



# КОМП'ЮТЕРНА СТАТИСТИКА

## Робоча програма кредитного модуля навчальної дисципліни «Комп'ютерна статистика» (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|  |   |
|--|---|
| <b>Рівень вищої освіти</b>                                 | Другий (магістерський)  |
| <b>Галузь знань</b>  | 11 Математика та статистика   |
| <b>Спеціальність</b>                                       | 111 Математика  |
| <b>Освітня програма</b>                                    | Страхова та фінансова математика  |
| <b>Статус дисципліни</b>                                   | Вибіркова   |
| <b>Форма навчання</b>                                      | Очна (денна)/дистанційна  |
| <b>Рік підготовки,<br/>семестр</b>                         | 1 курс, весняний семестр  |
| <b>Обсяг дисципліни</b>                                    | 120 годин (36 годин – Лекції, 18 години – Практичні, 66 годин – СРС)  |
| <b>Семестровий<br/>контроль/ контрольні<br/>заходи</b>     | Залік/модульна контрольна робота, розрахункова робота   |
| <b>Розклад занять</b>                                      | <a href="http://ozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx">ozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</a>  |
| <b>Мова викладання</b>                                     | Українська  |
| <b>Інформація про<br/>керівника курсу /<br/>викладачів</b> | <b>Лектор:</b> канд. ф.-м.н., доцент кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей, Диховичний Олександр Олександрович,<br><a href="mailto:a.dyx@ukr.net">a.dyx@ukr.net</a> , моб. +38(067)9005262<br><b>Практичні:</b> канд. ф.-м.н., доцент кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей, Диховичний Олександр Олександрович,<br><a href="mailto:a.dyx@ukr.net">a.dyx@ukr.net</a> , моб. +38(067)9005262 |
| <b>Розміщення курсу</b>                                    | <a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a><br><a href="https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=4258.1">https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=4258.1</a>  |

## Програма навчальної дисципліни

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

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Цілі дисципліни</b>               | Ціллю навчальної дисципліни є:<br>формування у здобувачів освіти умінь застосовувати сучасні комп'ютерні технології до постановки, аналізу та розв'язання основних задач статистичного аналізу даних   |
| <b>Предмет навчальної дисципліни</b> | Предмет навчальної дисципліни «Комп'ютерна статистика» - вивчення основ роботи у статистичному програмному середовищі R та опанування методами розв'язання базових статистичних задач у цьому середовищі.  |
| <b>Компетентності</b>                | Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: <ul style="list-style-type: none"><li>• Здатність учитися, здобувати нові знання, умінь, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК1);</li><li>• Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК2);</li><li>• Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК3);</li><li>• Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні математичних проблем (ФК2);</li><li>• Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК5);</li><li>• Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК8);</li><li>• Здатність розв'язувати прикладні задачі аналізу даних математичними методами та методами комп'ютерної статистики і обрати для цього адекватні математичні засоби (ФК10);</li><li>• Здатність використовувати методи математичної статистики у теоретичних і прикладних дослідженнях;</li><li>• Спроможність доводити розв'язок задачі до зрозумілого результату – адекватного математичного та алгоритмічного апаратів;</li></ul> |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Здатність аналізувати отримані результати, здатності до узагальнення, постановки задачі та вибору шляхів її розв'язання;</li> <li>● Здатність самостійно вивчати та використовувати сучасну математичну статистичну літературу та літературу з програмування, здатності до розвитку гнучкості мислення, творчої самостійності та дій.</li> </ul>  |
| <p><b>Програмні результати навчання</b></p> | <p>Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії (PH2);</li> <li>● Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів (PH4);</li> <li>● Знати головні результати та сфери застосувань основних математичних теорій, що використовуються при математичному моделюванні: фінансової та актуарної математики, методів математичної економіки та імітаційного моделювання, комп'ютерної статистики (PH14);</li> <li>● Основних принципів роботи з мовою програмування R ;</li> <li>● Основних типів даних мови програмування R та операцій над ними;</li> <li>● Основних елементи програмування;</li> <li>● Основних методів графічного відображення даних та результатів їх обробки;</li> <li>● Методів роботи засобами мови R з основними ймовірнісними розподілами;</li> <li>● Методів розв'язання засобами мови R задач описової статистики ;</li> <li>● Методів перевірки засобами мови R основних статистичних гіпотез;</li> <li>● Методів розв'язання засобами мови R задач однофакторного дисперсійного аналізу даних;</li> <li>● Методів побудови засобами мови R моделей лінійного регресійного аналізу даних ;</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Методів аналізу засобами мови R моделей часових рядів та їх прогнозування.</li> </ul> <p><b>УМІННЯ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Роботи з базовою версією мови програмування R ;</li> <li>● Використання та обробки основних типів даних мови програмування R: векторів, масивів, матриць, факторів, списків та фреймів, для зображення статистичних даних;</li> <li>● Роботи з функціями експорту/імпорту даних; складання власних функцій, основних операторів мови програмування R;</li> <li>● Графічно відображати засобами мови програмування R різні типи вхідних даних та результати їхньої статистичної обробки;</li> <li>● Використовувати реалізовані у мові програмування R функціональні можливості роботи з базовими статистичними розподілами: моделювання випадкових величин, розрахунки щільностей та функцій розподілу, обчислення квантилів, та основних вибірових характеристик ;</li> <li>● засобами мови R: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ проводити первинний статистичний аналіз даних та графічно відображати його результати;</li> <li>○ перевіряти основні статистичні гіпотези: рівність середніх, дисперсій, типу розподілу, тощо;</li> <li>○ проводити однофакторний дисперсійний аналіз;</li> <li>○ будувати та аналізувати моделі лінійного регресійного аналізу;</li> <li>○ аналізувати та прогнозувати часові ряди.</li> </ul> </li> </ul> |
|--|--|

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

**Пререквізити:** Дисципліна «Комп'ютерна статистика» викладається в другому семестрі першого курсу підготовки магістрів і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Теорія ймовірностей», «Основи математичної статистики», «Основи теорії випадкових процесів», «Лінійний регресійний аналіз», які вивчаються на бакалаврському рівні вищої освіти за освітньою програмою «Страхова та фінансова математика», а також «Прикладні моделі нелінійного регресійного аналізу» (ПО3), «Аналіз часових рядів» (ПО4), які вивчаються на магістерському рівні вищої освіти за освітньою програмою «Страхова та фінансова математика».

**Постреквізити:** Дисципліна «Комп'ютерна статистика» передуватиме освітнім компонентам «Обробка даних методами дисперсійного аналізу» (ЗО7), «Практика» (ПО8) та «Наукова робота за темою магістерської дисертації» (ПО9)

### 3. Зміст навчальної дисципліни

| Назва розділів і тем  | Кількість годин |              |           |           |
|---|-----------------|--------------|-----------|-----------|
|   | Всього          | у тому числі |           |           |
|   |                 | Лекції       | Практичні | СРС       |
| <i>1</i>  | <i>2</i>        | <i>3</i>     | <i>4</i>  | <i>5</i>  |
| <b>Розділ 1. Основи програмування у системі R</b>                       |                 |              |           |           |
| Тема 1.1. Основи роботи з системою R                                    | 6               | 2            | 2         | 2         |
| Тема 1.2. Основні об'єкти мови програмування R та операції над ними     | 8               | 4            | 2         | 2         |
| Тема 1.3. Базові прийоми програмування та у мові R                      | 7               | 4            | 1         | 2         |
| Тема 1.4 Базова графіка мови програмування R                            | 5               | 2            | 1         | 2         |
| Разом за розділом 1   | <b>26</b>       | <b>12</b>    | <b>6</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Розділ 2. Розв'язування статистичних задач мовою програмування R</b> |                 |              |           |           |
| Тема 2.1. Основні ймовірнісні розподіли в R                             | 7               | 2            | 1         | 4         |
| Тема 2.2. Описова статистика одновимірних числових даних                | 11              | 4            | 1         | 6         |
| Тема 2.3. Перевірка гіпотез   | 12              | 4            | 2         | 6         |
| Тема 2.4. Однофакторний дисперсійний аналіз                             | 10              | 2            | 2         | 6         |
| Тема 2.5. Лінійний регресійний аналіз                                   | 14              | 6            | 2         | 6         |
| Тема 2.6. Аналіз часових рядів  | 12              | 4            | 2         | 6         |
| МКР   | 12              |              | 2         | 10        |
| ДКР   | 10              |              |           | 10        |
| Разом за розділом 2   | <b>88</b>       | <b>22</b>    | <b>12</b> | <b>54</b> |
| Залік   | 6               | 2            |           | 4         |
| <b>Всього годин</b>   | <b>120</b>      | <b>36</b>    | <b>18</b> | <b>66</b> |

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Базова література

1. Майборода Р.Є Комп'ютерна статистика. Професійний старт. Навчальний посібник. Київський університет», 2018. – 482 с.

<http://probability.univ.kiev.ua/userfiles/mre/compsta1.pdf>

2. Гнатюк В. Вступ до R на прикладах: навчальний посібник.- Навчальний посібник. ХНЕУ, 2010, 107с.
3. Майборода Р.Є, Сугакова О.В. Аналіз даних за допомогою R.- Навчальний посібник. «Київський університет», 2015. – 65 с.
4. Оленко А.Я. Комп'ютерна статистика. Навчальний посібник.— К., ВПЦ “Київський університет”, 2007. -174с.
5. Jenine K. Harris, Statistics With R .Washington University in St.Louis, USA, 2020.
6. Sarah Stowell. Using R for Statistics. Apress, 2014.
7. Турчин В.М. Теорія ймовірностей і математична статистика,- Дніпропетровськ, ІМА-пресс, 2014. - 566 с.
8. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов прогноз и управление. М.: Мир, 1974.

### **Додаткова література**

9. Thomas Rahlf. Data Visualisation with R. Springer International Publishing, New York, 2017.
10. Shao J. Mathematical statistics.- Springer-Verlag: New York, 1998. -530 p.
11. Shumway Robert H., Stoer David S. Time Series Analysis and Its Applications With R Examples.- Springer, 2010.
12. Боровков А.А. Математическая статистика. - Наука, Москва, 1984. 472 с.
13. Чернова Н. И. Математическая статистика.- Учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2007. 148 с.

### **Інформаційні ресурси**

14. <http://cran.r-project.org/bin/windows/base/>
15. <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/a-little-book-of-r-for-time-series/latest/a-little-book-of-r-for-time-series.pdf>
16. Дистанційний курс «Аналіз даних мовою R». Круглова Н.В., Диховичний О.О.  
<https://do.ipk.kpi.ua/login/index.php>

## **Навчальний контент**

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

#### **Очна/дистанційна форма**

## Лекційні заняття

| № з/п  | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних матеріалів, посилання на літературу та завдання на СРС)   |
|--------|--|
| 1.     | <u>Основи роботи з системою R.</u> Встановлення системи. Основні вікна. Редактор. Робота зі скриптами. Робоча пам'ять системи. Пакети.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 1; [3], §1   |
| 2-3.   | <u>Основні об'єкти та операції над ними у мові програмування R.</u> Основні арифметичні операції. Вектори. Матриці. Фактори. Списки. Фрейми. Операції над ними.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 2, [3], §2  |
| 4-5.   | <u>Базові прийоми програмування у мові R.</u> Імпорт/експорт даних. Складання власних функцій. Основні оператори мови R.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава3,4, [3], §2  |
| 6.     | <u>Базова графіка мови програмування R.</u> Стовпцеві та кругові діаграми. Точки та лінії на площині . Елементи тривимірної графіки. Географічні карти.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 6, [3], §4  |
| 7.     | <u>Основні ймовірнісні розподіли в R.</u> Моделювання випадкових величин. Розрахунки щільностей та функцій розподілу. Обчислення квантилів.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 5, [3], §3  |
| 8      | <u>Описова статистика одновимірних числових даних.</u> Статистики середнього положення. Статистики розкиду. Статистики форми розподілу. Гістограма. Box-whisker plots. P-P і Q-Q діаграми<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 3 [1], глава 4.                 |
| 9      | <u>Довірчі інтервали.</u> Загальні поняття. Довірчі інтервали для параметрів нормальної генеральної сукупності.<br><i>Рекомендована література:</i> [1], глава 8   |
| 10-11. | <u>Перевірка гіпотез.</u> Критерії перевірки простих гіпотез про параметри вибірки. Критерії перевірки гіпотези про розподіл вибірки. Критерії однорідності та незалежності.<br><i>Рекомендована література:</i> [3], §8 , [1], глава 9.                                 |
| 12.    | <u>Однофакторний дисперсійний аналіз .</u> Обґрунтування та розрахунок основних статистик. Побудова та перевірка критеріїв. Статистичні висновки.<br><i>Рекомендована література:</i> [3], §10 , [1], глава 9  |
| 13.    | <u>Кореляційний аналіз.</u> Діаграми розіювання. Коефіцієнти кореляції Пірсона, Спірмена, Кендалла.<br><i>Рекомендована література:</i> [1], глава 5   |
| 14.    | <u>Регресійний аналіз.</u> Розрахунок параметрів простої лінійної регресії. Розрахунок похибок оцінок, Побудова довірчих інтервалів. Перевірка узгодженості моделі. Прогноз. Графічне зображення результатів.<br><i>Рекомендована література:</i> [1], глава 10, [3], §6 |

|     |  |
|-----|--|
| 15. | <u>Множинна регресія.</u> Модель. Оцінки. Властивості оцінок. Аналіз рівняння регресії. Перевірка значущості рівняння множинної регресії. Довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії. Прогноз.<br><i>Рекомендована література:</i> [1], глава 10, [3], §6 |
| 16  | <u>Часові ряди.</u> Моделі. Розклад часового ряду на компоненти. Тренд. Періодична компонента . Згладжування. Прогноз.<br><i>Рекомендована література:</i> [8], [15]   |
| 17  | <u>Моделі ARIMA.</u> Модель. Побудова моделі. Прогноз на підставі моделі .<br><i>Рекомендована література:</i> [8] , [15]  |
| 18  | <u>Залік.</u>  |

### Практичні заняття

| № з/п | Теми практичних занять<br>(перелік дидактичних матеріалів, посилання на літературу та завдання на СРС)  |
|-------|---|
| 1.    | Основи роботи з системою R. Встановлення системи. Основні вікна. Редактор. Робота зі скриптами. Робоча пам'ять системи. Пакети.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 1; [3], §1   |
| 2.    | <u>Основні об'єкти та операції над ними у мові програмування R.</u> Вектори. Матриці. Фактори. Списки. Фрейми. Операції над ними.<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 2, [3], §2   |
| 3.    | <u>Базові прийоми програмування у мові R.</u> Імпорт/експорт даних. Складання власних функцій. Основні оператори мови R. <u>Базова графіка мови програмування R.</u> Стовпцеві та кругові діаграми. Точки та лінії на площині . Елементи тривимірної графіки. Географічні карти<br><i>Рекомендована література:</i> [2], глава 3-6, [3], §2-4 |
| 4.    | <u>Основні ймовірнісні розподіли в R.</u> Описова статистика <u>одновимірних числових даних.</u> Статистики середнього положення. Статистики розкиду. Статистики форми розподілу. Гістограма. Vox-whisker plots. P-P і Q-Q діаграми.<br><u>Довірчі інтервали.</u><br><i>Рекомендована література:</i> [1], глава 6                            |
| 5     | <u>Перевірка гіпотез.</u> Критерії перевірки простих гіпотез про параметри вибірки. Критерії перевірки гіпотези про розподіл вибірки. Критерії однорідності та незалежності.<br><i>Рекомендована література:</i> [3], §8 , [1], глава 9   |
| 6.    | <u>Однофакторний дисперсійний аналіз .</u> Розрахунок основних статистик. Побудова та перевірка критеріїв.<br><i>Рекомендована література:</i> [3], §10 , [1], глава 9  |
| 7.    | <u>Кореляційний аналіз.</u> Коефіцієнти кореляції Пірсона, Спірмена, Кендалла.<br><u>Регресійний аналіз.</u> Розрахунок параметрів простої лінійної регресії. Розрахунок похибок оцінок, побудова довірчих інтервалів. Перевірка узгодженості моделі. Прогноз. Графічне зображення результатів.   |



|   |   |
|---|---|
|   | <p><u>Множинна регресія.</u> Розрахунок параметрів множинної лінійної регресії. Розрахунок похибок оцінок, побудова довірчих інтервалів. Перевірка узгодженості моделі. Прогноз. Графічне зображення результатів.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1], глава 10</p> |
| 8 | <p><u>Часові ряди.</u> Моделі. Розклад часового ряду на компоненти. Знаходження тренду, періодичної компоненти. Згладжування. Прогноз.</p> <p><u>Моделі ARIMA.</u> Модель. Побудова моделі. Прогноз на підставі моделі .</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [8,15]</p> |
| 9 | <u>МКР</u>  |

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання домашньої контрольної роботи (тестові завдання в дистанційних курсах на платформі Moodle);
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до заліку.

### Контрольні роботи

Запланована одна модульна контрольна робота, мета якої– виявити рівень засвоєння відповідних модулів, підрахування балів за кредитно-модульною системою модулів.

## Політика та контроль

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

**Рекомендовані методи навчання:** вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання домашньої контрольної роботи, підготовку до МКР та іспиту.

#### Академічна доброчесність

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

#### Норми етичної поведінки

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

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

| Семестр | Навч. час |            | Розподіл навчальних годин |           |     | Контрольні заходи |     |                 |
|---------|-----------|------------|---------------------------|-----------|-----|-------------------|-----|-----------------|
|         | Кредити   | Акад. год. | Лекції                    | Практичні | СРС | МКР               | ДКР | Семестр. атест. |
| 1       | 4         | 120        | 36                        | 18        | 66  | 1                 | 1   | залік           |

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за

- 1) відповіді на практичних заняттях;
- 2) МКР;
- 3) ДКР;
- 4) відповідь на заліку.

#### *Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання*

##### **1. Робота на практичних заняттях**

Ваговий бал – 30. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 30 балам.

##### **2. Модульний контроль**

Ваговий бал - 40. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 40 балів.

Критерій оцінювання МКР:

відсутність на контрольній роботі– 0 балів,

оцінка МКР (в балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів 40) її

виконання.

При виконання  $< 60\%$  контрольна робота не зараховується.

### **3. Домашня контрольна робота**

Ваговий бал –30.

Критерій оцінювання ДКР:

Невиконання ДКР – 0 балів

ДКР виконується і захищається частинами, які за змістом відповідають модульній контрольній роботі. Ця частина ДКР здається до написання МКР, а сама МКР є її захистом. Оцінка ДКР (в балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів 30) її виконання з урахуванням результату написання відповідної МКР.

При виконанні менше 60% ДКР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

За несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання розрахункової роботи – зараховується не більше 60% ДКР.

Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% від запланованої кількості балів. Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% від запланованої кількості балів.

В залежності від рейтингу  $R$  можливі наступні дії:

1. якщо  $R < 60$ , то студент вважається недопущеним і перескладає залік у додаткову сесію;
2. якщо  $60 \leq R$  і студент має хоча б одну позитивну атестацію, зараховану модульну контрольну роботу та ДКР (виконану не менше, ніж на 60%) студент допускається до заліку;

**Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни R: (згідно з Табл. 1)**

| <b>Кількість балів</b> | <b>Оцінка</b> |
|------------------------|---------------|
| 100-95                 | Відмінно      |
| 85-94                  | Дуже добре    |
| 75-84                  | Добре         |
| 65-74                  | Задовільно    |
| 60-64                  | Достатньо     |
| Менше 60               | Незадовільно  |

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

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom та освітньої платформи Moodle.

Поточний контроль може проводитись у вигляді тестових контрольних робіт в Moodle.

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

**Складено:**

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Диховичний О.О.

**Ухвалено** кафедрою МАтаТЙ (протокол № 11 від 4.06.2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2021 р.)