

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра прикладної математики**

**Затверджено**

На засіданні  
кафедри прикладної математики  
факультету прикладної математики та  
інформатики  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 31 серпня 2023р. )

Завідувач кафедри



Юрій ЯЩУК

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Системи комп’ютерної математики”,**  
**що викладається в межах першого (бакалаврського) рівня**  
**вищої освіти для здобувачів**  
**з спеціальності 113 Прикладна математика**

Львів 2023 р.

|  |  |
|--|--|
| <b>Назва дисципліни</b>  | <b>Системи комп'ютерної математики</b>   |
| <b>Адреса викладання дисципліни</b>                              | Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка<br>м. Львів, вул. Університетська 1  |
| <b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>       | Факультет прикладної математики та інформатики<br>Кафедра прикладної математики  |
| <b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>                 | 11 – математика та статистика<br>113 – прикладна математика  |
| <b>Викладачі дисципліни</b>                                      | Щербатий Михайло Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри прикладної математики,<br>Борисюк Ярина Євгенівна, асистент кафедри прикладної математики (лабораторні заняття)   |
| <b>Контактна інформація викладачів</b>                           | <a href="mailto:mykhaylo.shcherbatyy@lnu.edu.ua">mykhaylo.shcherbatyy@lnu.edu.ua</a> ;<br><a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/shcherbatyy">https://ami.lnu.edu.ua/employee/shcherbatyy</a><br><a href="mailto:yaryna.borysyuk@lnu.edu.ua">yaryna.borysyuk@lnu.edu.ua</a> ;<br><a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/borysyuk-ya-e">https://ami.lnu.edu.ua/employee/borysyuk-ya-e</a><br>Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 278.<br>м. Львів, вул. Університетська, 1  |
| <b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b> | Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).   |
| <b>Сторінка курсу</b>  | <a href="https://ami.lnu.edu.ua/course/systems-of-computer-mathematics-applied-mathematics">https://ami.lnu.edu.ua/course/systems-of-computer-mathematics-applied-mathematics</a>  |
| <b>Інформація про дисципліну</b>                                 | Дисципліна “Системи комп'ютерної математики” є дисципліною на вибір зі спеціальності 113 Прикладна математика, яка викладається в 5-му семестрі в обсязі 4-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).  |
| <b>Коротка анотація дисципліни</b>                               | Основну увагу в курсі приділено системам комп'ютерної математики MatLab та Octave. Дані системи є найбільш придатними для задач, розв'язування яких вимагає застосування числових алгоритмів. Вивчаються базові концепції мов програмування систем MatLab та Octave, які дають можливість ефективно реалізовувати алгоритми розв'язування різноманітних прикладних задач (з використанням бібліотек функцій систем MatLab та Octave); подавати отримані результати у числовому та графічному вигляді та імпортувати їх в інші пакети (а також експортувати дані з інших пакетів); розробляти застосування з графічним інтерфейсом (GUI). |
| <b>Мета та цілі дисципліни</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Огляд систем комп'ютерної математики, їхнє призначення та характеристики;</li> <li>• Надати студентам можливість поліпшити свої навички програмування різноманітних алгоритмів за допомогою систем MatLab та Octave;</li> <li>• Навчити студентів застосовувати системи комп'ютерної математики для розв'язування різноманітних прикладних задач, які вимагають використання числових і аналітичних методів; основну увагу</li> </ul>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>приділену системам MatLab та Octave;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навчити студентів розробляти програмні продукти з використанням графічного інтерфейсу користувача.</li> </ul>   |
| <b>Література для вивчення дисципліни</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stormy A. MATLAB: A practical introduction to programming and problem solving. – Elsevier Inc., 2017. – 574 p.</li> <li>2. Gilat A. MATLAB: An introduction with applications. – John Wiley &amp; Sons, Inc., 2015. – 406 p.</li> <li>3. Rogel-Salazar J. Essential Matlab and Octave. - CRC Press, 2015. – 258 p.</li> <li>4. Кравченко І. В., Микитенко В. І. Інформаційні технології: Системи комп'ютерної математики. [Електронний ресурс] : навч. посіб. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243с.</li> <li>5. Quarteroni A., Saleri F., Gervasio P. Scientific Computing with MATLAB and Octave. - Springer, 2014. – 465 p.</li> <li>6. MATLAB Homepage: <a href="http://www.mathworks.com/products/matlab/">http://www.mathworks.com/products/matlab/</a>.</li> <li>7. GNU Octave Homepage: <a href="http://www.gnu.org/software/octave/">http://www.gnu.org/software/octave/</a>.</li> </ol> |
| <b>Обсяг курсу</b>                        | Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 години лекцій та 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 56 год.  |
| <b>Очікувані результати навчання</b>      | <p><i>У результаті вивчення даного курсу студент буде знати:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• можливості систем комп'ютерної математики MatLab та Octave для розв'язування різноманітних прикладних задач, які вимагають застосування числових та аналітичних методів;</li> <li>• можливості пакетів для роботи з структурами даних, графікою та розробки графічного інтерфейсу.</li> </ul> <p><i>вміти:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• використовувати функції MatLab та Octave (вбудовані функції та ToolBoxes) для розв'язування різноманітних прикладних задач, які вимагають застосування числових методів та аналітичних перетворень;</li> <li>• розробляти необхідне програмне забезпечення в системах MatLab та Octave (в тому числі з графічним інтерфейсом користувача);</li> <li>• обробляти масиви даних різних типів та використовувати графічні можливості пакетів для візуалізації даних.</li> </ul>  |
| <b>Ключові слова</b>                      | MatLab, Octave, сценарії та функції, масиви структур, масивам комірок, GUI, GUIDE.   |
| <b>Формат курсу</b>                       | Очний.<br>Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.  |
| <b>Теми</b>                               | Подано нижче у таблиці Схема курсу “Комп'ютерне моделювання динамічних систем з розподіленими параметрами”   |
| <b>Підсумковий контроль, форма</b>        | Залік  |
| <b>Пререквізити</b>                       | Для вивчення даного курсу студенти потребують базових знань з курсів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Математичний аналіз;</li> <li>- Лінійна алгебра;</li> <li>- Теорії ймовірностей та математичної статистики;</li> <li>- Диференціальні рівняння;</li> </ul>  |

|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Чисельні методи;</li> <li>- Програмування.</li> </ul>   |                                 |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
|---|--|---------------------------------|--------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|---------------------------------|--|---|----------|----------|----------|---|------------|---|------------|---------|-------|---|---|-------|---------|---|------------|---------|------------|---|---|-----------|---------|--------|--------------|--------|--------------|---|
| <b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b> | Презентації, лекції, матеріали лабораторних занять<br>Домашні та індивідуальні завдання  |                                 |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| <b>Необхідне обладнання</b>   | Комп'ютер із одним із пакетів - MATLAB/Octave, Internet доступ.  |                                 |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| <b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>                | Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.  |                                 |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
|   | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Оцінка за шкалою ECTS</th> <th rowspan="2">Оцінка в балах</th> <th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th> <th rowspan="2">залік</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Екзамен, диференційований залік</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Відмінно</td> <td>100 - 90</td> <td>Відмінно</td> <td>5</td> <td rowspan="5">зараховано</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Дуже добре</td> <td>81 - 89</td> <td rowspan="2">Добре</td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Добре</td> <td>71 - 80</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Задовільно</td> <td>61 - 70</td> <td rowspan="2">Задовільно</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Достатньо</td> <td>51 - 60</td> </tr> <tr> <td>FX (F)</td> <td>Незадовільно</td> <td>0 - 50</td> <td>Незадовільно</td> <td>2</td> <td>не зараховано</td> </tr> </tbody> </table>   | Оцінка за шкалою ECTS           |              | Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою |                               | залік | Екзамен, диференційований залік |  | A | Відмінно | 100 - 90 | Відмінно | 5 | зараховано | B | Дуже добре | 81 - 89 | Добре | 4 | C | Добре | 71 - 80 | D | Задовільно | 61 - 70 | Задовільно | 3 | E | Достатньо | 51 - 60 | FX (F) | Незадовільно | 0 - 50 | Незадовільно | 2 |
| Оцінка за шкалою ECTS   |  |                                 |              |                | Оцінка в балах                | Оцінка за національною шкалою |       | залік                           |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
|   |  | Екзамен, диференційований залік |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| A   | Відмінно   | 100 - 90                        | Відмінно     | 5              | зараховано                    |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| B   | Дуже добре   | 81 - 89                         | Добре        | 4              |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| C   | Добре  | 71 - 80                         |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| D   | Задовільно   | 61 - 70                         | Задовільно   | 3              |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| E   | Достатньо  | 51 - 60                         |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
| FX (F)  | Незадовільно   | 0 - 50                          | Незадовільно | 2              | не зараховано                 |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |
|   | <p>Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• домашні завдання : 12% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 12 (4 завдання по 3 бали);</li> <li>• контрольна робота : 18% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 18;</li> <li>• індивідуальне завдання : 11% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 11;</li> <li>• активність на заняттях: 9% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 9;</li> <li>• курсовий проект: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 (презентація, виступ – 20 балів; програма – 20 балів; звіт – 10 балів).</li> </ul> <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p>Для кожного завдання встановлено терміни здачі. Завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.</p> <p><b>Критерії оцінювання домашніх завдань, індивідуального завдання, контрольної роботи, курсового проекту.</b> За кожне завдання студент отримує <math>SZ</math> балів, які обчислюється за формулою</p> $SZ=S*k,$ <p>де <math>k</math> – коефіцієнт виконання завдання, <math>k \in [0,1]</math>, <math>S</math> – максимальне кількість балів за дане завдання.</p> |                                 |              |                |                               |                               |       |                                 |  |   |          |          |          |   |            |   |            |         |       |   |   |       |         |   |            |         |            |   |   |           |         |        |              |        |              |   |

| $k$ – коефіцієнт виконаного завдання | Критерії оцінювання   |
|--------------------------------------|---|
| $k \in [0.9, 1]$                     | Студент повністю виконав умови завдання; алгоритм реалізовано правильно; відповідає на практично на всі запитання (у випадку курсового проекту), пов'язані з тематикою завдання; проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів.                                 |
| $k \in [0.7, 0.9)$                   | Студент повністю виконав умови завдання; алгоритм реалізовано правильно; на деякі питання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями (у випадку курсового проекту); проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями.              |
| $k \in [0.5, 0.7)$                   | Студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач; на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями (у випадку курсового проекту); проводить аналіз отриманих результатів з неточностями. |
| $k \in [0.3, 0.5)$                   | Студент виконав завдання частково; алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач; на запитання відповідає з помилками (у випадку курсового проекту); проводить аналіз отриманих результатів з помилками.                          |
| $k \in [0.1, 0.3)$                   | Студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які самостійно не може виправити; переважно не відповідає на запитання (у випадку курсового проекту).  |
| $k \in (0, 0.1)$                     | Студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити; демонструє незнання матеріалу.   |
| $k = 0$                              | Студент не виконав завдання.  |

**Академічна доброчесність:** Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання домашніх та індивідуальних завдань, передбачених курсом.

**Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

**Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані за домашні завдання, індивідуальне завдання, курсовий проект, контрольну роботу, активність на заняттях. При цьому обов'язково враховуються присутність

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | <p>на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>   |
| <b>Питання до матеріалу курсу</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Середовища систем MatLab та Octave. Найпростіші обчислення.</li> <li>2. Вбудовані елементарні функції. Збереження і перегляд змінних.</li> <li>3. Збереження середовища. Сценарії та функції.</li> <li>4. Заповнення масивів. Поелементні операції і вбудовані функції.</li> <li>5. Побудова різних типів графіків функцій однієї та двох змінних. Редагування графіків.</li> <li>6. Структури керування мов програмування MatLab та Octave.</li> <li>7. Робота зі стрічками та різними типами файлів (текстовими, бінарними).</li> <li>8. Робота з масивами структур та масивами комірок.</li> <li>9. Робота з графічними об'єктами. Принципи створення застосунків з GUI.</li> <li>10. Програмування подій. Конструювання інтерфейсу.</li> <li>11. Символьні обчислення.</li> <li>12. Розв'язування задач задач лінійної алгебри. Створення і візуалізація розріджених матриць.</li> <li>13. Розв'язування задач на власні значення.</li> <li>14. Інтерполяція та апроксимація функцій однієї та двох змінних.</li> <li>15. Числове диференціювання та інтегрування функції однієї та багатьох змінних.</li> <li>16. Задача Коші та крайова задача для системи звичайних диференціальних.</li> <li>17. Статистичні обчислення. Робота з одновимірними і багатовимірними масивами даних.</li> <li>18. Розв'язування нелінійних рівнянь та систем. Розв'язування задач оптимізації.</li> </ol> |
| <b>Опитування</b>                 | <p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>  |

## Схема курсу “Системи комп’ютерної математики”

| Тиж. | Тема, план, короткі тези   | Форма діяльності (заняття)        | Література, Ресурси в інтернеті | Завдан ня, год. | Термін виконан ня                |
|------|--|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1    | <b>Тема 1.</b> Загальна характеристика систем комп’ютерної математики (СКМ). Короткий порівняльний аналіз найбільш поширених і популярних СКМ.   | Лекція,<br>Самостійна робота      | [2,4]]                          | 2<br>1          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 1.</b> Опис, аналіз, порівняння відомих СКМ (Matlab, Octave, Scilab, R, Mathematica, Maple).   | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [2,4,6,7]                       | 2<br>1          | Під час заняття                  |
| 2    | <b>Тема 2.</b> Робота в середовищі систем MatLab та Octave. Найпростіші обчислення. Робота з масивами. Конструювання блочних матриць. Створення матриць спеціального вигляду. Візуалізація матриць.  | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-4,6,7]                       | 2<br>2          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 2.</b><br>Запуск <b>Matlab/Octave</b> . Вікна <b>Matlab/Octave</b> . Робота в командному вікні. Створення та робота з масивами. Сценарії та функції. Найпростіші операції вводу та виведення інформації.<br><i>Домашнє завдання 1.</i> | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [1-4,6,7]                       | 2<br>2          | Під час заняття<br><br>1 тиждень |
| 3    | <b>Тема 3.</b> Побудова різних типів графіків функцій однієї змінної. Редагування графіків.  | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-4]                           | 2<br>2          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 3.</b> Побудова та оформлення різних типів графіків на площині.<br><i>Домашнє завдання 2.</i>  | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [1-4,6,7]                       | 2<br>2          | Під час заняття<br><br>1 тиждень |
| 4    | <b>Тема 4.</b> Побудова та редагування тривимірних графіків. Графіки   | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-4]                           | 2<br>1          | 1 тиждень                        |

|   |   |                                |           |        |                                  |
|---|---|--------------------------------|-----------|--------|----------------------------------|
|   | просторових кривих та просторових поверхонь. Контурні графіки. Оформлення тривимірних графіків.   |                                |           |        |                                  |
|   | <b>Тема 4.</b> Побудова та оформлення різних типів просторових графіків.<br><br><i>Домашнє завдання 3.</i>  | Лабораторна, Самостійна робота | [1-4,6,7] | 2<br>2 | Під час заняття<br><br>1 тиждень |
| 5 | <b>Тема 5.</b> Програмування в Matlab та Octave.  | Лекція, Самостійна робота      | [1-3]     | 2<br>1 | 1 тиждень                        |
|   | <b>Тема 5.</b> Файл-функції підфункції, вкладені функції, анонімні функції, оператори порівняння і логічні оператори, умовний оператор, оператор перемикачів, оператори циклу<br><br><i>Домашнє завдання 4.</i> | Лабораторна, Самостійна робота | [1-3,6,7] | 2<br>2 | Під час заняття<br><br>1 тиждень |
| 6 | <b>Тема 6.</b> Створення символьних даних та стрічок. Робота зі стрічками. Перетворення стрічок і чисел. Робота із текстовими та бінарними файлами.   | Лекція, Самостійна робота      | [1-3],    | 2<br>2 | 1 тиждень                        |
|   | <b>Тема 6.</b> Контрольна робота.   | Лабораторна, Самостійна робота | [6,7]     | 2      | Під час заняття                  |
| 7 | <b>Тема 7.</b> Робота з різними типами багатовимірних масивів. Робота з масивами структур і масивами комірок.   | Лекція, Самостійна робота      | [1-3,6,7] | 2<br>2 | 1 тиждень                        |
|   | <b>Тема 7.</b> Створення та робота з масивами структур і масивами комірок.<br><br><i>Індивідуальне завдання 1.</i>  | Лабораторна, Самостійна робота | 1-3,6,7   | 2<br>2 | Під час заняття<br><br>2 тижні   |
| 8 | <b>Тема 8.</b> Об'єктно-орієнтоване програмування в системах Matlab та Octave. Робота з графічними об'єктами. Принципи  | Лекція, Самостійна робота      | [1,6,7]   | 2<br>2 | 1 тиждень                        |



|    |   |                                   |             |        |                                 |
|----|---|-----------------------------------|-------------|--------|---------------------------------|
|    | створення застосувань з GUI.  |                                   |             |        |                                 |
|    | <b>Тема 8.</b> Графічні об'єкти та їх властивості. Об'єкти Root, Figure, Axes, Line.  | Лабораторна<br>Самостійна робота  | [1,6,7]     | 2<br>2 | Під час заняття                 |
| 9  | <b>Тема 9.</b> Програмування подій. Конструювання інтерфейсу. Діалогові вікна та меню застосувань.  | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1,6,7]     | 2<br>2 | 1 тиждень                       |
|    | <b>Тема 9.</b> Створення GUI застосувань програмним чином ("вручну") та з допомогою App Designer (тільки Matlab)<br><br><i>Курсовий проєкт.</i>   | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [1,6,7]     | 2<br>2 | Під час заняття<br><br>5 тижнів |
| 10 | <b>Тема 10.</b> Задачі лінійної алгебри. Робота з розрідженими матрицями. Факторизація (розклад) матриць. Системи рівнянь, визначники, обернення матриць. Створення і візуалізація розріджених матриць. | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-3,5,6,7] | 2<br>2 | 1 тиждень                       |
|    | <b>Тема 10.</b> Робота з розрідженими матрицями. Створення та візуалізація розріджених матриць.   | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [1-3,5,6,7] | 2<br>2 | Під час заняття                 |
| 11 | <b>Тема 11.</b> Задачі на власні значення. Повні та часткові проблеми власних чисел.  | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-3,5,6,7] | 2<br>2 | 1 тиждень                       |
|    | <b>Тема 11.</b> Робота із солверами Matlab/Octave для розв'язання задач на власні значення.   | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [1-3,5,6,7] | 2<br>2 | Під час заняття                 |
| 12 | <b>Тема 12.</b> Інтерполяція та апроксимація функцій однієї та двох змінних. Апроксимація з допомогою триангуляції.   | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-3,5,6,7] | 2<br>2 | 1 тиждень                       |
|    | <b>Тема 12.</b> Солвери Matlab/Octave для   | Лабораторна,<br>Самостійна        | [1-3,5,6,7] | 2<br>2 | Під час заняття                 |

|    |   |                                      |             |        |                    |
|----|---|--------------------------------------|-------------|--------|--------------------|
|    | інтерполювання та апроксимації функції однієї змінної.  | робота                               |             |        |                    |
| 13 | <b>Тема 13.</b> Числове диференціювання та інтегрування функції однієї та багатьох змінних. Задача Коші та крайова задача для системи звичайних диференціальних.                        | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [1,2,5,6,7] | 2<br>2 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 13.</b> Робота із солверами Matlab/Octave для інтегрування функцій однієї змінної. Солвери Matlab/Octave розв'язування задач Коші для систем звичайних диференціальних рівнянь. | Лабораторна,<br>Самостійна<br>робота | [1,2,5,6,7] | 2<br>2 | Під час<br>заняття |
| 14 | <b>Тема 14.</b> Статистичні обчислення. Робота з одновимірними і багатовимірними масивами даних.  | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [3,6,7]     | 2<br>2 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 14.</b> Робота із статистичними даними. Описові статистики та візуалізація даних.   | Лабораторна,<br>Самостійна<br>робота | [3,6,7]     | 2<br>2 | Під час<br>заняття |
| 15 | <b>Тема 15.</b> Розв'язування нелінійних рівнянь та систем. Розв'язування задач оптимізації.  | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [2,5,6,7]   | 2<br>2 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 15.</b> Робота із солверами Matlab/Octave розв'язування нелінійних рівнянь та задач оптимізації.  | Лабораторна,<br>Самостійна<br>робота | [2,5,6,7]   | 2<br>2 | Під час<br>заняття |
| 16 | <b>Тема 16.</b> Символьні обчислення. Спрощення та перетворення символьних виразів. Розв'язування задач із символьними виразами.  | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [2,6,7]     | 2<br>2 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 16.</b> Аналіз результатів. Підведення підсумків.   | Лабораторна                          |             | 2      | Під час<br>заняття |