

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
Кафедра вищої математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи та організації освітнього
процесу

 Олександр ПЕТРОВ

“ 21 ” 04 2022 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вища математика

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 14 Електрична інженерія







спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітні програми Електричні системи і мережі

СУЯ ВНТУ-08-25-РП.019.01:22

2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Вища математика»
 рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)
 галузь знань - 14 Електрична інженерія,
 спеціальність -141 «Електросенергетика, електротехніка та електромеханіка»
 освітні програми Електричні системи і мережі
 2022. — 23 с.

| | Посада Протокол засідання | ПІБ | Підпис |
|-------------|--|--|---|
| Розроблено | Професор каф. ВМ | д.п.н., доцент Ковальчук М.Б. |  |
| | Доцент каф. ВМ | к.т.н., доцент Сачанюк-Кавецька Н. В. |  |
| Схвалено | Гарант освітньої програми | к.т.н., доцент, доцент кафедри ЕСС Тетя В.В. |  |
| | Зав. кафедри ВМ засідання кафедри ВМ (протокол № 9 від 11.01.2022р.) | д.т.н., професор Михалевич В. М. |  |
| | Голова Методичної комісії ФЕЕЕМ Методична комісія ФЕЕЕМ (протокол № 8 від 18.04.2022 р.) | к. т. н., доцент Розводок М.П. |  |
| Затверджено | Голова методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол № 9 від 21.04.2022 р.) | к.т.н., доцент Петров О. В. |  |

© Ковальчук М. Б.,
 Н. В. Сачанюк-Кавецька, 2022.
 © ВНТУ, 2022 рік

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | | | | | |
|---|--|--|----------------------|-----------------------|-----|---|---|
| | | денна форма навчання | | заочна форма навчання | | | |
| 1 семестр Кількість кредитів – 6,5 2 семестр Кількість кредитів – 5,5 | Галузь знань 14 – електрична інженерія | Нормативна | | | | | |
| Модулів – | спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми Електричні системи і мережі | Рік підготовки: | | | | | |
| Змістових модулів – | | 1 | 2 | 1 | 2 | | |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри) | | Семестр | | | | | |
| Загальна кількість годин : | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| денна форма 1 семестр – 195 2 семестр – 165 | | заочна форма 1 семестр – 195 2 семестр – 165 | Лекції (год.) | | | | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: <i>1 семестр</i> аудиторних – 5,5 самостійної роботи студента – 5 <i>2 семестр</i> аудиторних – 5,5 самостійної роботи студента – 4 | Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) | 54 | 45 | 15 | 15 | | |
| | | Практичні (год.) | | | | | |
| | | 45 | 54 | 10 | 15 | | |
| | | Самостійна робота | | | | | |
| | | 96 | 66 | 170 | 135 | | |
| | | Вид контролю: іспит в кожному семестрі | | | | | |

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

| | |
|---|--|
| для денної форми навчання 1 семестр – 51% 2 семестр – 60% | для заочної форми навчання 1 семестр – 13% 2 семестр – 18% |
|---|--|

Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Вища математика» пов'язана з курсами «Теоретичні основи електротехніки», «Інженерна графіка», «Математичні задачі в енергетиці» та бакалаврською дипломною роботою.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Апарат вищої математики дає змогу розкривати закономірності функціонування технічних, біологічних, соціально-економічних систем. Зокрема, технічні системи належать до класу складних динамічних систем, тому з метою їх адекватного дослідження доводиться широко використовувати апарат вищої математики.

Мету викладання вищої математики у вищій технічній школі з використанням інформаційних технологій можна сформулювати таким чином:

- формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту, аналітичного та синтетичного мислення, відповідної наукової культури, інтуїції;
- оволодіння математичним апаратом, необхідним для вивчення загально інженерних та спеціальних дисциплін, розвиток здібностей свідомого сприйняття математичного матеріалу, характерного для спеціальності інженера;
- формування професійних ІТ компетенцій, що базуються на використанні під час навчального процесу новітніх інформаційних технологій і систем провідних світових виробників програмних засобів для економіки і бізнесу (SAP, IBM, Microsoft та інших);
- оволодіння основними математичними методами, необхідними для аналізу і моделювання пристроїв, процесів і явищ, пошуків оптимальних рішень з метою підвищення ефективності виробництва і вибору найкращих способів реалізації цих рішень, опрацювання і аналізу результатів експериментів;
- формування здатності вирішувати практичні задачі.

Завданням вивчення «Вищої математики» є:

- формування системного мислення та навичок математичної формалізації комплексних та спеціалізованих задач і практичних проблем, пов'язаних з роботою електричних систем та мереж та техніки високих напруг, з роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
- вивчення основних понять, теоретичних засад та методів вищої математики;
- набуття навичок використання методів вищої математики у прикладних дослідженнях;
- вироблення уміння аналізувати одержані результати;
- вироблення навичок самостійного вивчення літератури з математики та її застосування.

Програмні результати навчання:

ПР05.Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності .

ПР07.Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР17.Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

вміти:

- оперувати основними поняттями та термінами;
- виконувати дії з матрицями, знаходити обернену матрицю;

- обчислювати визначники довільних порядків;
- розв'язувати системи лінійних рівнянь методами Гаусса, Крамера, матричним методом ;
- переходити від однієї системи координат до іншої;
- знаходити границю функцій, похідну, проводити повне дослідження функції та будувати на основі дослідження графік функції;
- знаходити первісні, обчислювати площі плоских фігур, об'єми тіл, довжини дуг;
- зводити до квадратур ДР першого порядку;
- знаходити загальний розв'язок однорідних та неоднорідних лінійних ДР із сталими коефіцієнтами;
- застосовувати ДР до розв'язування інженерно-технічних задач;
- розв'язувати нормальні системи ДР шляхом зведення до лінійного диференціального рівняння n -го порядку;
- розв'язувати системи лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. за допомогою характеристичного рівняння;
- зводити загальну форму рівнянь у частинних похідних другого порядку до канонічної
- виконувати дії з комплексними числами;
- знаходити зображення оригіналу;
- знаходження оригіналу за зображенням;
- розв'язувати диференціальні рівняння операційним методом;

знати:

- основні поняття та терміни;
- основні методи;
- матриці, види матриць та дії з ними;
- визначники та їх властивості;
- системи лінійних рівнянь та методи їх розв'язування;
- вектори і дії над ними;
- системи координат;
- канонічні рівняння прямої і площини;
- основні поняття диференціального і інтегрального числень: функції, похідної, диференціалу, невизначеного інтегралу, визначеного інтегралу;
- основні поняття теорії звичайних ДР: ДР, системи ДР (канонічної, нормальної, автономної), розв'язання ДР і їх систем, задачі Коші;
- основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах;
- поняття комплексного числа та форми його подання;
- операції над комплексними числами та їх властивості;
- перетворення Лапласа, поняття функції оригіналу та зображення;
- основні теореми операційного числення;
- метод Вілкоксона.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

1. Загальні компетентності:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

2. Спеціальні компетентності:

- K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Контрольні заходи

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичних занять, колоквіумів, тестування, іспитів.

На поза аудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, іспитів, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії

Тема 1. Матриці, види матриць, дії над ними. Поняття оберненої матриці. Алгебраїчні доповнення та мінори.

Тема 2. Визначники другого та третього порядку, їх обчислення. Визначники n -го порядку, їх властивості та обчислення.

Тема 3. Системи лінійних рівнянь. Матрична форма запису системи лінійних рівнянь. Методи розв'язування систем лінійних рівнянь: метод Гаусса, правило Крамера, матричний метод.

Тема 4. Поняття вектору та їх види. Лінійні операції над векторами. Проекція вектора на вісь. Лінійно залежні та лінійно незалежні вектори. Системи координат: афінна, полярна, сферична, циліндрична.

Тема 5. Скалярний добуток векторів та його властивості. Кут між векторами в координатній формі. Умова ортогональності двох векторів. Механічний зміст скалярного добутку. Напрямні косинуси.

Тема 6. Векторний добуток векторів та його властивості. Мішаний добуток двох векторів. Геометричний зміст визначника третього порядку.

Тема 7. Рівняння лінії на площині. Різні форми рівняння прямої на площині. Кут між прямими. Відстань від точки до прямої.

Тема 8. Рівняння площини і прямої в просторі. Кут між площинами. Кут між прямими. Кут між прямою та площиною.

Тема 9. Криві другого порядку: коло, еліпс, гіпербола, парабола, їх геометричні властивості та рівняння. Технічні застосування геометричних властивостей кривих

Тема 10. Рівняння поверхні в просторі. Циліндричні поверхні. Сфера. Конуси. Еліпсоїд. Гіперболоїди. Параболоїди. Геометричні властивості цих поверхонь. Технічні застосування геометричних властивостей поверхонь.

Змістовий модуль 2. Диференціальне числення функцій однієї змінної

Тема 11. Вступ до математичного аналізу. Елементи теорії границь.

Тема 12. Поняття функції, яка диференційована в точці, її геометричний зміст. Диференціал функції. Похідна функції, її зміст в різних задачах.

Тема 13. Правила знаходження похідної та диференціала. Похідна складеної та оберненої функції. Диференціювання функцій заданих параметрично та неявних функцій. Похідні та диференціали вищих порядків.

Тема 14. Основні теореми диференціального числення. Правила Лопіталю.

Тема 15. Дослідження функцій з використанням похідної. Дослідження функцій заданих параметрично.

Змістовий модуль 3. Інтегральне числення функції однієї змінної

Тема 16. Первісна. Невизначений інтеграл та його властивості. Методи інтегрування.

Тема 17. Задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла. Визначений інтеграл, його властивості. Інтеграл із змінною верхньою межею.

Тема 18. Формула Н'ютона-Лейбніца. Застосування визначених інтегралів.

Тема 19. Невласні інтеграли із нескінченими межами та від необмежених функцій, їх основні властивості.

Змістовий модуль 4. Функції кількох змінних

- Тема 20.** Функції багатьох змінних. Область визначення. Границя функції. Неперервність.
- Тема 21.** Частинні похідні. Повний диференціал, його зв'язок з частинними похідними.
- Тема 22.** Похідна складеної функції. Частинні похідні і повні диференціали вищих порядків.
- Тема 23.** Екстремуми функцій багатьох змінних. Необхідна умова екстремуму. Достатні умови. Похідна за напрямом, градієнт.

Змістовий модуль 5. Диференціальні рівняння

- Тема 24.** Фізичні задачі, які приводять до диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння (ДР) першого порядку. Задача Коші. Теорема існування та однозначності розв'язку задачі Коші.
- Тема 25.** Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. Застосування ДР першого порядку в різних областях науки і техніки.
- Тема 26.** ДР вищих порядків, задача Коші. Рівняння, які допускають зниження порядку. Лінійні ДР однорідні та неоднорідні: основні означення та поняття. Визначник Вронського. Метод варіації довільних сталих.
- Тема 27.** Поняття комплексного числа. Алгебраїчна, тригонометрична та показникова форми подання комплексних чисел. Операції над комплексними числами.
- Тема 28.** Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. Застосування до описування лінійних моделей.
- Тема 29.** Системи диференціальних рівнянь. Нормальні системи рівнянь. Розв'язування систем ДР шляхом зведення до лінійного диференціального рівняння n -го порядку.
- Тема 30.** Системи лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. Розв'язування таких систем за допомогою характеристичного рівняння. Побудова фазових портретів і дослідження на стійкість систем ДР за допомогою *Mathcad*.

Змістовий модуль 6. Операційне числення

- Тема 31.** Перетворення Лапласа, його властивості. Основні теореми операційного числення.
- Тема 32.** Розв'язування лінійних диференціальних рівнянь та їх систем операційним методом.

5. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|----------|----------|----------|----------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р. |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> | <i>13</i> |
| Змістовий модуль 1 Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Матриці, види матриць, дії над ними. Поняття оберненої матриці. Алгебраїчні доповнення та мінори. | 10 | 3 | 3 | | | 4 | 10 | 1 | 1 | | | 8 |
| Тема 2. Визначники другого та третього порядку, їх обчислення. Визначники n -го порядку, їх властивості та обчислення. | 10 | 3 | 3 | | | 4 | 9 | 1 | 1 | | | 7 |
| Тема 3. Системи лінійних рівнянь. Матрична форма запису системи лінійних рівнянь. Методи розв'язування систем лінійних рівнянь: метод Гаусса, правило Крамера, матричний метод. | 11 | 3 | 3 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |
| Тема 4. Поняття вектору та їх види. Лінійні операції над векторами. Проекція вектора на вісь. Лінійно залежні та лінійно незалежні вектори. Системи координат: афінна, полярна, сферична, циліндрична. | 11 | 3 | 3 | | | 5 | 10 | 1 | - | | | 9 |
| Тема 5. Скалярний добуток векторів та його властивості. Кут між векторами в координатній формі. Умова ортогональності двох векторів. Механічний зміст скалярного добутку. Напрямні косинуси | 11 | 3 | 3 | | | 5 | 10 | 1 | - | | | 9 |
| Тема 6. Векторний добуток векторів та | 11 | 3 | 3 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|--|--|-----------|-----------|----------|----------|--|--|-----------|
| його властивості. Мішаний добуток двох векторів. Геометричний зміст визначника третього порядку. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 7. Рівняння лінії на площині. Різні форми рівняння прямої на площині. Кут між прямими. Відстань від точки до прямої. | 8 | 2 | - | | | 6 | 9 | - | | | | 9 |
| Тема 8. Рівняння площини і прямої в просторі. Кут між площинами. Кут між прямими. Кут між прямою та площиною | 7 | 1 | - | | | 6 | 10 | - | | | | 10 |
| Тема 9. Криві другого порядку: коло, еліпс, гіпербола, парабола, їх геометричні властивості та рівняння. Технічні застосування геометричних властивостей кривих | 6 | - | - | | | 6 | 9 | - | | | | 9 |
| Тема 10. Рівняння поверхні в просторі. Циліндричні поверхні. Сфера. Конуси. Еліпсоїд. Гіперболоїди. Параболоїди. Геометричні властивості цих поверхонь. Технічні застосування геометричних властивостей поверхонь. | 5 | - | - | | | 5 | 9 | - | | | | 9 |
| Разом за змістовим модулем 1 | 90 | 21 | 18 | | | 51 | 98 | 6 | 4 | | | 88 |
| <i>Змістовий модуль 2. Диференціальне числення функцій однієї змінної</i> | | | | | | | | | | | | |
| Тема 11. Вступ до математичного аналізу. Елементи теорії границь. | 11 | 3 | 3 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |
| Тема 12. Поняття функції, яка диференційована в точці, її геометричний зміст. Диференціал функції. Похідна функції, її зміст в різних | 12 | 4 | 3 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|--|--|-----------|-----------|----------|----------|--|--|-----------|
| задачах. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 13. Правила знаходження похідної та диференціала. Похідна складеної та оберненої функції. Диференціювання функцій заданих параметрично та неявних функцій. Похідні та диференціали вищих порядків. | 11 | 4 | 2 | | | 5 | 13 | 3 | 1 | | | 9 |
| Тема 14. Основні теореми диференціального числення. Правила Лопіталя. | 9 | 3 | 1 | | | 5 | 10 | 1 | | | | 9 |
| Тема 15. Дослідження функцій з використанням похідної. Дослідження функцій заданих параметрично. | 11 | 4 | 2 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |
| Разом за змістовим модулем 2 | 54 | 18 | 11 | | | 25 | 56 | 7 | 4 | | | 45 |
| Змістовий модуль 3. Інтегральне числення функції однієї змінної | | | | | | | | | | | | |
| Тема16. Первісна. Невизначений інтеграл та його властивості. Методи інтегрування. | 16 | 6 | 5 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |
| Тема 17. Задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла. Визначений інтеграл, його властивості. Інтеграл із змінною верхньою межею. | 11 | 3 | 3 | | | 5 | 10 | 1 | | | | 9 |
| Тема 18. Формула Н'ютона-Лейбніца. Застосування визначених інтегралів. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 11 | 1 | 1 | | | 9 |
| Тема 19. Невласні інтеграли із нескінченими межами та від необмежених функцій, їх основні властивості. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 5 | 1 | | | | 9 |
| Разом за змістовим модулем 3 | 51 | 15 | 16 | | | 20 | 37 | 4 | 2 | | | 36 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-----------|-----------|--|--|-----------|------------|-----------|-----------|--|--|------------|
| Разом за перший семестр | 195 | 54 | 45 | | | 96 | 165 | 15 | 10 | | | 170 |
| Змістовий модуль 4. Функції кількох змінних | | | | | | | | | | | | |
| Тема 20. Функції багатьох змінних. Область визначення. Границя функції. Неперервність. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 12 | 1 | 1 | | | 10 |
| Тема 21. Частинні похідні. Повний диференціал, його зв'язок з частинними похідними. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 12 | 1 | 1 | | | 10 |
| Тема 22. Похідна складеної функції. Частинні похідні і повні диференціали вищих порядків. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 12 | 1 | 1 | | | 10 |
| Тема 23. Екстремуми функцій багатьох змінних. Необхідна умова екстремуму. Достатні умови. Похідна за напрямом, градієнт. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 12 | 1 | 1 | | | 10 |
| Разом за змістовим модулем 4 | 48 | 12 | 16 | | | 20 | 48 | 4 | 4 | | | 40 |
| Змістовий модуль 5. Диференціальні рівняння | | | | | | | | | | | | |
| Тема 24. Фізичні задачі, які приводять до диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння (ДР) першого порядку. Задача Коші. | 13 | 4 | 4 | | | 5 | 13 | 1 | 1 | | | 11 |
| Тема 25. Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. Застосування ДР першого порядку в різних областях науки і техніки. | 15 | 4 | 5 | | | 6 | 15 | 2 | 2 | | | 11 |
| Тема 26. ДР вищих порядків, задача Коші. Рівняння, які допускають зниження порядку. Лінійні ДР однорідні та неоднорідні: основні означення та поняття. Визначник Вронського. Метод варіації довільних сталих. | 14 | 4 | 5 | | | 5 | 15 | 2 | 2 | | | 11 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|--|--|-----------|-----------|----------|----------|--|--|-----------|
| Тема 27. Поняття комплексного числа. Алгебраїчна, тригонометрична та показникова форми подання комплексних чисел. Операції над комплексними числами. | 13 | 4 | 4 | | | 5 | 13 | 1 | 1 | | | 11 |
| Тема 28. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. Застосування до описування лінійних моделей. | 13 | 4 | 4 | | | 5 | 13 | 1 | 1 | | | 11 |
| Тема 29. Системи диференціальних рівнянь. Нормальні системи рівнянь. Розв'язування систем ДР шляхом зведення до лінійного диференціального рівняння n -го порядку. | 13 | 4 | 4 | | | 5 | 12 | 1 | 1 | | | 10 |
| Тема 30. Системи лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. Розв'язування таких систем за допомогою характеристичного рівняння. Побудова фазових портретів і дослідження на стійкість систем ДР за допомогою <i>Mathcad</i> . | 12 | 3 | 4 | | | 5 | 12 | 1 | 1 | | | 10 |
| Разом за змістовим модулем 5 | 93 | 27 | 30 | | | 36 | 93 | 9 | 9 | | | 75 |
| Змістовий модуль 6. Операційне числення | | | | | | | | | | | | |
| Тема 31. Перетворення Лапласа, його властивості. Основні теореми операційного числення. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | | 1 | 1 | | | 10 |
| Тема 32. Розв'язування лінійних диференціальних рівнянь та їх систем операційним методом. | 12 | 3 | 4 | | | 5 | | 1 | 1 | | | 10 |
| Разом за змістовим модулем 6 | 24 | 6 | 8 | | | 10 | 24 | 2 | 2 | | | 20 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|--|--|------------|------------|-----------|-----------|--|--|------------|
| <i>Разом за другий семестр</i> | <i>165</i> | <i>45</i> | <i>54</i> | | | <i>66</i> | <i>165</i> | <i>15</i> | <i>15</i> | | | <i>135</i> |
| <i>Усього годин</i> | <i>360</i> | <i>99</i> | <i>99</i> | | | <i>162</i> | <i>360</i> | <i>30</i> | <i>25</i> | | | <i>305</i> |

6. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

7. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Операції над матрицями | 3 |
| 2 | Визначники другого та третього порядку, їх обчислення. Визначники n -го порядку, їх властивості та обчислення. Знаходження оберненої матриці. | 3 |
| 3 | Розв'язування систем лінійних рівнянь: метод Гаусса, правило Крамера, метод звичайних жорданівських виключень, матричний метод. | 3 |
| 4 | Вектори та системи координат. Лінійні операції над векторами. Скалярний добуток векторів, його властивості та застосування. | 6 |
| 5 | Векторний добуток векторів та його властивості. Мішаний добуток двох векторів. | 6 |
| 6 | Техніка обчислення границь. | 2 |
| 7 | Визначення та класифікація точок розриву функції. | 1 |
| 8 | Відпрацювання техніки диференціювання | 3 |
| 9 | Знаходження диференціала функції. Похідні та диференціали вищих порядків. | 2 |
| 10 | Дослідження функцій з використанням похідної. | 3 |
| 11 | Опрацювання методів інтегрування. | 5 |
| 12 | Формула Н'ютона-Лейбніца. Застосування визначених інтегралів. | 4 |
| 13 | Невласні інтеграли із нескінченими межами та від необмежених функцій | 4 |
| | <i>Разом за перший семестр</i> | <i>45</i> |
| 14 | Частинні похідні. Повний диференціал, його зв'язок з частинними похідними. Похідна складеної функції кількох змінних. | 8 |
| 15 | Частинні похідні і повні диференціали вищих порядків. Екстремуми функцій багатьох змінних. Похідна за напрямом, градієнт | 8 |

| | | |
|----|--|-----------|
| 16 | Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. | 9 |
| 17 | ДР вищих порядків, які допускають зниження порядку. | 5 |
| 18 | Операції над комплексними числами. | 4 |
| 19 | Розв'язування лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь другого та вищих порядків із сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. | 4 |
| 20 | Розв'язування нормальних систем диференціальних рівнянь шляхом зведення до лінійного диференціального рівняння n -го порядку. | 4 |
| 21 | Розв'язування систем лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами за допомогою характеристичного рівняння. | 4 |
| 22 | Знаходження оригіналів та зображень, використовуючи основні теореми операційного числення. | 4 |
| 23 | Розв'язування лінійних диференціальних рівнянь та їх систем операційним методом. | 4 |
| | <i>Разом за другий семестр</i> | 54 |
| | Разом | 99 |

8. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

9. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Тема 1. Матриці, види матриць, дії над ними. Поняття оберненої матриці. Алгебраїчні доповнення та мінори. | 4 |
| 2 | Тема 2. Визначники другого та третього порядку, їх обчислення. Визначники n -го порядку, їх властивості та обчислення | 4 |
| 3 | Тема 3. Системи лінійних рівнянь. Матрична форма запису системи лінійних рівнянь. Методи розв'язування систем лінійних рівнянь: метод Гаусса, правило Крамера, матричний метод. | 5 |
| 4 | Тема 4. Поняття вектору та їх види. Лінійні операції над векторами. Проекція вектора на вісь. Лінійно залежні та лінійно незалежні вектори. Системи координат: афінна, полярна, сферична, циліндрична. | 5 |
| 5 | Тема 5. Скалярний добуток векторів та його властивості. Кут між векторами в координатній формі. Умова ортогональності двох векторів. Механічний зміст скалярного добутку. Напрямні косинуси. | 5 |
| 6 | Тема 6. Векторний добуток векторів та його властивості. Мішаний добуток двох векторів. Геометричний зміст визначника третього порядку. | 5 |

| | | |
|----|---|-----------|
| 7 | Тема 7. Рівняння лінії на площині. Різні форми рівняння прямої на площині. Кут між прямими. Відстань від точки до прямої. | 6 |
| 8 | Тема 8. Рівняння площини і прямої в просторі. Кут між площинами. Кут між прямими. Кут між прямою та площиною. | 6 |
| 9 | Тема 9. Криві другого порядку: коло, еліпс, гіпербола, парабола, їх геометричні властивості та рівняння. Технічні застосування геометричних властивостей кривих | 6 |
| 10 | Тема 10. Рівняння поверхні в просторі. Циліндричні поверхні. Сфера. Конуси. Еліпсоїд. Гіперболоїди. Параболоїди. Геометричні властивості цих поверхонь. Технічні застосування геометричних властивостей поверхонь. | 5 |
| 11 | Тема 11. Вступ до математичного аналізу. Елементи теорії границь. | 5 |
| 12 | Тема 12. Поняття функції, яка диференційована в точці, її геометричний зміст. Диференціал функції. Похідна функції, її зміст в різних задачах. | 5 |
| 13 | Тема 13. Правила знаходження похідної та диференціала. Похідна складеної та оберненої функції. Диференціювання функцій заданих параметрично та неявних функцій. Похідні та диференціали вищих порядків. | 5 |
| 14 | Тема 14. Основні теореми диференціального числення. Правила Лопітала. | 5 |
| 15 | Тема 15. Дослідження функцій з використанням похідної. Дослідження функцій заданих параметрично. | 5 |
| 16 | Тема 16. Первісна. Невизначений інтеграл та його властивості. Методи інтегрування. | 5 |
| 17 | Тема 17. Задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла. Визначений інтеграл, його властивості. Інтеграл із змінною верхньою межею. | 5 |
| 18 | Тема 18. Формула Н'ютона-Лейбніца. Застосування визначених інтегралів. | 5 |
| 19 | Тема 19. Невласні інтеграли із нескінченими межами та від необмежених функцій, їх основні властивості | 5 |
| | <i>Разом за перший семестр</i> | 96 |
| 20 | Тема 20. Функції багатьох змінних. Область визначення. Границя функції. Неперервність. | 5 |
| 21 | Тема 21. Частинні похідні. Повний диференціал, його зв'язок з частинними похідними. | 5 |
| 22 | Тема 22. Похідна складеної функції. Частинні похідні і повні диференціали вищих порядків. | 5 |
| 23 | Тема 23. Екстремуми функцій багатьох змінних. Необхідна умова екстремуму. Достатні умови. Похідна за напрямом, градієнт. | 5 |
| 24 | Тема 24. Фізичні задачі, які приводять до диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння (ДР) першого порядку. Задача Коші. Теорема існування та однозначності розв'язку задачі Коші. | 5 |
| 25 | Тема 25. Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. Застосування ДР першого порядку в різних областях науки і техніки. | 6 |
| 26 | Тема 26. ДР вищих порядків, задача Коші. Рівняння, які допускають зниження порядку. Лінійні ДР однорідні та неоднорідні: основні означення та поняття. Визначник Вронського. Метод варіації довільних сталих. | 5 |
| 27 | Тема 27. Поняття комплексного числа. Алгебраїчна, тригонометрична та показникова форми подання комплексних чисел. | 5 |

| | | |
|----|--|------------|
| | Операції над комплексними числами. | |
| 28 | Тема 28. Лінійні неоднорідні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. Застосування до описування лінійних моделей. | 5 |
| 29 | Тема 29. Системи диференціальних рівнянь. Нормальні системи рівнянь. Розв'язування систем ДР шляхом зведення до лінійного диференціального рівняння n -го порядку. | 5 |
| 30 | Тема 30. Системи лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. Розв'язування таких систем за допомогою характеристичного рівняння. Побудова фазових портретів і дослідження на стійкість систем ДР за допомогою <i>Mathcad</i> . | 5 |
| 31 | Тема 31. Перетворення Лапласа, його властивості. Основні теореми операційного числення. | 5 |
| 32 | Тема 32. Розв'язування лінійних диференціальних рівнянь та їх систем операційним методом. | 5 |
| | Разом за другий семестр | 66 |
| | Разом | 162 |

Самостійна робота студента є основним способом оволодіння матеріалом дисципліни, засвоєння необхідних умінь і навичок у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Під час такої роботи використовується навчальна, спеціальна література, а також тексти лекцій. Специфічною формою самостійної роботи є виконання індивідуальних завдань у вигляді розв'язування задач, аналітичних оглядів статей у спеціалізованих журналах, публікацій у періодиці.

10. Індивідуальні завдання

10.1. Типові розрахунки

За рішенням кафедри студенти можуть готувати доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

Метою виконання індивідуальних завдань (розрахунково-графічні роботи (ТР), тематичні контрольні роботи) є підвищення рівня засвоєння курсу вищої математики, інтенсифікації самостійної роботи, формування особистості студента. ТР передбачені із завдань трьох типів:

- індивідуальні теоретичні вправи;
- спільні для групи студентів теоретичні питання;
- індивідуальні задачі та приклади.

На 2 семестри передбачено не більше чотирьох ТР і видаються вони студентам на першому тижні поточного модуля.

Семестр 1

Модуль 1. ТР1. Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь, векторна алгебра. Аналітична геометрія. Вступ до математичного аналізу. Техніка знаходження границь.

Модуль 2. ТР2. Техніка диференціювання. Застосування похідної до дослідження функцій та побудови їх графіків. Невизначений та визначений інтеграл.

Семестр 2

Модуль 3. ТР3. Функції багатьох змінних. Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. Лінійні ДР із сталими коефіцієнтами. Дії над комплексними числами. Рівняння із правою частиною спеціального виду. Системи ДР

Модуль 4. **ТР4.** Знаходження зображень оригіналу за допомогою основних теорем операційного числення. Розв'язування лінійних диференціальних рівнянь і їх систем операційним методом. Інтеграл Дюамеля. Операційне числення

10.2. Тематичні контрольні роботи

Семестр 1

Модуль 1

ТКР1. Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь Векторна алгебра. Пряма і площина. Криві другого порядку.

Модуль 2

ТКР2. Вступ до математичного аналізу. Елементи теорії границь. Диференціальне числення функцій однієї змінної. Невизначені інтеграли. Визначені інтеграли та їх застосування.

Семестр 2

Модуль 3

ТКР3. Функції багатьох змінних. Поняття комплексного числа, дії над комплексними числами.

ТКР4. ЗДР першого порядку та методи їх розв'язування. ДР вищих порядків, ЛОДР, ЛНДР.

Модуль 4

ТКР5. Системи ДР та методи їх розв'язування. Операційне числення

Контрольна робота

(для студентів заочної форми навчання)

Для закріплення теоретичних знань студентів заочної форми навчання та для набуття практичних навичок математичних розрахунків вводяться контрольні роботи. На контрольну роботу відводиться 0,5 кредита (15 годин СРС). Об'єм роботи 15-20 сторінок з відповідними графічними ілюстраціями.

Теми контрольних робіт для студентів заочної форми навчання такі:

Семестр 1

КР1. Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь. Векторна алгебра. Пряма і площина. Криві другого порядку.

КР2. Вступ до математичного аналізу. Елементи теорії границь. Диференціальне числення функцій однієї змінної. Невизначений інтеграл: поняття, властивості та методи інтегрування. Визначені інтеграли та їх застосування.

Семестр 2

КР3. Функції багатьох змінних. Поняття комплексного числа, дії над комплексними числами. ЗДР першого порядку та методи їх розв'язування. ДР вищих порядків, ЛОДР, ЛНДР.

КР4. Системи ДР та методи їх розв'язування. Операційне числення

11. Методи навчання

При вивченні дисципліни використовуються наступні методи навчання: лекції із застосуванням мультимедіа та систем комп'ютерної математики; розв'язування задач або творчих завдань, мозкові штурми, робота в малих групах, робота в Інтернет; складання графічних схем.

12. Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального контролю знань студентів під час практичного заняття, тестування, творчі завдання, ТКР, ТР, іспит.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 13.1 – Вид контролю – іспит

| Поточне тестування та самостійна робота Семестр 1 | | | | | | | | | | | Підсумковий тест (іспит) | Сума |
|--|------|------|------|----|----------------------|------------|------------|------------|-----|-----|-----------------------------|------|
| Навчальний модуль 1 | | | | | Навчальний модуль 2 | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1 | | | | | Змістовий модуль 1-3 | | | | | | | |
| T1-2 | T3-4 | T5-6 | T7-8 | T9 | T10-11 | T12 -13 | T14- 15 | T16 -17 | T18 | T19 | 25 | 100 |
| 37 балів | | | | | 38 балів | | | | | | | |

T1, T2 ... T19 – теми змістових модулів.

Таблиця 13.2 – Вид контролю – іспит

| Поточне тестування та самостійна робота Семестр 2 | | | | | | | | | | | Підсумковий тест (іспит) | Сума |
|--|-----|-----|-----|------------|----------------------|-----|-----|------------|-----|-----|-----------------------------|------|
| Навчальний модуль 3 | | | | | Навчальний модуль 4 | | | | | | | |
| Змістовий модуль 4-5 | | | | | Змістовий модуль 5-6 | | | | | | | |
| T20- | T21 | T22 | T23 | T24 -25 | T26 | T27 | T28 | T29 -30 | T31 | T32 | 25 | 100 |
| 37 балів | | | | | 38 балів | | | | | | | |

T20, T21 ... T32 – теми змістових модулів.

Таблиця 13.3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

| Вид роботи | Модуль 1,3 | Модуль 2,4 |
|--|------------|------------|
| 1. Виконання творчих завдань | 10 | 12 |
| 2. Виконання та захист типових розрахунків | 6 | 6 |
| 3. Тематична контрольна робота | 16 | 15 |
| 4. Тестування | 5 | 5 |
| Всього | 37 | 38 |

Таблиця 13.4 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

| | |
|--|--|
| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS |
| 90 – 100 | A |
| 82-89 | B |
| 75-81 | C |
| 64-74 | D |
| 60-63 | E |
| 35-59 | FX незадовільно з можливістю повторного складання |
| 0-34 | F незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

| Рівень компетентності | За шкалою ECTS | Критерії оцінювання |
|---|----------------|--|
| IV Високий (творчий) «5» | A | Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання. |
| III Достатній (конструктивний) «4» | B | Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях. |
| | C | Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач. |
| II Середній (репродуктивний) «3» | D | Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення. |
| | E | Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину |

| | | |
|---------------------|----|---|
| | | матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування. |
| І Низький «2» | FX | Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції. |
| | F | Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. |

15. Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Вища математика».
2. Плани практичних занять та методичні рекомендації до їх виконання.
3. Опорний конспект лекцій навчальної дисципліни «Вища математика».
4. Перелік питань до іспиту.
5. Електронні матеріали до вивчення навчальної дисципліни «Вища математика».
6. Комплект тестових завдань з курсу «Вищої математики».
7. Комплект тематичних контрольних робіт.
8. Комплект завдань для типових розрахунків.
9. Комплект екзаменаційних білетів.
10. Комплект комплексних контрольних робіт.
11. Дистанційні курси з «Вищої математики».

Рекомендована література

Базова

1. Сачанюк-Кавецька Н.В. Збірник тестових завдань для систематизації та узагальнення знань з вищої математики. Лінійна алгебра та аналітична геометрія – [Електронний ресурс]. / Н.В. Сачанюк-Кавецька, М.Б. Ковальчук – Вінниця: ВНТУ, 2022. – 100 с.
2. Абрамчук І.В. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функцій однієї змінної: навчальний посібник /І.В. Абрамчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 152 с.
3. Сачанюк-Кавецька Н.В. Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Функції багатьох змінних, кратні інтеграли :навчальний посібник – [Електронний ресурс]. / Н.В. Сачанюк-Кавецька,В. О. Красівський, М.Б. Ковальчук, Г.О. Черноволик – Вінниця, 2017
4. Педорченко Л.І. Збірник індивідуальних завдань з вищої математики. Диференціальні рівняння Ч. 5 /Л.І. Педорченко, В.А. Петрук, В.С. Петрунін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 162 с.
5. Дубова Н.Б. Збірник індивідуальних завдань з вищої математики. Операційне числення. Ч. 7 / Н.Б. Дубова, Л.І. Педорченко, В.С. Петрунін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 93 с.
6. Хом'юк І. В. Вища математика. Збірник завдань для організації самостійної роботи студентів заочної форми навчання в двох частинах (з теоретичною підтримкою). Частина 1: [навчальний посібник]. // І. В. Хом'юк, Н. В. Сачанюк-Кавецька, В. В. Хом'юк, М. Б. Ковальчук. – Вінниця: ВНТУ. – 2017. – 199 с.
7. Хом'юк І. В. Вища математика. Збірник завдань для організації самостійної роботи студентів заочної форми навчання в двох частинах (з теоретичною підтримкою). Частина 2: [навчальний посібник]. // І. В. Хом'юк, Н. В. Сачанюк-Кавецька, В. В. Хом'юк, М. Б. Ковальчук. – Вінниця: ВНТУ. –2017. – 148 с.
8. Сачанюк-Кавецька Н. В. Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Функції багатьох змінних, кратні інтеграли : [навчальний посібник]. //Н. В. Сачанюк-Кавецька, В. О. Красівський, М. Б. Ковальчук, Г. О. Черноволик. – Вінниця: ВНТУ. – 2017. – 139 с.
9. Працьовитий М. В., Ковальчук М. Б. Сачанюк-Кавецька Н. В. Вища математика. Опорні схеми та алгоритми для самостійної роботи студентів. Частина 1– Вінниця: ВНТУ – 2019. –103 с.
10. Працьовитий М. В., Ковальчук М. Б. Сачанюк-Кавецька Н. В. Вища математика. Опорні схеми та алгоритми для самостійної роботи студентів. Частина 2– Вінниця: ВНТУ – 2022. –102 с.
11. Герасимчук В.С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах у 3-х томах /В.С. Герасимчук, Г.С. Васильченко, В.І. Кравцов. – Київ: Знання, 2018.
12. Вища математика: спеціальні розділи: Підручник. У 2-х книгах /За ред. Г.Л. Кулініча. – К.: Либідь, 2016.
13. Безущак О. О. Навчальний посібник з лінійної алгебри для студентів механіко-математичного факультету / О. О. Безущак, О. Г. Ганюшкін, Є Ає Кочубінська. – К.:ВПЦ «Київський університет», 2019. – 224 с.
14. Кузнецова Г. А. Основи математичного аналізу в схемах і таблицях. В 2-х частинах /Г. А. Кузнецова, С. М. Ламтюгова, Ю. В. Ситникова, Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015.
15. Інтегральне числення: навч. Посібник / Задерей П. В., Лагода О. А., Нестеренко О. Б., Харитонова М. О., Київ: КНУТД, 2021, 216 с.
16. Навч. Посібник «Вища математика: інтегральне числення функції однієї змінної. Диференціальні рівняння» для студентів технічних спеціальностей /Укл. Г. М. Кулик, О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Степаненко, Н. П. Ярема – К.:НТУУ «КПІ», 2016, 278 с.
17. Операційне числення: Метод. вказівки до вивч. дисципліни „Вища математика” для студ.

Допоміжна

1. Хом'юк І. В., Сачанюк-Кавецька Н. В., Хом'юк В. В., Білецький Б. С. Використання математичного інструментарію студентами технічних спеціальностей у волонтерській діяльності / *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2023. Випуск 1(21). – С. 105-112.
2. Сачанюк-Кавецька Н. В., Прозор О. П. Елементи математичного опису логіко-часових функцій багатозначної логіки та окремих операцій над ними / *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. – 2022–Том 53 (№1).– С. 111-118 (<https://doi.org/10.31649/1999-9941-2022-53-1-111-118>)
3. Сачанюк-Кавецька Н. В., Кавецький В.В. Застосування критерію Фішера для забезпечення достовірності результатів оцінювання залишкових знань студентів» // *"Фізико-математична освіта"*, Том 28 №2, 2021. – С. 71-76.
4. Сачанюк-Кавецька Н. В., Прозор О. П., Хом'юк В. В., Бондаренко І. О. Математичний опис операції нерівнозначності в логіко-часовому середовищі / *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. – 2022–Том 54 (№2).– С. 124-130 (<https://doi.org/10.31649/1999-9941-2022-54-2-124-130>).
5. . Ковальчук М. Б., Сачанюк-Кавецька Н. В. Математичне моделювання в системі комп'ютерної математики MAPLE, як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні диференціальних рівнянь //ІІ Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності», 1-3.06.2020. м. Вінниця <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/pmovc20/paper/viewFile/10419/8725>

