0                  | 30  | 0                                | 0                               | 0                                | 30                                | 0  |
| <b>Індивідуальні завдання</b>                                |  |              |                                    |           |                   |                    |   |                                  |                                 |                                  |                                   |  |
| 1  | інші індивідуальні завдання                              | 30           | 0                                  | 0         | 0                 | 0                  | 30  | 0                                | 0                               | 0                                | 0                                 | 30   |
| <i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i> |  | <i>150</i>   | <i>64</i>                          | <i>24</i> | <i>0</i>          | <i>40</i>          | <i>86</i>   | <i>6</i>                         | <i>0</i>                        | <i>20</i>                        | <i>30</i>                         | <i>30</i>                                    |