Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра інформаційних комп’ютерних технологій і математики

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ-ПОЦТ23мг

Спеціальності 015.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)»

Резуненко Віталій Вячеславович

Керівник: д.ф.-м.н., проф. Литвин О. О.

Рецензент: к.ф.-м.н., доц. Залужна Г. В.

Підсумкова оцінка:

за національною шкалою: _____

кількість балів: _____

Голова Екзаменаційної комісії

_____

д.т.н., проф. Гордєєв А. С.

Харків – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

Кафедра інформаційних комп'ютерних технологій і математики

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) другий (магістерський)

015.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри
інформаційних комп'ютерних
технологій і математики

_____

проф. Олеся НЕЧУЙВІТЕР

«21» листопада 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ (ПРОЄКТ)

Резуненко Віталій Вячеславович

1. Тема роботи «Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad».

Керівник роботи: Литвин Олег Олегович, доктор фізико-математичних наук, професор.

Затверджено наказом по університету від «12» 10.2024 року № 4801-5/3345.

2. Строк подання студентом роботи: 1 грудня 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити: дослідити актуальність професійної підготовки фахівців з цифрових технологій до розв'язання задач математичного моделювання в СКМ MathCad, проаналізувати стан проблеми та розробити лабораторний практикум освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори», дослідити та описати кваліфікаційні вимоги до фахівця у галузі цифрових технологій, розробити дидактичний проєкт практичного заняття з теми «Розробка лабораторного практикуму освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad».

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДО РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СКМ MATHCAD
2	РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОПЕРАТОРИ» ЗА ДОПОМОГОЮ СКМ MATHCAD
3	РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПИС КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ВИМОГ ДО РОЗРОБНИКА ЕЛЕМЕНТІВ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ
4	РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОПЕРАТОРИ» ЗА ДОПОМОГОЮ СКМ MATHCAD»

5. Дата видачі завдання _____

Студент (ка) _____ / Резуненко В. В.

Керівник роботи _____ / Литвин О. О.

Керівник роботи _____ / Калініченко Т. В.

РЕФЕРАТ

Робота містить: 112 с., 2 рис., 11 табл., 54 посилань.

У сучасну епоху цифрові технології відіграють вирішальну роль у просуванні математичного моделювання в різних галузях. СКМ Mathcad, як потужний обчислювальний інструмент, пропонує надійні функції для вирішення складних математичних завдань, що робить необхідним для фахівців професійну підготовку як програмного забезпечення, так і основних принципів математичного моделювання.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки фахівців з цифрових технологій.

Предмет дослідження – професійна підготовка фахівців з цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Мета дослідження – теоретично обгрунтувати та розробити дидактичний проєкт практичного заняття з теми «Розробка лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad».

Завдання дослідження: 1. Аналіз літературних джерел з приводу розгляду питання професійної підготовки фахівців з цифрових технологій. 2. Виявлення особливостей професійної підготовки фахівців з цифрових технологій. 3. Теортетичне обгрунутвання та розробка дидактичного проєкту практичного заняття з теми «Розробка лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad».

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, моделювання, спостереження, синтез.

Наукова новизна полягає в тому, що удосконалено процес професійної підготовки фахівців з цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Теоретична значущість: розкрити сутність понять «професійна підготовка», «підготовка фахівця в галузі цифрових технологій», «інноваційні технології».

Практична значущість роботи полягає в тому, що було розроблено лабораторний практикум освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: математичне моделювання, система комп’ютерної математики, лабораторний практикум.

ABSTRACT

The work contains: 112 pages, 2 figures, 11 tables, 54 references.

In the modern era, digital technology plays a crucial role in advancing mathematical modeling in various fields. CKM Mathcad, as a powerful computing tool, offers robust features for solving complex mathematical problems, making it necessary for professionals to have professional training in both software and basic principles of mathematical modeling.

The object of research is the process of professional training of specialists in digital technologies.

The subject of the study is the professional training of digital technology specialists for the development of a laboratory workshop of the educational component "Innovative Technologies: New Information Operators" using SCM MathCad.

The purpose of the study is to theoretically substantiate and develop a didactic project of a practical lesson on the topic "Development of a laboratory workshop of the educational component "Innovative Technologies: New Information Operators" using SCM MathCad".

Research objectives: 1. Analysis of literature sources regarding the consideration of the issue of professional training of specialists in digital technologies. 2. Identification of features of professional training of specialists in digital technologies. 3. Theoretical research and development of a didactic project of a practical lesson on the topic "Development of a laboratory workshop of the educational component "Innovative Technologies: New Information Operators" using SCM MathCad".

Research methods – analysis of literature sources, modeling, observation, synthesis.

The scientific novelty lies in the fact that the process of professional training of digital technology specialists for the development of a laboratory workshop of the educational component "Innovative Technologies: New Information Operators" using SCM MathCad has been improved.

Theoretical significance: to reveal the essence of the concepts of "professional training", "training of a specialist in the field of digital technologies", "innovative technologies".

The practical significance of the work lies in the fact that a laboratory workshop of the educational component "Innovative Technologies: New Information Operators" was developed with the help of SCM MathCad.

KEYWORDS: mathematical modeling, computer mathematics system, laboratory workshop.

ЗМІСТ

ВСТУП 9

РОЗДІЛ 1 АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СКМ MATHCAD 13

1.1. Застосування інформаційних технологій у процесі професійної підготовки підготовки фахівців з цифрових технологій 13

1.2. Особливості професійної діяльності фахівців з цифрових технологій 15

Висновки до розділу 1 18

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОПЕРАТОРИ» ЗА ДОПОМОГОЮ СКМ MATHCAD 19

2.1 Огляд літератури: Нові інформаційні оператори в математичному моделюванні 19

2.1.1 Визначення та роль інформаційних операторів 19

2.1.2 Нові тенденції появи нових інформаційних операторів 21

2.1.3 Застосування нових інформаційних операторів 24

2.1.4 Виклики та майбутні напрямки розвитку нових інформаційних операторів. 27

2.2 Нові типи даних, що використовуються у математичному моделюванні 30

2.2.1 Великі дані (Big Data) 30

2.2.2 Дані з реального часу (Real-Time Data) 31

2.2.3 Гетерогенні дані (Heterogeneous Data) 31

2.2.4 Просторово-часові дані (Spatiotemporal Data) 31

2.2.5 Семантичні дані (Semantic Data) 32

2.2.6 Дані високої роздільної здатності (High-Resolution Data) 32

2.2.7 Синтетичні дані (Synthetic Data) 33

2.2.8 Дані з квантових систем (Quantum Data) 33

2.2.9 Дані зі зворотного зв'язку (Feedback Data) 33
2.2.10 Дані віртуальної та доповненої реальності (VR/AR Data) 34
2.3 Теорія інтерлінації функцій 34
2.3.1 Приклади інженерних задач, які приводять до інтерлінації 34
2.3.2 Деякі типи розміщення ліній для застосування методу інтерлінації 39
2.3.3 Приклад 41
2.3.4 Реалізація окремих випадків застосування інтерлінації у СКМ MATHCAD 43
Висновки до розділу 2 81
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПИС КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ВИМОГ ДО РОЗРОБНИКА ЕЛЕМЕНТІВ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ 82
3.1 Освіта 82
3.2 Технічні навички 82
3.3 Педагогічні знання. 83
3.4 Творчі та дизайнерські навички. 83
3.5 Знання нормативів і стандартів. 83
3.6 Розуміння бізнесу та ринку. 84
3.7 М'які навички. 84
3.8 Досвід 84
Висновки до розділу 3 85
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОПЕРАТОРИ» ЗА ДОПОМОГОЮ СКМ MATHCAD» 86
4.1. Постановка дидактичної мети практичної роботи 86
4.2. Аналіз базових умов навчання 86
4.3. Розробка мотиваційних технологій навчання 88
4.4 Формування системи задач і завдань для вирішення і виконання на практичній роботі 89
4.5. Розробка способів формування ООД 93
4.6. Розробка способів формування виконавчих дій, організація

виконання завдань та рішення задач 96
4.7. Розробка способів контролю сформованих умінь 96
4.8. Сценарій практичного заняття 98
Висновки до розділу 4 103
ВИСНОВКИ 105
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 106

ВСТУП

Актуальність досліджуваної теми.

У сучасну епоху цифрові технології відіграють вирішальну роль у просуванні математичного моделювання в різних галузях. СКМ Mathcad, як потужний обчислювальний інструмент, пропонує надійні функції для вирішення складних математичних завдань, що робить необхідним для фахівців професійну підготовку як програмного забезпечення, так і основних принципів математичного моделювання. Актуальність використання СКМ Mathcad полягає в наступному:

- Всебічне розуміння функцій СКМ Mathcad.

Символьні та числові обчислення. Mathcad поєднує символьну алгебру та чисельні обчислення, що вимагає досвіду для повного використання її потенціалу.

Динамічна візуалізація. Можливість створення інтерактивних графіків та візуальних моделей вимагає володіння функціями візуалізації інструменту.

Інтегрована документація. Унікальна здатність Mathcad інтегрувати розрахунки з текстовими поясненнями та одиницями підкреслює потребу в чітких навичках документування.

- Застосування до реальних проблем.

Міжгалузеве використання. Математичне моделювання в таких галузях, як інженерія, фінанси та природничі науки, значною мірою покладається на програмне забезпечення, таке як Mathcad, для моделювання реальних явищ.

Налаштування з урахуванням конкретної проблеми. Навчання дозволяє фахівцям адаптувати шаблони Mathcad і робочі процеси для вирішення конкретних проблем у таких областях, як системи управління, структурний аналіз або динаміка рідини.

- Удосконалення аналітичного мислення.

Розробка моделі. Ефективне використання Mathcad вимагає розбиття складних систем на керовані математичні представлення.

Діагностика помилки. Навчання допомагає фахівцям виявляти та усувати помилки в математичних моделях, забезпечуючи точні результати.

- Здатність ефективно вирішувати проблеми

Автоматизація повторюваних завдань. Mathcad дозволяє автоматизувати ітеративні обчислення та розгортки параметрів, значно підвищуючи ефективність.

Інтеграція з іншими інструментами. Професіонали, які навчаються в Mathcad, можуть інтегрувати його з іншими цифровими інструментами (наприклад, MATLAB, Excel) для всебічного аналізу.

- Стандартизація процесів

Багаторазові робочі процеси. Навчання допомагає спеціалістам розробляти стандартизовані робочі процеси, покращуючи співпрацю та узгодженість у проектах.

Відповідність нормативним вимогам. У галузях із жорсткими нормативними вимогами добре задокументовані моделі Mathcad забезпечують відповідність і готовність до аудиту.

- Адаптивність до новітніх технологій

Інтеграція зі штучним інтелектом та Big Data. Оскільки штучний інтелект та аналітика даних стають невід'ємною частиною моделювання, можливості Mathcad можуть бути розширені за допомогою API та користувацьких сценаріїв, що вимагає підвищення кваліфікації.

Навички підготовки до майбутнього. Професіонали, які мають навички роботи з Mathcad, краще підготовлені для адаптації до інновацій у програмному забезпеченні для математичного моделювання.

- Підтримка спільної та міждисциплінарної роботи

Комунікація в команді. Читабельний формат Mathcad усуває розрив між математиками, інженерами та нетехнічними зацікавленими сторонами, забезпечуючи співпрацю.

Міждисциплінарне застосування. Навчені фахівці можуть застосовувати Mathcad у міждисциплінарних проектах, від проектування медичних пристроїв до оптимізації ланцюжків поставок.

- Задоволення потреб галузі.

Очікування роботодавця. Компанії очікують, що фахівці будуть володіти передовими цифровими інструментами, такими як Mathcad, щоб залишатися конкурентоспроможними.

Прискорене вирішення проблем. Роботодавці отримують вигоду від спеціалістів, які можуть швидко моделювати, тестувати та перевіряти це за допомогою Mathcad.

Професійна підготовка фахівців з цифрових технологій у СКМ Mathcad забезпечує їх технічними знаннями для ефективного вирішення складних проблем математичного моделювання. Це навчання не тільки покращує можливості вирішення проблем, але й забезпечує адаптивність до мінливих потреб галузі, що робить його критично важливим компонентом сучасної освіти та розвитку робочої сили.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки фахівців з цифрових технологій.

Предмет дослідження – професійна підготовка фахівців з цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Мета дослідження – теоретично обгрунтувати та розробити дидактичний проєкт практичного заняття з теми «Розробка лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad».

Завдання дослідження:

1. Аналіз літературних джерел з приводу розгляду питання професійної підготовки фахівців з цифрових технологій.

2. Виявлення особливостей професійної підготовки фахівців з цифрових технологій.

3. Теортетичне обгрунтування та розробка дидактичного проєкту практичного заняття з теми «Розробка лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad».

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, моделювання, спостереження, синтез.

Наукова новизна полягає в тому, що удосконалено процес професійної підготовки фахівців з цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Теоретична значущість: розкрити сутність понять «професійна підготовка», «підготовка фахівця в галузі цифрових технологій», «інноваційні технології»; визначено особливості, які забезпечують якісну професійну підготовку фахівців з цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Практична значущість роботи полягає в тому, що було розроблено лабораторний практикум освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Структура та загальний обсяг роботи. Робота складається з української та англійської анотацій, вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи 112 сторінок, обсяг основного тексту 105 сторінок. Робота містить 11 таблиць, 2 рисунка. Список використаних джерел має 54 найменування, з них 15 іноземною мовою.

РОЗДІЛ 1
АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СКМ MATHACAD

1.1. Застосування інформаційних технологій у процесі професійної підготовки підготовки фахівців з цифрових технологій

Основним завданням вищої школи зараз є навчити майбутнього спеціаліста вчитися, орієнтуватися у потоці постійно мінливої інформації, навчити його мислити самостійно, критично та творчо, а це неможливо без оволодіння знаннями, вміннями, навичками використання інформаційних технологій у своїй майбутній професійній діяльності.

Проте традиційні методи навчання, розроблені свого часу для помірних обсягів інформації, в умовах сучасного інформаційного вибуху малопридатні.

Використання активних інформаційних ресурсів вимагає нового підходу до підготовки фахівців. У зв'язку з цим необхідний перегляд всієї системи організації навчально-пізнавальної діяльності, необхідна реалізація ідей інтеграції, комп'ютеризації професійного освіти. Для цього було проведено дослідження, що визначає наскільки навчання з використанням інформаційних технологій сприяє досягненню мети формування особи спеціаліста у вузі. З цією метою проведено порівняльний аналіз навчальної діяльності при традиційному навчанні та комп'ютерне навчання в процесі професійної підготовки.

Порівняльний аналіз навчальної діяльності при традиційному навчанні студентам передаються знання, які складно застосувати на практиці, з виробництва і, як наслідок, виникають труднощі інтелектуальної та соціальної адаптації до умов виробництва Використання інформаційних технологій дозволяє зримо вводити учнів у світ їхньої майбутньої професійної діяльності, виявляючи проблемні ситуації, проблеми; готувати їх до свідомого трудового життя в виробничий колектив; показувати сфери застосування теоретичних понять, фактів, закономірностей у реальних життєвих умовах.

Інформаційні технології, моделюючи умови, наближені до реальних, дозволяють проектувати виробничі ситуації в наочної форми. Такі проблемні ситуації розвивають у майбутніх фахівців здатність приймати оперативні професійні рішення. Таким чином, розбір проблем, показ реальних професійних ситуацій з використанням інформаційних технологій робить зрозумілим положення теорії, вводить майбутніх фахівців в атмосферу майбутньої професійної діяльності, спонукає думка до дії, стимулює їх до самостійним роздумам та рішенням.

При традиційному навчанні виховні та навчальні впливи розведені у часі та просторі: в аудиторії навчають, поза нею виховують. А це не відповідає характеру професійної праці, передбачає обмін його продуктами, міжособистісна взаємодія фахівців, відмінність інтересів, відповідні форми спілкування та прийняття рішень, особистий внесок кожного для досягнення спільних цілей виробничого колективу.

Психологічний клімат у комп'ютерному класі відповідає перерахованим особливостям професійної діяльності майбутнього спеціаліста. Засобами інформаційних технологій формуються здібності бачити переваги іншої людини, виявляти подібні та різні якості в собі та іншому і використовувати їх для ефективного досягнення мети спільної діяльності; комунікативні вміння, спрямовані на здійснення спільної командної діяльності; вміння демонструвати особистісні та професійні якості.

Таким чином, застосування інформаційних технологій у процесі професійної підготовки робить можливим самоаналіз та міжособистісна взаємодія всіх учасників процесу навчання та визначає його виховну ефективність.

1.2. Особливості професійної діяльності фахівців з цифрових технологій

Професійна діяльність майбутнього фахівця має ґрунтуватися на творчому мисленні: потрапляючи в ту чи іншу ситуацію, фахівець, провівши аналіз обстановки, ставить перед собою завдання, яке випливає з логіки його власної активності, потім вирішує її, доводить істинність рішення, компетентність та якість прийнятих дій та вчинків.

Комп'ютер опосередкований пізнавальну діяльність, забезпечує можливість студентам цілеспрямовано та змістовно звертатися до підстав своїх власних дій, здійснювати їх планування та рефлексію, трансформувати та самостійно конструювати предметне зміст, із яким працює. У цьому сенсі комп'ютер є настільки ефективним і тонким засобом об'єктивації всіх компонентів навчальної діяльності, що йому важко підібрати аналог у практиці навчання.

Людина не може обходитися в процесі мислення без образів, не мислить одними словесними поняттями, абстракціями. Ця розумова діяльність студента полегшується та одночасно прямує за допомогою інформаційних технологій, які дозволяють спостерігати та вивчати явища, процеси в мікро- та макросвіті, всередині складних технічних та біологічних систем на основі використання моделювання. З'являється можливість одночасної індивідуальної роботи учнів, та проведення за допомогою інформаційних технологій експерименту, перекласти рутинну, технічно складну роботу при обробці результатів на комп'ютер і зробити роботу таким чином, більш цікавою та привабливою для студент. В результаті досягається інтерес учнів до навчального предмета накладає певний відбиток на особливості мислення, пам'яті, уяви, на емоційне та вольове стан під час роботи над цим матеріалом. Таким чином, інформаційні технології орієнтовані на розумову діяльність, цим формують фахівця, здатного здійснити творчу діяльність.

При традиційному навчанні особистісного включення студентів на заняттях не відбувається, сковується інтелектуальна ініціатива, вона належить

переважно викладачеві, який у свою чергу намагається передати одночасно всій групі студентів суму знань, визначену програмою. При цьому викладач має лише найзагальніше уявлення про те, як засвоюється матеріал, викладанні він, як правило, орієнтується на середнього учня, а не індивідуальні можливості кожного. Крім цього, традиційно навіть дуже добре організована експериментальна лабораторна робота виявляється не творчою та не дослідною роботою для студента, а, швидше, тренінгової, тому що не лише проведення, а й аналіз роботи розписується до подробиць викладачем.

У той же час застосування комп'ютера для оволодіння процедурою обчислень дозволяє розглядати питання навчального матеріалу, які через складність математичних перетворень давалися студентам над повному обсязі або вимагали значних тимчасових витрат. При цьому комп'ютер допомагає кожному учню самостійно досягати результату, який при традиційному навчанні нерідко пропонувався викладачем у готовому вигляді. Таким чином, інформаційні технології перетворять індивідуальну навчальну діяльність, моделюючи діяльність спеціаліста.

Зміст навчальної діяльності при традиційне навчання орієнтоване на минуле соціальному досвіду. В результаті, для студента майбутня професійна діяльність не є достатнім мотивуючим фактором вчення [1].

Інформаційні технології у процесі навчання сприяють отриманню таких знань, які у пізнавальній діяльності виступають вже не як той предмет, на який спрямована активність студента, а як засоби вирішення професійних завдань діяльності спеціаліста, тобто суб'єкт навчання студента перетворюється на суб'єкт професійної діяльності спеціаліста. Це обумовлено тим, що комп'ютер у майбутній професійній діяльності стає невід'ємною інструментом у всіх сферах роботи інженера.

Традиційна система освіти орієнтована переважно на стимуляцію мотивації досягнення: отримати хорошу оцінку, успішно скласти іспити тощо. Однак теоретичний аналіз передового педагогічного досвіду показує, що найбільш характерним напрямом підвищення ефективності вузівського

навчання є створення таких психолого-педагогічних умов, у яких пізнавальна мотивація студента стала б початком розвитку професійної мотивації та професійної особистості майбутнього фахівця.

Професійна мотивація та професійна спрямованість, як показано в літератури, не формуються, якщо у навчальному процесі не представлені ті чи інші елементи майбутньої професійної діяльності. Це свідчить на користь навчання з використанням інформаційних технологій, яке зумовлює орієнтацію студента на майбутню професійну діяльність, моделюється в навчанні.

Майбутній випускник вишу має мати вміння та навички самостійного оволодіння новими знаннями, самостійного пошуку, аналізу, синтезу інформації, осмисленого приєднання до відомого раніше невідомого, використання, таким чином, отриманих знань у своїй професійній діяльності. Цьому сприяє навчання з використання інформаційних технологій. Так використання телекомунікації дозволяє здійснити принципово новий підхід до навчання. Він базується:

– на цілком природному бажанні пізнати нове, розширити свій кругозір;

– має у своїй основі реальні дослідні методи, що дозволяють пізнавати закони природи, основи техніки, технології, соціальні явища в їх динаміці, у процесі вирішення життєво важливих проблем, особливості різноманітних видів творчості у процесі діяльності групи учасників; ґрунтується на широких контактах з досвідом інших людей з культурою інших народів;

– сприяє придбанню учнями різноманітних супутніх навичок, які можуть виявитися дуже корисними у наступному життя, у тому числі й навичок користування комп'ютерною технікою та технологією.

Форми організації навчальної діяльності студента при традиційному навчанні не адекватні формам професійної діяльності спеціаліста. Проте сучасні інформаційні технології надають можливість об'єднання зусиль викладача та студентів виходячи з цілей та змісту формованої професійної діяльності.

Тому для фахівця конкретного профілю інформаційно-технічно логічна складова навчальної діяльності трансформується у професійну, а також модифікується в залежно від того, чи буде він інженером-механіком, економістом, працівником управління і т.п.

Тому в даний час актуальною є завдання відбору інформаційних технологій та інформаційних продуктів, необхідних у професійній підготовці майбутніх спеціалістів.

Висновки до розділу 1

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розглянуто специфіку навчальної діяльності у навчанні з використанням інформаційних технологій та проведено порівняльний аналіз навчальної діяльності при традиційному навчанні та комп'ютерному навчання в процесі професійної підготовки фахівців в галузі інформаційних технологій, який дозволив виявити переваги навчання з використання інформаційних технологій.

РОЗДІЛ 2
АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОПЕРАТОРИ» ЗА ДОПОМОГОЮ СКМ MATHCAD

2.1 Огляд літератури: Нові інформаційні оператори в математичному моделюванні.

Вивчення інформаційних операторів в математичному моделюванні є галуззю, що швидко розвивається. Інформаційні оператори – це математичні конструкції, які обробляють вхідні дані для отримання результатів, відіграючи важливу роль у оптимізації, прогнозуванні та аналізі систем у різних сферах. Впровадження нових інформаційних операторів відображає прогрес у обчислювальній техніці, інтеграції даних та потребу в більш тонкому представленні складних явищ.

2.1.1 Визначення та роль інформаційних операторів

Означення інформаційних операторів.

Інформаційні оператори – це математичні конструкції або відображення, які перетворюють, обробляють або витягують інформацію з заданих входів для отримання виходів у межах визначеної системи. Ці оператори служать будівельними блоками в математичних моделях, кодуючи відносини між змінними, даними або функціями для вирішення рівнянь, моделювання поведінки або прогнозування результатів.

Прикладами інформаційних операторів є:

- Диференціальні оператори (наприклад, $\frac{d}{dx}$, Ñ²).

- Інтегральні оператори (наприклад, інтеграли згортки).

- Стохастичні оператори, що використовуються в імовірнісних системах.

- Оператори на основі машинного навчання для моделей на основі даних.

Роль інформаційних операторів у математичному моделюванні.

Представлення моделі та абстракція. Інформаційні оператори абстрагують динаміку реальних систем у вигляді математичних виразів, що дозволяє точно представляти зв'язки між змінними.

Приклад: У гідродинаміці рівняння Нав'є-Стокса покладаються на диференціальні оператори для представлення полів швидкості та тиску.

Перетворення даних. Оператори обробляють необроблені дані в значущі представлення.

Приклад: оператори перетворення Фур'є перетворюють сигнали часової області в представлення частотної області для аналізу.

Розв'язування задач у математичних моделях. Служать інструментами для розв'язання диференціальних рівнянь, задач оптимізації та системного моделювання.

Приклад: Оператори власних значень у лінійній алгебрі мають вирішальне значення для аналізу стійкості та систем керування.

Інтеграція багатомасштабних явищ. Спеціалізовані оператори дозволяють інтегрувати поведінку макромасштабу та мікромасштабу в єдину структуру, наприклад, у матеріалознавстві чи моделюванні клімату.

Обробка невизначеності та нелінійності.

Стохастичні оператори допомагають моделювати випадковість у складних системах.

Нелінійні оператори розширюють традиційні моделі для розгляду хаотичної та нелінійної поведінки системи. Поєднання традиційного та керованого даними моделювання

Інформаційні оператори виступають як інтерфейс між теоретичними моделями та емпіричними даними, що дозволяє використовувати гібридні підходи, які поєднують фізичні закони з машинним навчанням.

Приклади додатків.

- Інженерія: Оператори допомагають проектувати системи управління, моделюючи зворотний зв'язок і стабільність.

- Фізика: Квантово-механічні оператори представляють спостережувані об'єкти, такі як енергія та імпульс.

- Фінанси: стохастичні оператори моделюють динаміку ринку та аналізують ризики.

- Медицина: оператори моделюють біологічні процеси, такі як всмоктування ліків або нейронну активність.

Інформаційні оператори незамінні в математичному моделюванні, забезпечуючи гнучкість і точність, необхідні для представлення, аналізу та вирішення різноманітних і складних систем.

2.1.2 Нові тенденції появи нових інформаційних операторів

Інформаційні оператори є ключовими елементами сучасного математичного моделювання, що забезпечують обробку, трансформацію та інтеграцію даних у різних сферах науки та техніки. Поява нових інформаційних операторів обумовлена розвитком технологій, складністю завдань, які потребують моделювання, та необхідністю адаптації до великих масивів даних і нових викликів. Ось основні тенденції розвитку нових інформаційних операторів:

- Розширення теоретичних основ операторів

- **Фрактальні та дробові оператори:**
  - Оператори на основі дробового числення дозволяють моделювати системи з пам’яттю та спадковими ефектами. Це особливо актуально у фізиці матеріалів, біології та фінансах.
  - Приклад: дробові диференціальні рівняння для опису процесів дифузії або релаксації.
- **Мультиоператорні підходи:**
  - Використання операторів, які комбінують кілька методів, наприклад, інтегрування диференційних і стохастичних операторів для моделювання гібридних систем.

- Інтеграція штучного інтелекту

- **Машинно-обумовлені оператори:**
  - Нові інформаційні оператори базуються на алгоритмах машинного навчання, що дозволяє обробляти великі масиви даних та адаптувати моделі до змінних умов.
- **Оператори нейронних мереж (Neural Operators):**
  - Розроблені для вирішення диференційних рівнянь із високою точністю та ефективністю.
  - Приклад: DeepONet, який застосовується для інтегрування глибокого навчання у математичне моделювання.

- Стохастичні та ймовірнісні оператори

- **Моделювання невизначеностей:**
  - Зростає потреба у стохастичних операторах для роботи із системами, які мають високу непередбачуваність (фінансові ринки, кліматичні моделі).
- **Генеративні оператори:**
  - Використовуються для створення ймовірнісних моделей, що генерують дані на основі заданих параметрів.

- Оператори для обробки великих даних (Big Data)

- **Скалярно-обчислювальні оператори:**
  - Здатність обробляти та аналізувати дані великих обсягів через розподілені обчислення.
- **Оператори інтеграції даних:**
  - Включають методи фільтрації, очищення та злиття даних із різних джерел для їх подальшого використання у моделюванні.

- Інтердисциплінарні оператори

- **Глобальні моделі:**
  - Оператори, які дозволяють інтегрувати знання з різних галузей, таких як фізика, біологія та економіка.
- **Мультифізичні оператори:**

- Застосовуються для моделювання процесів, що включають взаємодію декількох фізичних явищ (наприклад, теплообмін і механіка рідин).

- Стійкі та адаптивні оператори

- **Стійкість до шумів:**
  - Оператори, які здатні працювати із зашумленими даними без втрати точності.
- **Адаптивність:**
  - Оператори, що можуть автоматично налаштовувати свої параметри відповідно до змін середовища або вхідних даних.

- Квантові оператори

- **Квантові обчислення:**
  - Розробка операторів для роботи з квантовими комп'ютерами, які дозволяють вирішувати завдання, недоступні класичним алгоритмам.
  - Приклад: оператори для квантового машинного навчання.

- Інновації у візуалізації

- **Оператори візуалізації даних:**
  - Інтерактивні оператори для створення динамічних графіків і моделей, які спрощують аналіз складних систем.
- **Інтеграція з VR/AR:**
  - Оператори, що дозволяють візуалізувати результати математичних моделей у віртуальній або доповненій реальності.

Нові тенденції у розвитку інформаційних операторів відповідають сучасним викликам, таким як потреба в обробці великих даних, моделюванні невизначеностей, інтеграції штучного інтелекту та створенні адаптивних систем. Це сприяє не лише підвищенню ефективності математичних моделей, але й розширенню їхніх можливостей для міждисциплінарного використання.

2.1.3 Застосування нових інформаційних операторів

Нові інформаційні оператори розширили сферу застосування та ефективність математичного моделювання в різних галузях. Їхні передові можливості, такі як адаптивність, інтеграція складних даних і підвищена точність, роблять їх важливими інструментами для вирішення сучасних проблем. Такі оператори застосовуються при створенні математичних моделей в наступних ключових сферах:

- Інженерні та фізичні науки.

(a) Структурний аналіз та проектування. Дробові та гібридні оператори використовуються для моделювання поведінки матеріалів з ефектами пам'яті або складними відносинами стрес-деформація.

Застосування: Моделювання втоми та руйнування в аерокосмічних та цивільних інженерних спорудах.

(b) Динаміка рідини та теплообмін. Диференціальні та інтегральні оператори дозволяють точно моделювати потік рідини, турбулентність і теплообмін.

Приклад: рівняння Нав'є-Стокса, збагачені операторами машинного навчання для моделювання в реальному часі.

(c) Енергетичні системи. Стохастичні оператори моделюють варіативність відновлюваних джерел енергії, оптимізуючи енергетичні мережі.

Застосування: Прогнозування вітрової та сонячної енергетики з використанням імовірнісних підходів.

- Біологічне та медичне застосування.

(a) Системна біологія. Оператори моделюють біологічні мережі, такі як регуляція генів, метаболічні шляхи та нейронні зв'язки.

Приклад: використання нелінійних операторів для моделювання кінетики ферментів.

(b) Медична візуалізація. Трансформуйте операторів, обробляйте та покращуйте дані медичної візуалізації, такі як МРТ та КТ. Нейронні оператори інтегрують штучний інтелект для підвищення точності виявлення аномалій.

(c) Фармацевтичне моделювання. Фракційні оператори моделюють динаміку вивільнення та абсорбції ліків в організмі людини.

- Фінанси та економіка

(a) Управління ризиками. Стохастичні та ймовірнісні оператори використовуються для моделювання ринкової невизначеності та ризиків портфеля.

Приклад: рівняння Блека-Шоулза, розширене дробовими операторами для кращих моделей ціноутворення опціонів.

(б) Макроекономічне моделювання. Гібридні оператори інтегрують історичні дані та дані в режимі реального часу для моделювання економічних систем.

Застосування: прогнозування впливу змін у політиці або глобальних подій.

- Науки про навколишнє середовище

(a) Моделювання клімату. Багатомасштабні оператори використовуються для інтеграції атмосферних, океанічних і наземних процесів для точних прогнозів клімату.

Приклад: моделювання екстремальних погодних явищ за допомогою стохастичних операторів.

(b) Забруднення та аналіз екосистем. Оператори моделюють розподіл забруднюючих речовин у повітрі та воді та їхній вплив на екосистеми.

(c) Управління відновлюваними ресурсами. Адаптивні оператори допомагають в оптимізації розподілу ресурсів та оцінці екологічної стійкості.

- Штучний інтелект і машинне навчання

(a) Нейронні оператори. Нейронні оператори DeepONets і Фур'є забезпечують основу для ефективного розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними.

Застосування: Прискорення фізичного моделювання в реальному часі в системах, керованих штучним інтелектом.

(b) Навчання з підкріпленням. Оператори формалізують процеси винагороди та прийняття рішень в алгоритмах навчання з підкріпленням.

Застосування: робототехніка, ігровий штучний інтелект та автономні системи.

(c) Аналітика великих даних. Оператори перетворення забезпечують ефективну обробку та аналіз великих наборів даних, витягування закономірностей та інсайтів.

- Квантові обчислення.

(a) Квантове моделювання. Оператори дозволяють моделювати та симулювати квантові системи, такі як молекулярні структури або квантові алгоритми.

(b) Квантове машинне навчання. Нові квантові оператори призначені для підвищення обчислювальної ефективності та вирішення класично нерозв'язних задач.

- Міждисциплінарні програми.

(a) Мультифізичне моделювання. Оператори, які інтегрують різні фізичні явища (наприклад, взаємодія рідини зі структурою, термомеханіка).

(b) Аналіз соціальних мереж. Інформаційні оператори звертаються для вивчення динаміки соціальних мереж, включаючи поширення впливу та оптимізацію мережі.

Поява нових інформаційних операторів зробила революцію в математичному моделюванні, підвищивши його точність, ефективність і адаптивність. Їх застосування охоплює різні галузі, вирішуючи складні, багатогранні проблеми та прокладаючи шлях до інновацій у науці, техніці та за їх межами. У міру розвитку технологій роль цих операторів буде продовжувати розширюватися, сприяючи прогресу як в теоретичній, так і в прикладній областях.

2.1.4 Виклики та майбутні напрямки розвитку нових інформаційних операторів.

Розробка та застосування нових інформаційних операторів у математичному моделюванні стикаються з кількома проблемами, які випливають із теоретичних, обчислювальних та практичних обмежень. Розв'язання цих проблем має вирішальне значення для вдосконалення їхніх можливостей і розширення їх використання в різних дисциплінах. Нижче наведено ключові виклики та потенційні майбутні напрямки для досліджень та застосування.

Виклики:

- Теоретичні задачі.

Складність математичного формалізму. Розширення класичних операторних теорій для обробки нелінійних, стохастичних або дробових систем вимагає передових математичних рамок. Відсутність рішень закритої форми для багатьох моделей, керованих оператором, обмежує їх аналітичну придатність.

Інтеграція багатомасштабних явищ. Системи моделювання, які працюють на декількох масштабах (наприклад, від молекулярних до макроскопічних), вимагають складних операторів, які плавно з'єднують ці масштаби.

Нестандартні граничні умови. Оператори в системах з нерегулярними або еволюціонуючими кордонами, наприклад, у взаємодії рідини та структури, залишаються серйозною проблемою.

- Обчислювальні задачі.

Висока обчислювальна вартість. Розв'язання моделей на основі операторів, особливо тих, що включають великі набори даних або складну динаміку, часто вимагає значних обчислювальних ресурсів.

Приклад: дробові оператори та нейронні оператори можуть бути інтенсивними з обчислювальної точки зору для задач високої розмірності.

Масштабованість. Багато сучасних алгоритмів і операторів намагаються ефективно масштабуватися зі збільшенням розміру або складності проблеми.

Проблеми з інтеграцією даних. Включення різноманітних, зашумлених або неповних наборів даних у фреймворки операторів без шкоди для точності залишається проблематичним.

- Практичні задачі.

Міждисциплінарні прогалини. Подолання розриву між математичними досягненнями та їх практичним застосуванням в інженерії, біології чи соціальних науках вимагає міждисциплінарної експертизи.

Відсутність стандартизації. Відсутність стандартизованих рамок та інструментів для впровадження нових операторів стримує їх широке впровадження.

Етичні проблеми. Оператори, що працюють на основі даних, наприклад, ті, що використовують штучний інтелект, порушують етичні питання, пов'язані з упередженістю, конфіденційністю та підзвітністю в процесах прийняття рішень.

Напрямки на майбутнє.

- Теоретичні досягнення.

Гібридні оператори. Розробка операторів, які поєднують детерміновані, стохастичні та засновані на машинному навчанні підходи для більш ефективної роботи зі складними системами.

Адаптивні оператори. Оператори, здатні самостійно регулювати свої параметри на основі даних у реальному часі або поведінки системи.

Новації дробових операторів. Удосконалені методи розв'язування дробових диференціальних рівнянь із застосуванням у матеріалознавстві, біології та фінансах.

- Обчислювальні інновації.

Високопродуктивні обчислення (HPC). Використання графічних процесорів і хмарних обчислень для обробки дорогих з обчислювальної точки зору моделей операторів.

Ефективні алгоритми. Розробка оптимізованих чисельних методів для більш швидких і масштабованих обчислень моделей, керованих оператором.

Інтеграція квантових обчислень. Використання квантових алгоритмів для розв'язання операторних рівнянь, особливо для задач високої розмірності.

- Міждисциплінарні програми.

Наука про навколишнє середовище та клімат. Просунуті оператори для більш точного моделювання кліматичних систем і стихійних лих.

Медико-біологічні дослідження. Нейронні та стохастичні оператори для відкриття ліків, персоналізованої медицини та моделювання захворювань.

Інженерних. Оператори для моніторингу в режимі реального часу та прогнозного обслуговування в складних системах, таких як розумні мережі та автономні транспортні засоби.

- Оператори на основі даних та штучного інтелекту.

Нейронні оператори. Розширення використання нейронних операторів при розв'язанні диференціальних рівнянь з частинними похідними, з підвищеною точністю та узагальненням.

Інтеграція з Big Data. Оператори, які можуть обробляти та навчатися на великих, різноманітних наборах даних у режимі реального часу.

- Етичні та соціальні міркування.

Прозорі моделі. Забезпечення того, щоб моделі, засновані на операторах, були інтерпретованими та зрозумілими, щоб зміцнити довіру до таких програм, як охорона здоров'я та фінанси.

Пом'якшення упередженості. Розробка операторів, які враховують і мінімізують упередження в моделях, заснованих на даних.

- Освітні та спільні ініціативи.

Навчальні програми. Створення міждисциплінарних навчальних програм для забезпечення дослідників навичками, необхідними для розробки та застосування нових операторів.

Платформи з відкритим вихідним кодом. Сприяння спільній розробці за допомогою інструментів з відкритим вихідним кодом та бібліотек для впровадження інформаційних операторів.

У той час як нові інформаційні оператори мають величезний потенціал для вдосконалення математичного моделювання, вирішення теоретичних, обчислювальних і практичних проблем має важливе значення. Майбутні дослідження мають бути зосереджені на створенні більш адаптивних, ефективних та універсальних операторів, підкріплених досягненнями в галузі технологій та міждисциплінарною співпрацею. Долаючи ці виклики, нові оператори знайдуть інноваційні рішення для найскладніших проблем у науці, техніці та суспільстві.

2.2 Нові типи даних, що використовуються у математичному моделюванні

З розвитком технологій і зростанням складності задач математичного моделювання з'являються нові типи даних, які дозволяють більш точно і повно відобразити реальність. Ці типи даних є важливими для створення інноваційних моделей і вирішення міждисциплінарних завдань.

2.2.1 Великі дані (Big Data)

- **Характеристики:**
  - Великий обсяг (Volume).
  - Швидкість накопичення та обробки (Velocity).
  - Різноманітність форматів (Variety).
  - Неточність і шум у даних (Veracity).
- **Застосування:**
  - Аналіз кліматичних змін, моделювання трафіку, фінансові прогнози.

- Використання методів машинного навчання для обробки великих масивів даних у реальному часі.

2.2.2 Дані з реального часу (Real-Time Data)

- **Опис:**
  - Дані, що постійно оновлюються і доступні в реальному часі.
  - Джерела: сенсори, IoT-пристрої, супутники, соціальні мережі.
- **Застосування:**
  - Моделювання динамічних систем, таких як транспортні мережі або енергетичні системи.
  - Реагування на екстрені ситуації, наприклад, моделювання поширення пожежі або епідемій.

2.2.3 Гетерогенні дані (Heterogeneous Data)

- **Опис:**
  - Дані різних форматів і джерел: текст, зображення, відео, часові ряди, числові та категорійні дані.
  - Вимагають складних методів інтеграції та обробки.
- **Застосування:**
  - Мультидисциплінарне моделювання (наприклад, інтеграція медичних даних з геномікою, зображеннями МРТ і текстами історій хвороб).
  - Злиття даних у проектах "розумних міст".

2.2.4 Просторово-часові дані (Spatiotemporal Data)

- **Опис:**

- Дані, які містять інформацію про просторові та часові аспекти подій.
- Приклади: геолокаційні дані, кліматичні моделі, трекінг мобільності населення.

- **Застосування:**
  - Моделювання поширення інфекційних хвороб.
  - Оцінка ризиків природних катастроф (землетрусів, ураганів).
  - Оптимізація логістики та транспорту.

2.2.5 Семантичні дані (Semantic Data)

- **Опис:**
  - Дані, структуровані у вигляді знань, що зберігаються у графах або онтологіях.
  - Застосовують для формалізації та обробки знань про об'єкти та їх взаємодію.
- **Застосування:**
  - Розробка експертних систем.
  - Семантичний пошук та аналіз великих баз знань.
  - Моделювання поведінки складних систем.

2.2.6 Дані високої роздільної здатності (High-Resolution Data)

- **Опис:**
  - Дані, що забезпечують дуже детальну інформацію, наприклад, супутникові зображення, зображення мікроскопії або 3D-моделі.
- **Застосування:**
  - Моделювання екосистем, оцінка біорізноманіття.
  - Дизайн матеріалів та моделювання на атомарному рівні.
  - Детальне картографування місцевості.

2.2.7 Синтетичні дані (Synthetic Data)

- **Опис:**
  - Дані, створені штучно за допомогою алгоритмів.
  - Часто використовуються там, де реальні дані обмежені або недоступні через етичні чи технічні причини.
- **Застосування:**
  - Тестування моделей машинного навчання.
  - Моделювання сценаріїв, які складно відтворити в реальному світі.
  - Імітаційне моделювання для прогнозів.

2.2.8 Дані з квантових систем (Quantum Data)

- **Опис:**
  - Дані, що виникають у процесі роботи квантових обчислювальних або фізичних систем.
  - Включають суперпозиції станів і ймовірнісні результати вимірювань.
- **Застосування:**
  - Розв'язання складних задач оптимізації, моделювання квантових явищ.
  - Моделювання хімічних процесів на молекулярному рівні.

2.2.9 Дані зі зворотного зв’язку (Feedback Data)

- **Опис:**
  - Дані, що генеруються як реакція на моделювання, часто у вигляді циклічного зворотного зв’язку між системою та моделлю.
- **Застосування:**

- Реалізація адаптивного керування складними системами.
- Навчання моделей у реальному часі для роботи з робототехнікою або динамічними системами.

2.2.10 Дані віртуальної та доповненої реальності (VR/AR Data)

- **Опис:**
  - Дані, створені для симуляцій у віртуальному чи доповненому середовищі.
  - Включають тривимірні моделі, інтерактивні графіки та дані взаємодії користувача.
- **Застосування:**
  - Моделювання архітектурних об'єктів, поведінки натовпу, планування міської інфраструктури.
  - Освітні симуляції та тренажери.

Нові типи даних суттєво розширюють можливості математичного моделювання, дозволяючи враховувати складніші аспекти реальних систем. Використання таких даних вимагає розробки нових методів аналізу, інтеграції та візуалізації, що відкриває перспективи для нових досліджень та інновацій у різних сферах.

2.3 Теорія інтерлінації функцій

Інтерлінація функцій двох змінних (мішана інтерполяція).

Інтерлінацією функції $f(x,y)$ на системі ліній $x=x_k, k=\overline{1,m};$ $y=y_l, l=\overline{1,n}$ називається відновлення її за допомогою слідів $f(x_k,y), k=\overline{1,m}$, $f(x,y_l), l=\overline{1,n}$.

2.3.1 Приклади інженерних задач, які приводять до інтерлінації.

Картографія дна моря за даними гідролокації. Задача відтворення поверхні дна моря за даними гідролокації, що одержані на різних лініях -- курсах корабля з гідролокатором – є типовою задачею інтерлінації функції двох змінних за даними її слідами на декількох лініях.

Треба побудувати рівняння $z = f(x, y)$ рельєфу дна моря. Тут x, y – координати змінної точки на поверхні моря (біжучі координати) в деякій системі координат, вибраній дослідником; z – віддаль від поверхні моря в точці з координатами (x, y) до дна. Для побудови використовуються сліди $\mathrm{j}_k(x, y)\big|_{\Gamma_k} = f(x, y)\big|_{\Gamma_k}$ функції $f(x, y)$ (дані гідролокації) на $M (M \geq 2)$ лініях $\Gamma_k, k = \overline{1, M}$ – курсах корабля. За вказаними лініями і функціями $\mathrm{j}_k(x, y)$ будується функція $f(x, y)$ на основі одної із формул кусково-поліноміальної інтерлінації. Ці формули зручні для програмування. Тому побудову функції $f(x, y)$ та її ліній рівня можна доручити бортовій ЕОМ. Вибір курсів корабля визначається дослідником.

Наближене відновлення поверхні космічного тіла за даними радіолокації

Задача відновлення поверхні космічного тіла за даними радіолокації виникає не тільки в астрономії. Її ефективне розв'язання може вплинути також на розвиток оборонних технологій тощо. Хай промінь радіолокатора рухається вздовж деякої наперед вибраної дослідником системи ліній $\Gamma_k, k = \overline{1, M}$ на космічному об'єкті, що вивчається (або просто на достатньо віддаленому об'єкті). Промінь відбивається від об'єкта, що дозволяє одержувати віддаль до точки відбиття, тобто значення функції $z = f(x, y)$ у системі координат x, y, z, вибраній відповідним чином. Тут z – віддаль від точки з координатами (x, y) на об'єкті до радіолокатора (на вказаних лініях-курсах променя локатора). Обробка такої інформації часто повинна проходити досить швидко і потребує математичного апарату, що найбільш природньо використовує одержувані дані, тобто інтерлінації. Такий підхід можна використати, зокрема, для

наближеного опису поверхні Венери, яку не видно через її хмари в оптичний телескоп.

Планування експерименту для відновлення $f(x,y)$.

На практиці, при плануванні і проведенні експериментів, широко використовується такий підхід. Хай нам треба знайти формулу $z = f(x,y)$, що описує деяку характеристику процесу, яка залежить від двох змінних (параметрів) x та y. Для цього фіксуються значення $x_1,\dots,x_m$ параметра x і для них знаходяться функції $y_k(y) = f(x_k, y),\ k = \overline{1,m}$ (функції $y_k(y)$ можуть бути зображені у вигляді графіків, накреслених самописом або наближено, їх значеннями в декількох точках $y_1 < y_2 < \dots < y_n$). Змінні x та y можна поміняти місцями: фіксуємо значення $y_1,\dots,y_n$ параметра y і для цих значень y знаходимо функції $j_l(x) = f(x, y_l),\ l = \overline{1,n}$. Одержана інформація використовується для побудови шуканої функції $f(x,y)$ у вигляді полінома Лагранжа від змінних x та y, або у вигляді деякої кусково-поліноміальної функції (сплайна), яка інтерполює дані на вибраній множині вузлів (x_k, y_l), або у вигляді згладжуючого сплайна, коефіцієнти якого знаходяться методом найменших квадратів тощо. Важливе те, що на практиці часто використовуються тільки функції $y_k(y)$ або тільки функції $j_l(x)$. Використання інтерлінації дозволяє врахувати функції $y_k(y)$ і функції $j_l(x)$ одночасно, що, природно, дає більш точні наближення до функції $f(x,y)$.

Бажано проводити експеримент так, щоб знаходити значення функції $f(x,y)$ (або її сліди) не на серії прямих, паралельних осям координат, а на серії прямих (або кривих) більш загального положення. Для обробки такої інформації треба мати математичний апарат наближення з допомогою цієї інформації. Таким апаратом є інтерлінація функцій.

Проектування корпусів літаків, суден, автомобілів

У книжках А. Фокса, М. Пратта, М. О. Корнишина, В. Н. Наймушина і В. Ф. Снігирьова, Е. А. Стародетко та ін. методи обчислювальної геометрії

розробляються для потреб автоматизації проектування машин і механічних систем. До них належить задача проектування корпусів літаків, ракет, суден, автомобілів. У їхню основу, в багатьох випадках, можуть бути покладені інтерлінація та інтерфлетація функцій. У сучасній техніці, особливо в авіа- і суднобудуванні, в космічній техніці, широко використовуються конструкції складної форми, які розраховуються і проектуються як оболонки. При апроксимації і заданні серединних поверхонь цих оболонок зручно використовувати математичний апарат сплайн-інтерлінації та сплайн-інтерфлетації функцій і сплайнів.

Наближене розв'язання граничних задач

Іншим важливим напрямком обчислювальної математики, в якому істотно використовуєься інтерлінація функцій, є розробка і дослідження методів розв'язання граничних задач для областей складеної форми, які зводять вихідну граничну задачу для диференціального рівняння з частинними похідними до систем інтегро-диференціальних рівнянь (лінійних або нелінійних). В монографії [9] вони названі, відповідно, методом ЛІДР (лінійних інтегродиференціальних рівнянь) і методом НІДР (нелінійних інтегродиференціальних рівнянь). Метод ЛІДР детально описаний в монографії О. М. Литвина [8, гл. 4].

Викладемо суть методу зведення граничної задачі до системи звичайних диференціальних рівнянь (метод ДР, метод Л. В. Канторовича). Структура наближеного розв'язку граничної задачі шукається у вигляді суми добутків невідомих функцій однієї змінної (наприклад, x) і відомих функцій обох змінних. Для знаходження вказаних невідомих функцій однієї змінної одержується система звичайних диференціальних рівнянь (д. р.) із умови, щоб функціонал, відповідний розв'язуваній граничній задачі (цей функціонал іноді називається функціоналом енергії, або Діріхле), досягав мінімуму. Метод ДР має високу точність. Його істотним недоліком є те, що всі невідомі функції у структурі наближеного розв'язку залежать від однієї змінної. На практиці не

завжди очевидно, якій з двох змінних віддати перевагу, як діяти у випадку областей складеної форми.

Згідно з методом ЛІДР наближений розв'язок граничної задачі шукається у вигляді формул, куди входять як невідомі функції від x і аналогічно функції від y. Тобто обидві змінні рівноправні. Якщо при цьому використати кусково-поліноміальні інтерлінаційні формули, то метод ЛІДР для областей складеної форми будується так, як і метод скінченних елементів. При побудові структури наближених розв'язків граничних задач у випадку областей складеної форми використовується ідеологія методу скінченних елементів : D_1 область інтегрування розбивається на підобласті (елементи) D_2; в кожній із підобластей розв'язок u_1 шукається у вигляді інтерлінаційних формул, які забезпечують точне задовільнення граничних умов задачі і належність шуканого наближеного розв'язку до потрібного класу диференційовності.

Інтерлінація знайшла застосування і в методі оптимальних скінченних елементів, запропонованому О.М.Литвином [8,с.515].

Наближене відновлення внутрішньої структури об'єкта методом комп'ютерної томографії.

Важливим є застосування операторів інтерлінації та інтерфлетації до розв'язання радонівської задачі комп'ютерної томографії . Тут на їхній основі вдалося побудувати оператори інтерполяції на фіксованій системі вузлових точок інтерполяції із даними коефіцієнтами Фур'є до фіксованого порядку. Деякі з цих коефіцієнтів Фур'є фактично є проекціями, що надходять на спецпроцесор з комп'ютерного томографа. В монографії О.М.Литвина [8,гл.5] висвітлено деякі положення цього методу для двовимірного випадку.

Цифрова обробка сигналів.

Одним з перспективних напрямків застосування операторів сплайн-інтерлінації та сплайн-інтерфлетації є цифрова обробка сигналів. В основу такого застосування покладено побудову економних кубатурних формул для наближеного обчислення коефіцієнтів Фур'є функцій багатьох змінних. Ці

формули для досягнення потрібної точності у двовимірному випадку вимагають на порядок меншої кількості експериментальних даних, ніж методи, в яких використовуються класичні сплайни. В монографії О.М.Литвина [8,гл.6] висвітлено цей підхід для двовимірного випадку

2.3.2 Деякі типи розміщення ліній для застосування методу інтерлінації.

Оператор інтерлінації функції $f(x,y)$ на двох прямих $x=0,\ y=0$.

Оператор $O_2(x,y)=f(x,0)+f(0,y)-f(0,0)$ має такі властивості:

$$O_2 f\big|_{x=0}=f(0,y),\qquad O_2 f\big|_{y=0}=f(x,0)$$

При цьому справедлива тотожність $f(x,y)=O_2 f(x,y)+R_2 f(x,y)$,

$$R_2 f(x,y)=\int_0^x\int_0^y f^{(1,1)}(x_1,x_2)\,dx_1 dx_2 .$$

Оператор інтерлінації функції $f(x,t)$ на трьох прямих $x=x_1,\ x=x_2,\ t=0$.

Оператор

$$O_3 f(x,t)=f(x,0)+\frac{x-x_2}{x_1-x_2}[f(x_1,t)-f(x_1,0)]+\frac{x-x_1}{x_2-x_1}[f(x_2,t)-f(x_2,0)]$$

має такі властивості:

$$O_3 f\big|_{t=0}=f(x,0),\ O_3 f\big|_{x=x_1}=f(x_1,t),\ O_3 f\big|_{x=x_2}=f(x_2,t)$$

При цьому, якщо $f(x,t)\in C^{r}(R^2)$, то для залишку $R_3 f(x,t)=(I-O_3)f(x,t)$ справедлива рівність

$$R_3 f(x,t)=\frac{x-x_2}{x_1-x_2}\int_{x_1}^{x}\int_0^t f^{(2,1)}(x,t)(x_1-x)\,dx\,dt+\frac{x-x_1}{x_2-x_1}\int_{x_2}^{x}\int_0^t f^{(2,1)}(x,t)(x_2-x)\,dx\,dt$$

Така формула інтерлінації може знайти застосування, наприклад, якщо треба задовольнити неоднорідні граничні умови у нестаціонарній задачі теплопровідності.

Оператор інтерлінації функції $f(x,y)$ на чотирьох прямих $x=x_1, x=x_2, y=y_1, y=y_2$.

Оператор

$$O_4 f(x,y) = \frac{x-x_2}{x_1-x_2} f(x_1,y) + \frac{x-x_1}{x_2-x_1} f(x_2,y) + \frac{y-y_2}{y_1-y_2} f(x,y_1) +$$

$$+ \frac{y-y_1}{y_2-y_1} f(x,y_2) - \frac{x-x_2}{x_1-x_2} \left[\frac{y-y_2}{y_1-y_2} f(x_1,y_1) + \frac{y-y_1}{y_2-y_1} f(x_1,y_2) \right] -$$

$$- \frac{x-x_1}{x_2-x_1} \left[\frac{y-y_2}{y_1-y_2} f(x_2,y_1) + \frac{y-y_1}{y_2-y_1} f(x_2,y_2) \right].$$

має властивості

$$O_4 f\big|_{x=x_k} = f(x_k,y),\ k=1,2;\quad O_4 f\big|_{y=y_l} = f(x,y_l),\ l=1,2.$$

При цьому для залишку $R_4 f(x,y) = (I - O_4) f(x,y)$ справедлива рівність

$$R_4 f(x,y) = \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{2} h_k \left(\frac{x-x_1}{x_2-x_1} \right) h_l \left(\frac{y-y_1}{y_2-y_1} \right) \int_{x_k}^{x} \int_{y_l}^{y} f^{(2,2)}(x,h) \frac{(x_k-x)(y_1-h)}{1!1!} dx\,dh$$

Тобто оператор $O_4 f(x,y)$ точно відновлює всі функції, які задовольняють умову $f^{(2,2)}(x,y) = 0$

Якщо $f \in C^{(1,1)}$, то

$$R_4 f(x,y) = \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{2} h_k \left(\frac{x-x_1}{x_2-x_1} \right) h_l \left(\frac{y-y_1}{y_2-y_1} \right) \int_{x_k}^{x} \int_{y_l}^{y} f^{(1,1)}(x,h)\,dx\,dh,$$

$$f^{(i,j)} = \frac{\partial^{i+j} f}{\partial x^i \partial y^j}$$

Оператор поліноміальної інтерлінації функції $f(x,y)$ на взаємно перпендикулярних лініях.

Оператор

$$A_M f(x,y) = \sum_{k=1}^{M} f(x_k,y) \prod_{i=1, i\neq k}^{M} \frac{x-x_i}{x_k-x_i}$$

має такі властивості $A_M f\big|_{x=x_p} = f(x_p,y),\ p=\overline{1,M}$.

$A_M f(x,y)$ є оператором поліноміальної інтерлінації функції двох змінних за змінною x.

Оператор

$$B_M f(x,y) = \sum_{j=1}^{M} f(x,y_j) \prod_{i=1, i\neq j}^{M} \frac{y - y_i}{y_j - y_i}$$

має такі властивості $B_M f\big|_{y=y_q} = f(x,y_q),\ q = \overline{1,M}$

$B_M f(x,y)$ є оператором поліноміальної інтерлінації функції двох змінних за змінною y.

Оператор

$$C_M f(x,y) = \sum_{k=1}^{M} \sum_{l=1}^{M} f(x_k,y_l) \prod_{i=1, i\neq k}^{M} \frac{x - x_i}{x_k - x_i} \prod_{j=1, j\neq l}^{M} \frac{y - y_j}{y_l - y_j}$$

є оператором поліноміальної інтерполяції Лагранжа.

Оператор

$$O_M f(x,y) = A_M f(x,y) + B_M f(x,y) - C_M f(x,y)$$

є оператором поліноміальної інтерлінації на системі взаємно перпендикулярних прямих.

2.3.3 Приклад.

Побудувати оператори інтерлінації функції двох змінних $z = f(x,y)$ (табл. 2.2) при заданих слідах цієї функції на:

а) двох прямих $x = 0, y = 0$;

б) трьох прямих $x = x1, x = x2, y = 0$;

в) чотирьох прямих $x = x1, x = x2, y = y1, y = y2$;

г) системі взаємно перпендикулярних прямих $x = X_k, k = \overline{1,n}$, $y = Y_l, l = \overline{1,n}$, розбиваючи область наближення $[a,b] \times [c,d]$ на 100 рівних прямокутників

Таблиця 2.2

x1	x2	y1	y2	a	b	c	d	$z = f(x, y)$
0	1	0	1	0	1	0	1	$f(x, y) = x^2 + y^2$

Розв'язування.

1. Побудуємо оператор інтерлінації $O2(x, y)$ функції двох змінних за відомими слідами на двох прямих $x = 0, y = 0$.

Експериментальними даними є $f(0, y) = y^2$, $f(x, 0) = x^2$. Звідси витікає, що $f(0, 0) = 0$.

Оператор інтерлінації на двох лініях $x = 0$, $y = 0$ має вигляд

$$O2(x, y) = f(x, 0) + f(0, y) - f(0, 0) = x^2 + y^2 - 0 = x^2 + y^2$$

Побудований оператор наближує функцію точно, тобто похибка дорівнює нулю.

2. Побудуємо оператор інтерлінації $O3(x, y)$ функції двох змінних за відомими слідами на трьох прямих $x = 0, x = 1, t = 0$.

Експериментальними даними є

$$f(x1, t) = f(0, t) = t^2, \quad f(x2, t) = f(1, t) = t^2 + 1, \quad f(x, 0) = x^2.$$

Звідси витікає, що $f(x1, 0) = f(0, 0) = 0$, $f(x2, 0) = f(1, 0) = 1$.

Оператор інтерлінації $O3(x, y)$ функції двох змінних на трьох прямих має вигляд

$$O3(x, y) = f(x, 0) + \frac{x - x2}{x1 - x2}(f(x1, t) - f(x1, 0)) +$$

$$+ \frac{x - x1}{x2 - x1}(f(x2, t) - f(x2, 0)) =$$

$$= x^2 + \frac{x - 1}{0 - 1}(t^2 - 0) + \frac{x - 0}{1 - 0}(t^2 + 1 - 1) = x^2 - t^2(x - 1) + xt^2 =$$

$$= x^2 - t^2 x + t^2 + xt^2 = x^2 + t^2.$$

Побудований оператор наближує функцію точно, тобто похибка дорівнює нулю.

3. Побудуємо оператор інтерлінації $O4(x,y)$ функції двох змінних за відомими слідами на чотирьох прямих $x=0, x=1, y=0, y=1$.

Експериментальними даними є

$$f(x1,y)=f(0,y)=y^2,\quad f(x2,y)=f(1,y)=y^2+1,$$

$$f(x,y1)=f(x,0)=x^2,\quad f(x,y2)=f(x,1)=x^2+1,$$

$$f(x1,y1)=1.$$

Звідси витікає, що

$$f(x1,y1)=f(0,0)=0,\quad f(x2,y1)=f(1,0)=1,$$

$$f(x1,y2)=f(0,1)=1,\quad f(x2,y2)=f(1,1)=2..$$

Оператор інтерлінації на чотирьох прямих має вигляд:

$$O_4 f(x,y)=\frac{x-x_2}{x_1-x_2}f(x_1,y)+\frac{x-x_1}{x_2-x_1}f(x_2,y)+\frac{y-y_2}{y_1-y_2}f(x,y_1)+$$

$$+\frac{y-y_1}{y_2-y_1}f(x,y_2)-\frac{x-x_2}{x_1-x_2}\left[\frac{y-y_2}{y_1-y_2}f(x_1,y_1)+\frac{y-y_1}{y_2-y_1}f(x_1,y_2)\right]-$$

$$-\frac{x-x_1}{x_2-x_1}\left[\frac{y-y_2}{y_1-y_2}f(x_2,y_1)+\frac{y-y_1}{y_2-y_1}f(x_2,y_2)\right]=$$

$$=\frac{x-1}{0-1}y^2+\frac{x-0}{1-0}(y^2+1)+\frac{y-1}{0-1}x^2+$$

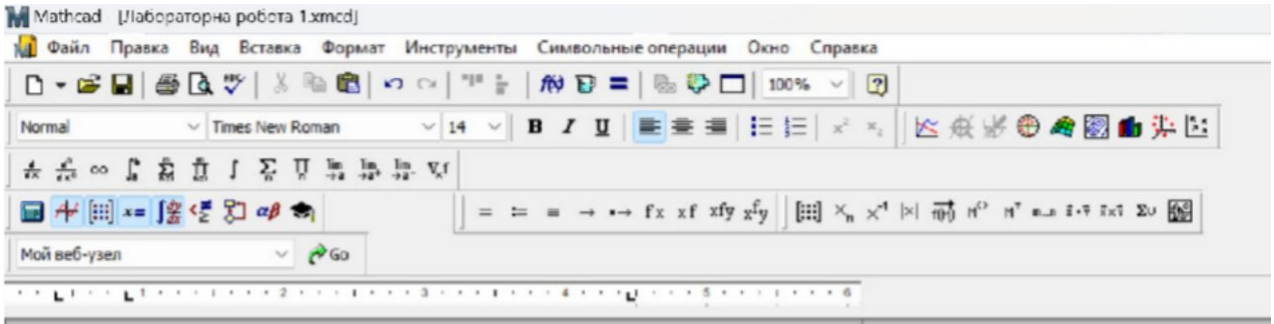
$$+\frac{y-0}{1-0}(x^2+1)-\frac{x-1}{0-1}\left[\frac{y-1}{0-1}\times 0+\frac{y-0}{1-0}\times 1\right]-\frac{x-0}{1-0}\left[\frac{y-1}{0-1}\times 1+\frac{y-0}{1-0}\times 2\right]=$$

$$=(1-x)y^2+x(y^2+1)+(1-y)x^2+y(x^2+1)+(x-1)\times y-x\left[1-y+2y\right]=$$

$$=y^2+x+x^2+y+xy-y-xy-x=x^2+y^2.$$

Побудований оператор наближує функцію точно, тобто похибка дорівнює нулю.

2.3.4 Реалізація окремих випадків застосування інтерлінації у СКМ MATHCAD



Лабораторна робота №1.
Задача 1

Задача 1. Написати формулу для інтерлінації функцій 2-х змінних з використанням їх слідів:

а) на 2-х взаємно перпендикулярних прямих.

б) на 3-х взаємно перпендикулярних прямих.

в) на 4-х взаємно перпендикулярних прямих.

г) на сторонах трикутника.

Скласти програму для обчислення за цими формулами. Дослідити їх інтерлінаційні властивості.

Розв'язання.

а) Задаємо дві взаємно перпендикулярні прямі

$no := 6$

$x1 := no$

$y1 := no + 1$

$f(x,y) := x^4 + y^5 + no \cdot x \cdot y$

Оператор інтерлінації функції f(x,y) на заданих прямих має вигляд:

$O2f(x,y) := f(x,y1) + f(x1,y) - f(x1,y1)$

$O2f(x,y) \rightarrow x^4 + 42 \cdot x + y^5 + 36 \cdot y - 252$

Цей оператор має такі інтерлінаційні властивості:

$O2f(x1,y) - f(x1,y) = f(x1,y1) + f(x1,y) - f(x1,y1) - f(x1,y) = 0$

$O2f(x,y1) - f(x,y1) = f(x,y1) + f(x1,y1) - f(x1,y1) - f(x,y1) = 0$

Тобто
O2f(x1,y)=f(x1,y) та O2f(x,y1)=f(x,y1).

Додаткова перевірка цих властивостей за допомогою Mathcad дає такі ж результати

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

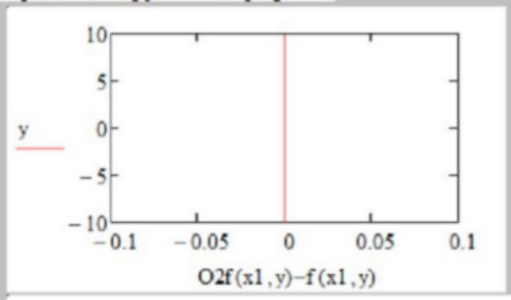
Normal Times New Roman 14 100%

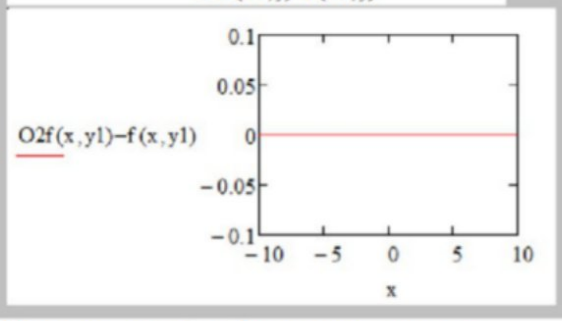
Мой веб-узел Go

$O2f(x1, y) - f(x1, y) \rightarrow 0$

$O2f(x, y1) - f(x, y1) \rightarrow 0$

Продемонструємо це графічно:





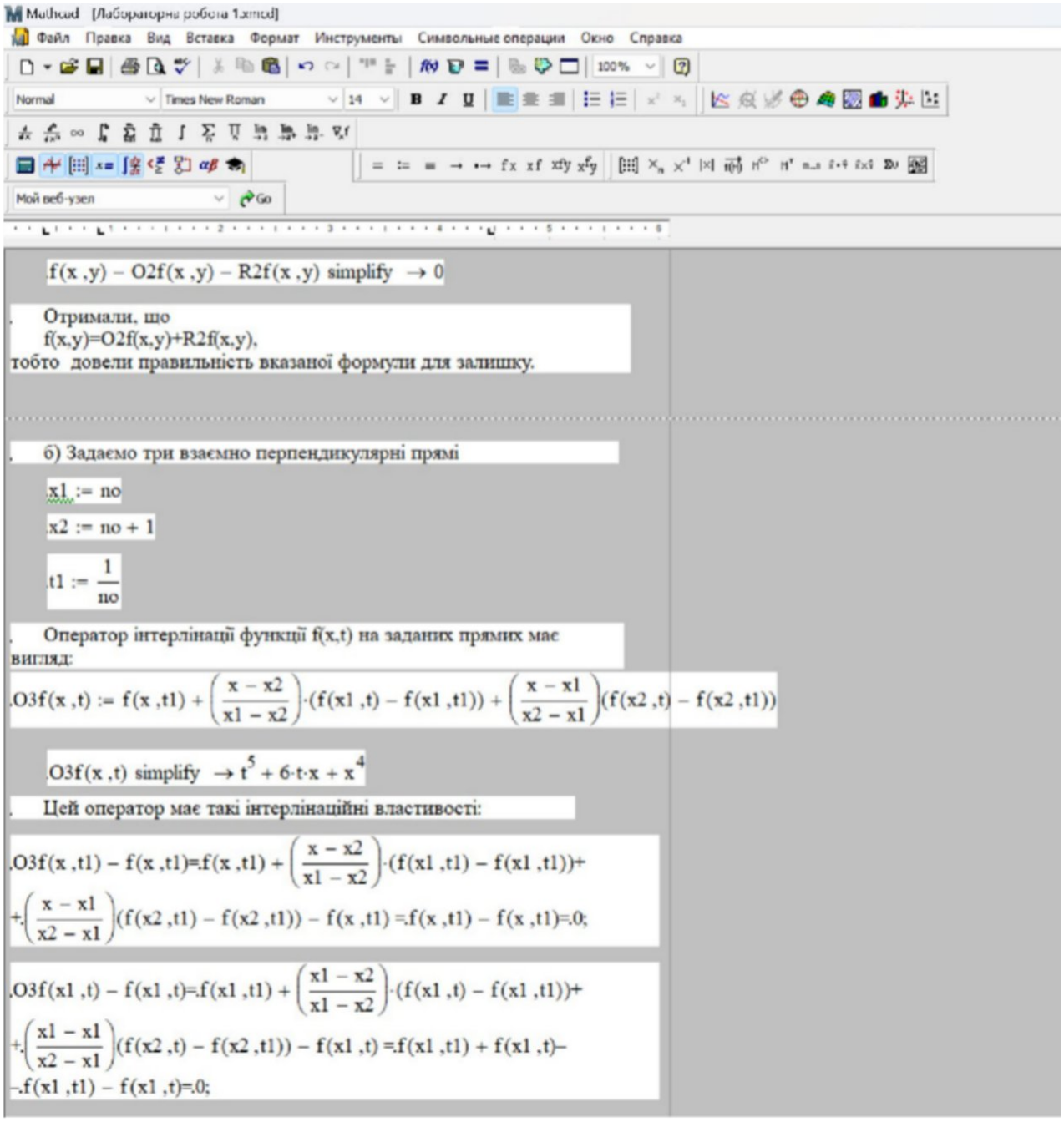
При цьому має місце формула для залишку:

$$R2f(x, y) := \int_{x1}^{x} \int_{y1}^{y} \frac{d}{d\xi}\left[\frac{d}{d\eta}(f(\xi, \eta))\right] d\xi\, d\eta$$

Перевіримо її правильність:

$R2f(x, y)\ \text{expand} \rightarrow 6 \cdot x \cdot y - 36 \cdot y - 42 \cdot x + 252$

$f(x, y) - O2f(x, y) \rightarrow 6 \cdot x \cdot y - 36 \cdot y - 42 \cdot x + 252$


Mathcad [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
f(x ,y) – O2f(x ,y) – R2f(x ,y) simplify → 0
Отримали, що
f(x,y)=O2f(x,y)+R2f(x,y),
тобто довели правильність вказаної формули для залишку.
б) Задаємо три взаємно перпендикулярні прямі
x1 := no
x2 := no + 1
t1 := 1/no
Оператор інтерлінації функції f(x,t) на заданих прямих має вигляд:
O3f(x ,t) := f(x ,t1) + ((x – x2)/(x1 – x2))·(f(x1 ,t) – f(x1 ,t1)) + ((x – x1)/(x2 – x1))(f(x2 ,t) – f(x2 ,t1))
O3f(x ,t) simplify → t^5 + 6·t·x + x^4
Цей оператор має такі інтерлінаційні властивості:
O3f(x ,t1) – f(x ,t1)=f(x ,t1) + ((x – x2)/(x1 – x2))·(f(x1 ,t1) – f(x1 ,t1))+
+((x – x1)/(x2 – x1))(f(x2 ,t1) – f(x2 ,t1)) – f(x ,t1) =f(x ,t1) – f(x ,t1)=0;
O3f(x1 ,t) – f(x1 ,t)=f(x1 ,t1) + ((x1 – x2)/(x1 – x2))·(f(x1 ,t) – f(x1 ,t1))+
+((x1 – x1)/(x2 – x1))(f(x2 ,t) – f(x2 ,t1)) – f(x1 ,t) =f(x1 ,t1) + f(x1 ,t)–
–f(x1 ,t1) – f(x1 ,t)=0;

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

$$O3f(x2,t) - f(x2,t) = f(x2,t1) + \left(\frac{x2 - x2}{x1 - x2}\right)\cdot(f(x1,t) - f(x1,t1)) +$$

$$+\left(\frac{x2 - x1}{x2 - x1}\right)(f(x2,t) - f(x2,t1)) - f(x2,t) = f(x2,t1) + f(x2,t) -$$

$$-f(x2,t1) - f(x2,t) = 0.$$

Тобто

$O3f(x,t1) = f(x,t1)$.

$O3f(x1,t) = f(x1,t)$.

$O3f(x2,t) = f(x2,t)$.

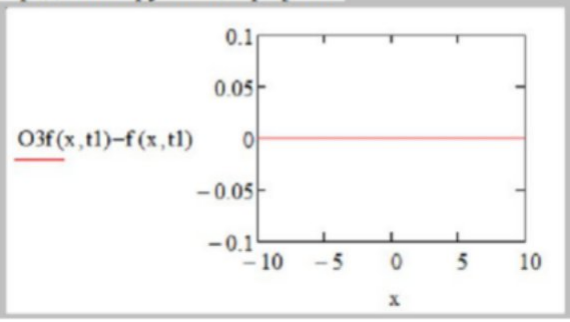
Додаткова перевірка цих властивостей за допомогою Mathcad дає такі ж результати

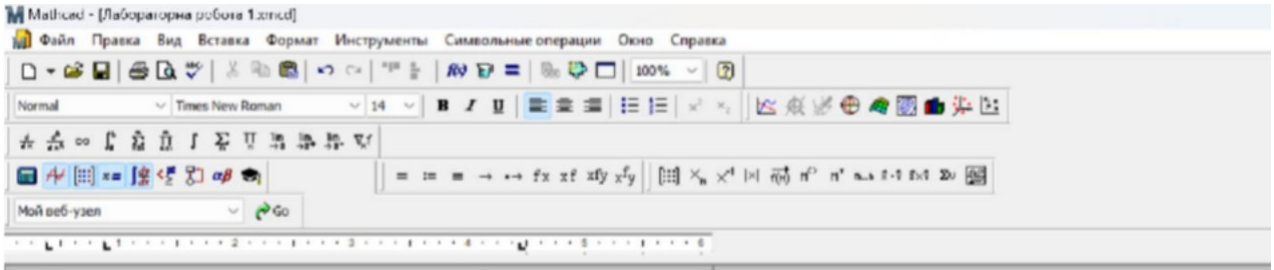
$$O3f(x,t1) - f(x,t1) \to 0$$

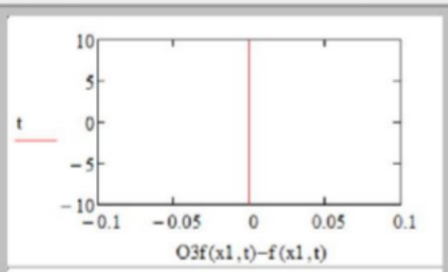
$$O3f(x1,t) - f(x1,t) \to 0$$

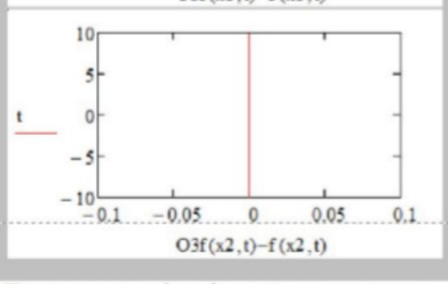
$$O3f(x2,t) - f(x2,t) \to 0$$

Продемонструємо це графічно:









При цьому має місце формула для залишку:

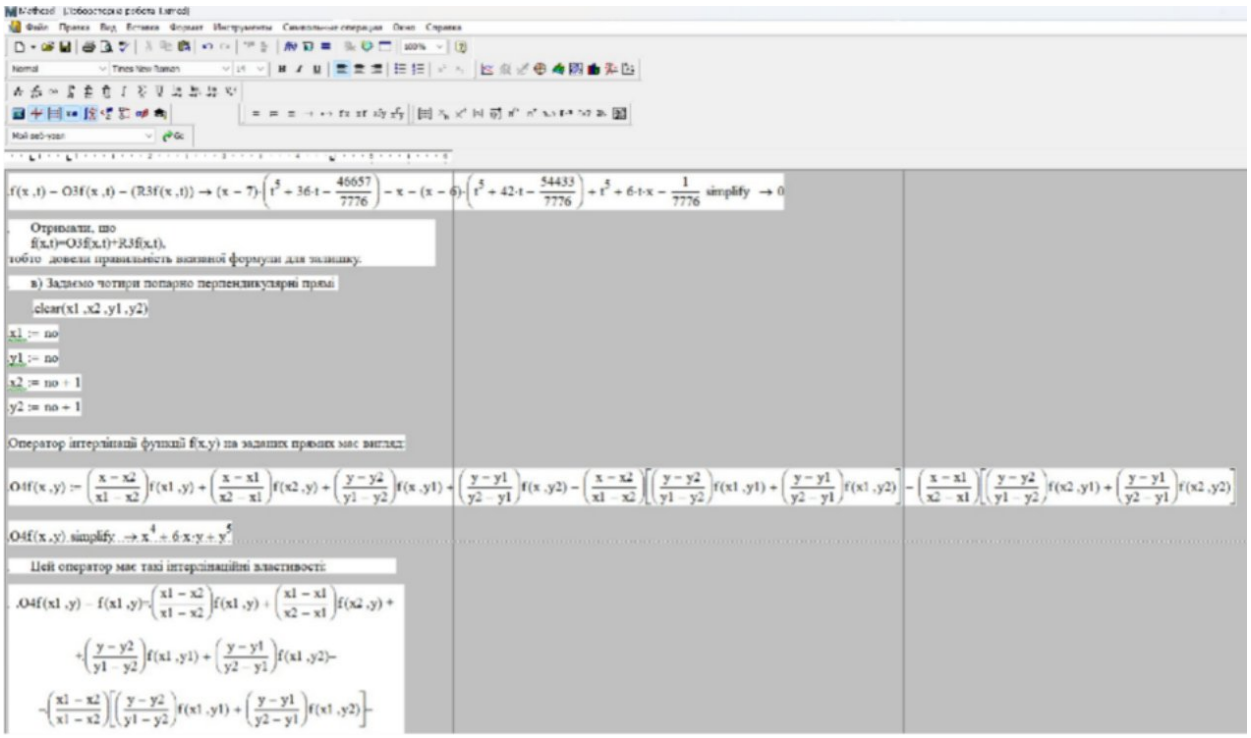
$$R3f(x,t) := \left(\frac{x - x2}{x1 - x2}\right)\left[\int_{x1}^{x}\int_{t1}^{t}\left[\frac{d^2}{dxi^2}\left(\frac{d}{dtau}f(xi,tau)\right)\right]\cdot(x1 - xi)\,dxi\,dtau\right] + \left(\frac{x - x1}{x2 - x1}\right)\left[\int_{x2}^{x}\int_{t1}^{t}\left[\frac{d^2}{dxi^2}\left(\frac{d}{dtau}f(xi,tau)\right)\right]\cdot(x2 - xi)\,dxi\,dtau\right]$$

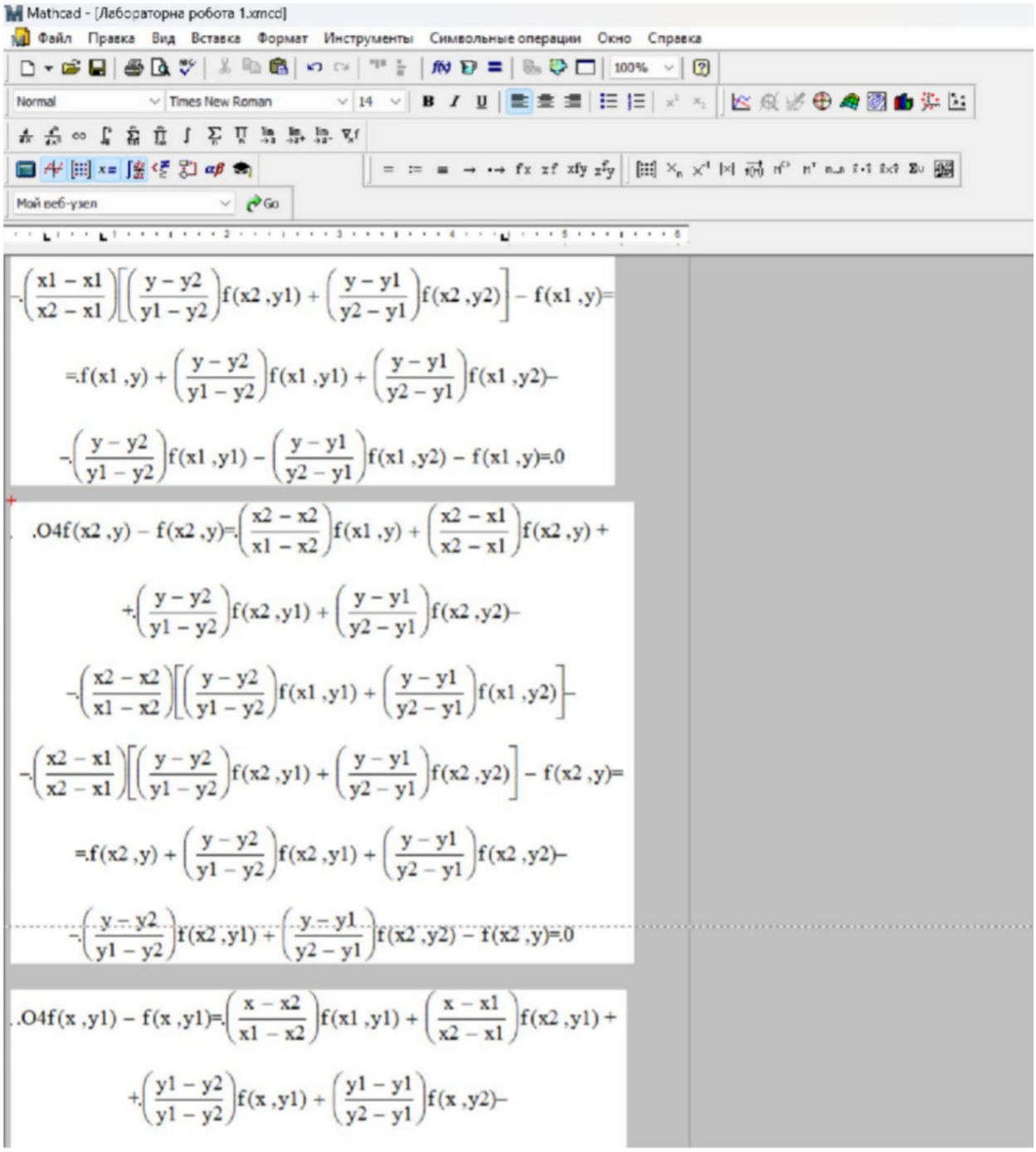
Перевіримо її правильність:

$$R3f(x,t) \to 0 \text{ expand } \to 0$$

(відмітимо, що оскільки $R3f(x,t)=0$ то $O3f(x,t)$ відновлює $f(x,y)$ точно)

$$f(x,t) - O3f(x,t) \to (x - 7)\cdot\left(t^5 + 36\cdot t - \frac{46657}{7776}\right) - x - (x - 6)\cdot\left(t^5 + 42\cdot t - \frac{54433}{7776}\right) + t^5 + 6\cdot t\cdot x - \frac{1}{7776} \text{ simplify } \to 0$$


f(x ,t) – O3f(x ,t) – (R3f(x ,t)) → (x – 7)·(t^5 + 36·t – 46657/7776) – x – (x – 6)·(t^5 + 42·t – 54433/7776) + t^5 + 6·t·x – 1/7776 simplify → 0
Отримали, що
f(x,t)=O3f(x,t)+R3f(x,t),
тобто довели правильність вказаної формули для залишку.
в) Задаємо чотири попарно перпендикулярні прямі
clear(x1 ,x2 ,y1 ,y2)
x1 := no
y1 := no
x2 := no + 1
y2 := no + 1
Оператор інтерполяції функції f(x,y) на заданих прямих має вигляд:
O4f(x ,y) := ((x – x2)/(x1 – x2))·f(x1 ,y) + ((x – x1)/(x2 – x1))·f(x2 ,y) + ((y – y1)/(y2 – y1))·f(x ,y1) – ((y – y2)/(y1 – y2))·[((y – y2)/(y1 – y2))·f(x1 ,y1) + ((y – y1)/(y2 – y1))·f(x1 ,y2)] – ((x – x1)/(x2 – x1))·[((y – y2)/(y1 – y2))·f(x2 ,y1) + ((y – y1)/(y2 – y1))·f(x2 ,y2)]
O4f(x ,y) simplify → x^4 + 6·x·y + y^5
Цей оператор має такі інтерполяційні властивості:
O4f(x1 ,y) – f(x1 ,y) → ((x1 – x2)/(x1 – x2))·f(x1 ,y) + ((x1 – x1)/(x2 – x1))·f(x2 ,y) + ((y – y2)/(y1 – y2))·f(x1 ,y1) + ((y – y1)/(y2 – y1))·f(x1 ,y2) – ((x1 – x2)/(x1 – x2))·[((y – y2)/(y1 – y2))·f(x1 ,y1) + ((y – y1)/(y2 – y1))·f(x1 ,y2)]



$$-\left(\frac{x1-x1}{x2-x1}\right)\left[\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)\right]-f(x1,y)=$$

$$=f(x1,y)+\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x1,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x1,y2)-$$

$$-\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x1,y1)-\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x1,y2)-f(x1,y)=0$$

$$O4f(x2,y)-f(x2,y)=\left(\frac{x2-x2}{x1-x2}\right)f(x1,y)+\left(\frac{x2-x1}{x2-x1}\right)f(x2,y)+$$

$$+\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)-$$

$$-\left(\frac{x2-x2}{x1-x2}\right)\left[\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x1,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x1,y2)\right]-$$

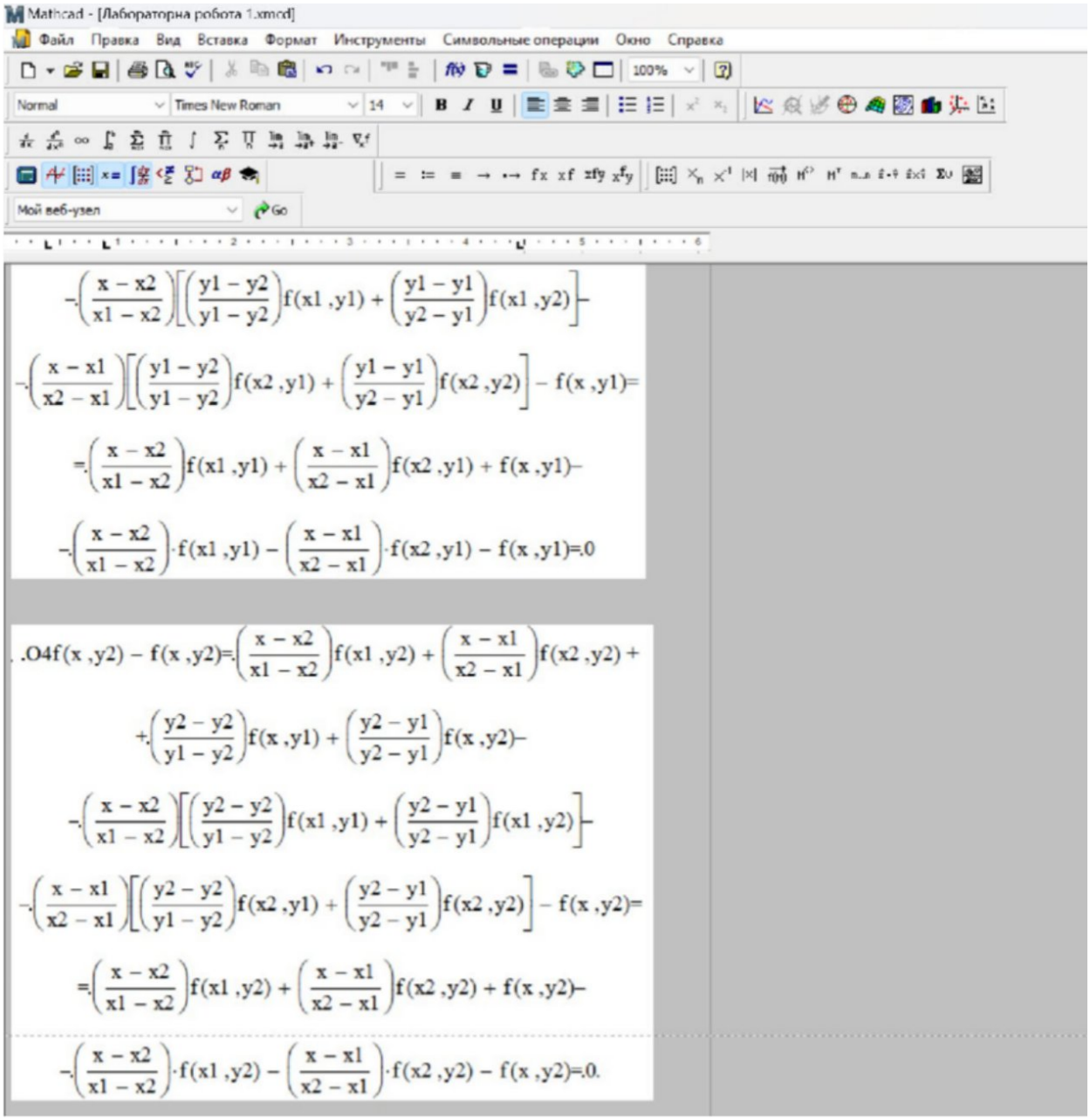
$$-\left(\frac{x2-x1}{x2-x1}\right)\left[\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)\right]-f(x2,y)=$$

$$=f(x2,y)+\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)-$$

$$-\left(\frac{y-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)-f(x2,y)=0$$

$$O4f(x,y1)-f(x,y1)=\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)f(x1,y1)+\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)f(x2,y1)+$$

$$+\left(\frac{y1-y2}{y1-y2}\right)f(x,y1)+\left(\frac{y1-y1}{y2-y1}\right)f(x,y2)-$$



$$-\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)\left[\left(\frac{y1-y2}{y1-y2}\right)f(x1,y1)+\left(\frac{y1-y1}{y2-y1}\right)f(x1,y2)\right]-$$

$$-\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)\left[\left(\frac{y1-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y1-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)\right]-f(x,y1)=$$

$$=\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)f(x1,y1)+\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)f(x2,y1)+f(x,y1)-$$

$$-\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)\cdot f(x1,y1)-\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)\cdot f(x2,y1)-f(x,y1)=0$$

$$O4f(x,y2)-f(x,y2)=\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)f(x1,y2)+\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)f(x2,y2)+$$

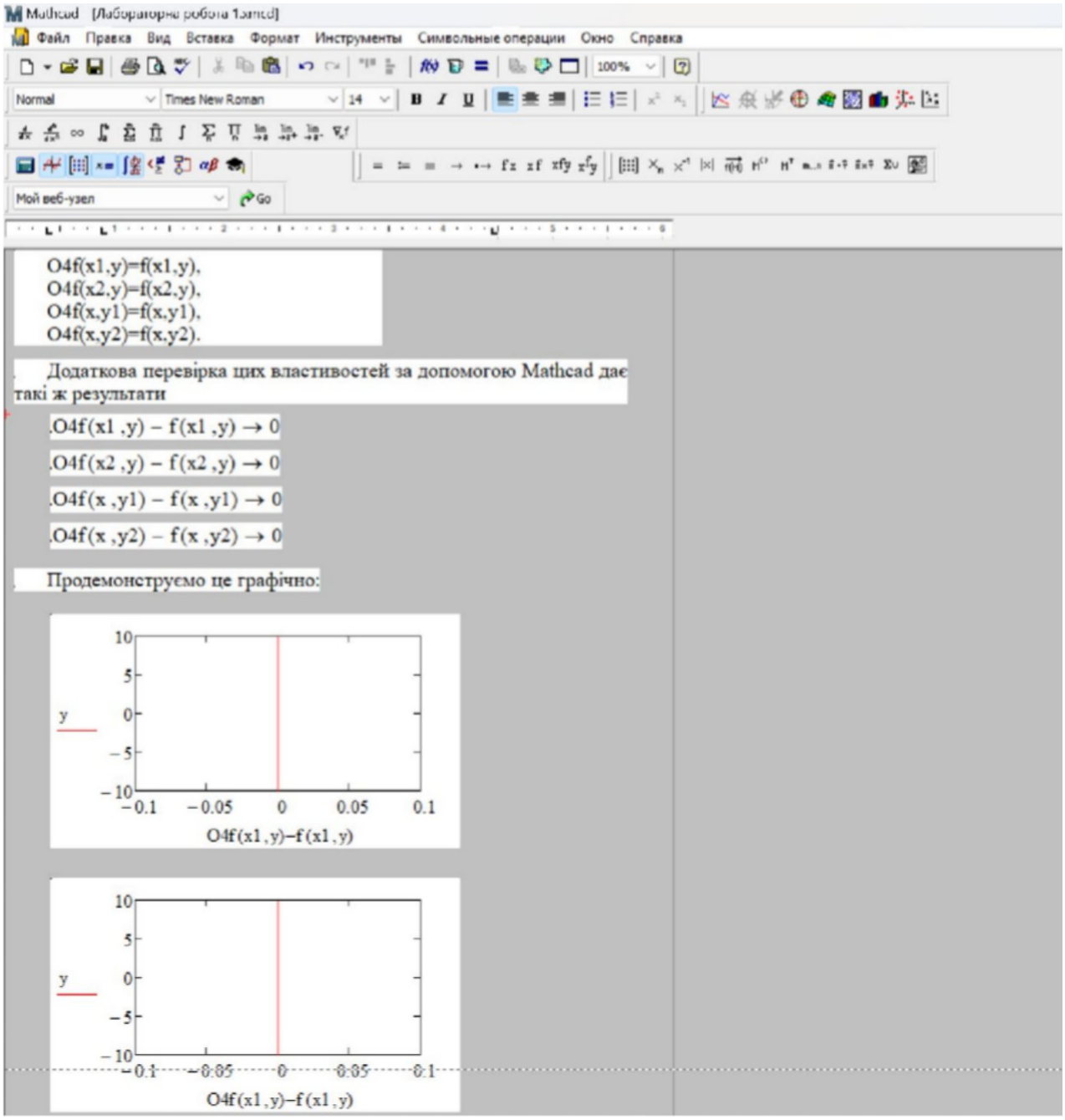
$$+\left(\frac{y2-y2}{y1-y2}\right)f(x,y1)+\left(\frac{y2-y1}{y2-y1}\right)f(x,y2)-$$

$$-\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)\left[\left(\frac{y2-y2}{y1-y2}\right)f(x1,y1)+\left(\frac{y2-y1}{y2-y1}\right)f(x1,y2)\right]-$$

$$-\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)\left[\left(\frac{y2-y2}{y1-y2}\right)f(x2,y1)+\left(\frac{y2-y1}{y2-y1}\right)f(x2,y2)\right]-f(x,y2)=$$

$$=\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)f(x1,y2)+\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)f(x2,y2)+f(x,y2)-$$

$$-\left(\frac{x-x2}{x1-x2}\right)\cdot f(x1,y2)-\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)\cdot f(x2,y2)-f(x,y2)=0.$$

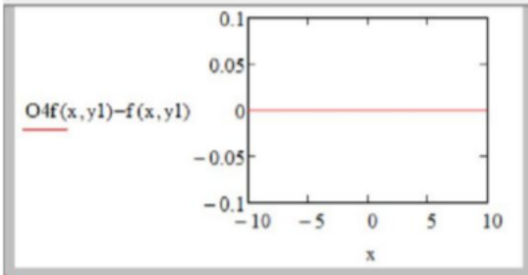

Mathcad [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
O4f(x1,y)=f(x1,y),
O4f(x2,y)=f(x2,y),
O4f(x,y1)=f(x,y1),
O4f(x,y2)=f(x,y2).
Додаткова перевірка цих властивостей за допомогою Mathcad дає такі ж результати
O4f(x1 ,y) – f(x1 ,y) → 0
O4f(x2 ,y) – f(x2 ,y) → 0
O4f(x ,y1) – f(x ,y1) → 0
O4f(x ,y2) – f(x ,y2) → 0
Продемонструємо це графічно:
10
5
0
−5
−10
y
−0.1
−0.05
0
0.05
0.1
O4f(x1 ,y)−f(x1 ,y)
10
5
0
−5
−10
y
−0.1
−0.05
0
0.05
0.1
O4f(x1 ,y)−f(x1 ,y)

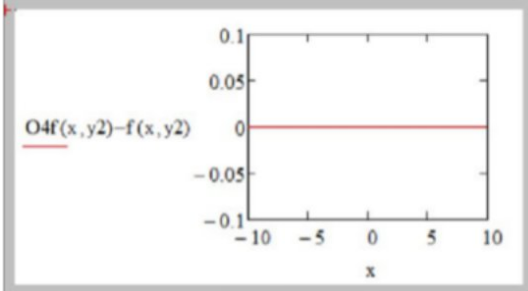
Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go





При цьому має місце формула для залишку:

$xk := (x1 \;\; x2)^T$ $yk := (y1 \;\; y2)^T$ $h(t) := (1-t \;\; t)^T$

$$R4f(x,y) := \left| \begin{array}{l} s \leftarrow 0 \\ \text{for } k \in 0..1 \\ \quad \text{for } l \in 0..1 \\ \quad\quad s \leftarrow \left(h\left(\frac{y-y1}{y2-y1}\right)_l \cdot h\left(\frac{x-x1}{x2-x1}\right)_k\right) \cdot \int_{xk_k}^{x}\int_{yk_l}^{y}\left(\frac{d^2}{d\xi^2}\frac{d^2}{d\eta^2}f(\xi,\eta)\right)\cdot\frac{(xk_k-\xi)(y_l-\eta)}{1!\cdot 1!}\,d\xi\,d\eta \\ s \end{array} \right.$$

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

Оскільки

$$\frac{d^2}{d\xi^2}\frac{d^2}{d\eta^2}f(\xi,\eta) \rightarrow 0$$

то

$$R4f(x,y) \rightarrow 0$$

тобто $O4f(x,t)$ відновлює $f(x,y)$ точно:

$$f(x,y) - O4f(x,y)\ \text{simplify} \rightarrow 0$$

г) Розглянемо прямокутний трикутник з катетами довжини 1, зображений на рис. 1:

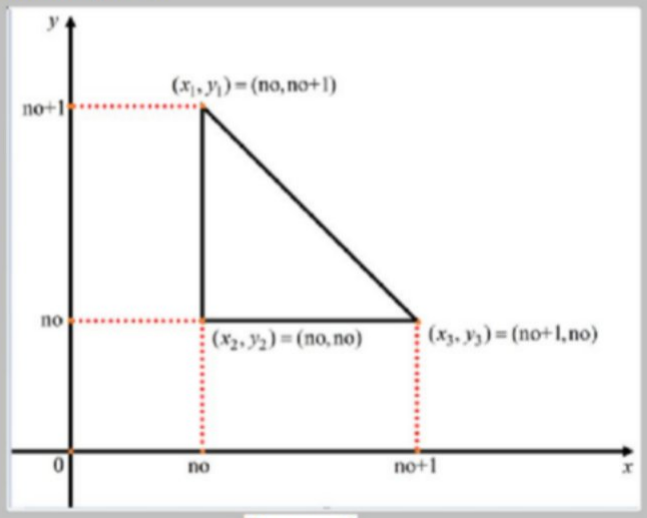
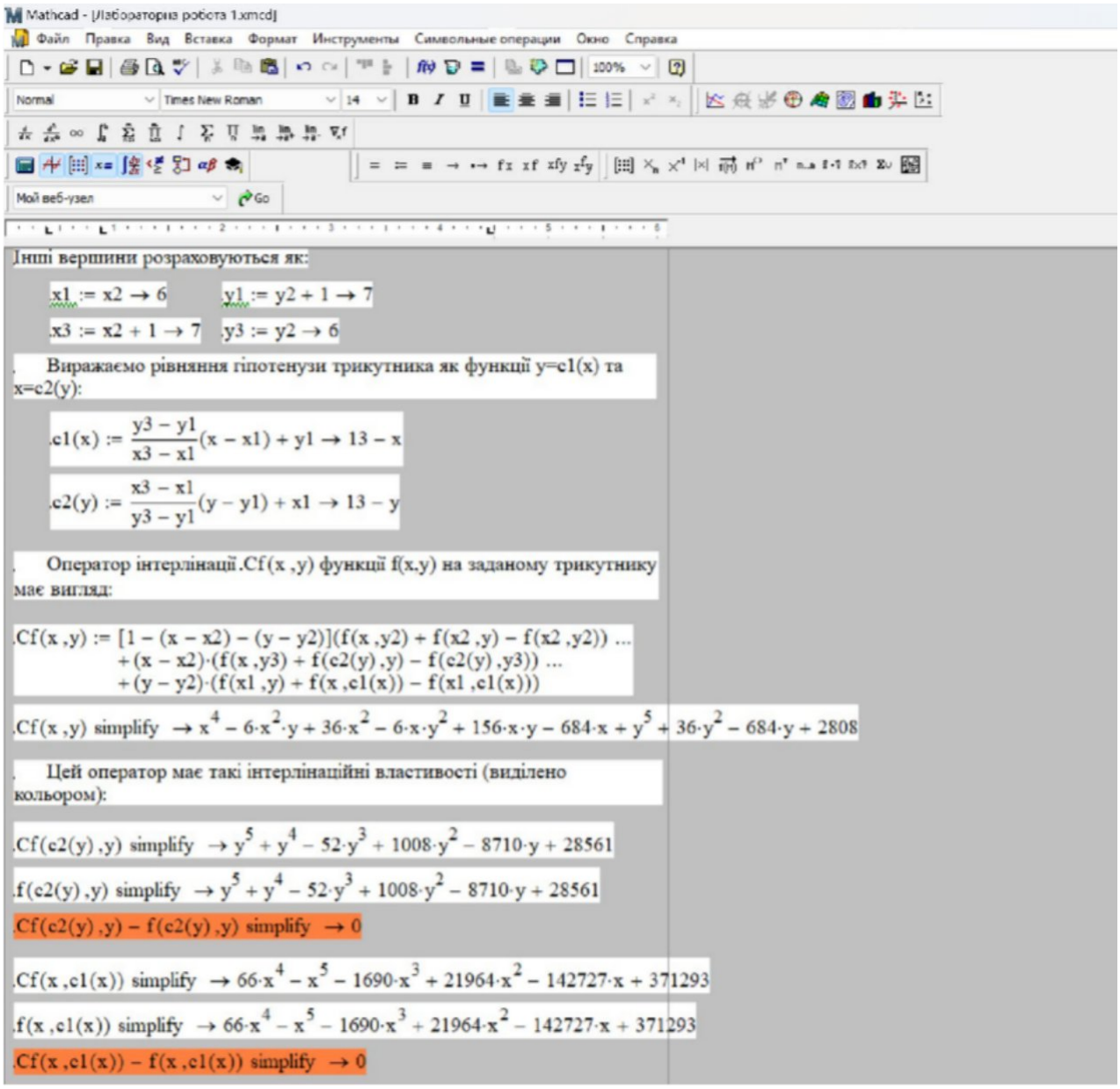


Рисунок 1

та побудуємо на його сторонах оператор інтерлінації функції f(x,y)

Задаємо вершину при прямому куті (x2, y2):

$x2 := no \rightarrow 6$ $y2 := no \rightarrow 6$


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
Інші вершини розраховуються як:
x1 := x2 → 6
y1 := y2 + 1 → 7
x3 := x2 + 1 → 7
y3 := y2 → 6
Виражаємо рівняння гіпотенузи трикутника як функції y=c1(x) та x=c2(y):
c1(x) := (y3 − y1)/(x3 − x1)(x − x1) + y1 → 13 − x
c2(y) := (x3 − x1)/(y3 − y1)(y − y1) + x1 → 13 − y
Оператор інтерлінації.Cf(x ,y) функції f(x,y) на заданому трикутнику має вигляд:
Cf(x ,y) := [1 − (x − x2) − (y − y2)](f(x ,y2) + f(x2 ,y) − f(x2 ,y2)) ...
+(x − x2)·(f(x ,y3) + f(c2(y) ,y) − f(c2(y) ,y3)) ...
+(y − y2)·(f(x1 ,y) + f(x ,c1(x)) − f(x1 ,c1(x)))
Cf(x ,y) simplify → x^4 − 6·x^2·y + 36·x^2 − 6·x·y^2 + 156·x·y − 684·x + y^5 + 36·y^2 − 684·y + 2808
Цей оператор має такі інтерлінаційні властивості (виділено кольором):
Cf(c2(y) ,y) simplify → y^5 + y^4 − 52·y^3 + 1008·y^2 − 8710·y + 28561
f(c2(y) ,y) simplify → y^5 + y^4 − 52·y^3 + 1008·y^2 − 8710·y + 28561
Cf(c2(y) ,y) − f(c2(y) ,y) simplify → 0
Cf(x ,c1(x)) simplify → 66·x^4 − x^5 − 1690·x^3 + 21964·x^2 − 142727·x + 371293
f(x ,c1(x)) simplify → 66·x^4 − x^5 − 1690·x^3 + 21964·x^2 − 142727·x + 371293
Cf(x ,c1(x)) − f(x ,c1(x)) simplify → 0

Mathcad [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

$Cf(x2, y)\ \text{simplify} \rightarrow y^5 + 36 \cdot y + 1296$

$f(x2, y)\ \text{simplify} \rightarrow y^5 + 36 \cdot y + 1296$

$Cf(x2, y) - f(x2, y)\ \text{simplify} \rightarrow 0$

$Cf(x, y2)\ \text{simplify} \rightarrow x^4 + 36 \cdot x + 7776$

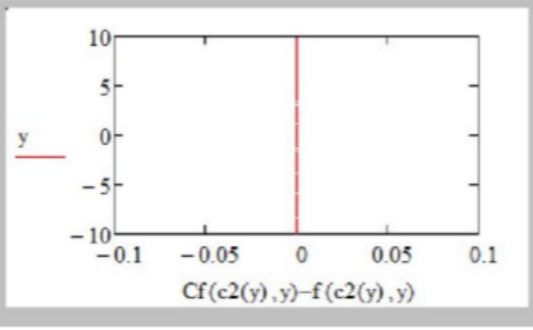
$f(x, y2)\ \text{simplify} \rightarrow x^4 + 36 \cdot x + 7776$

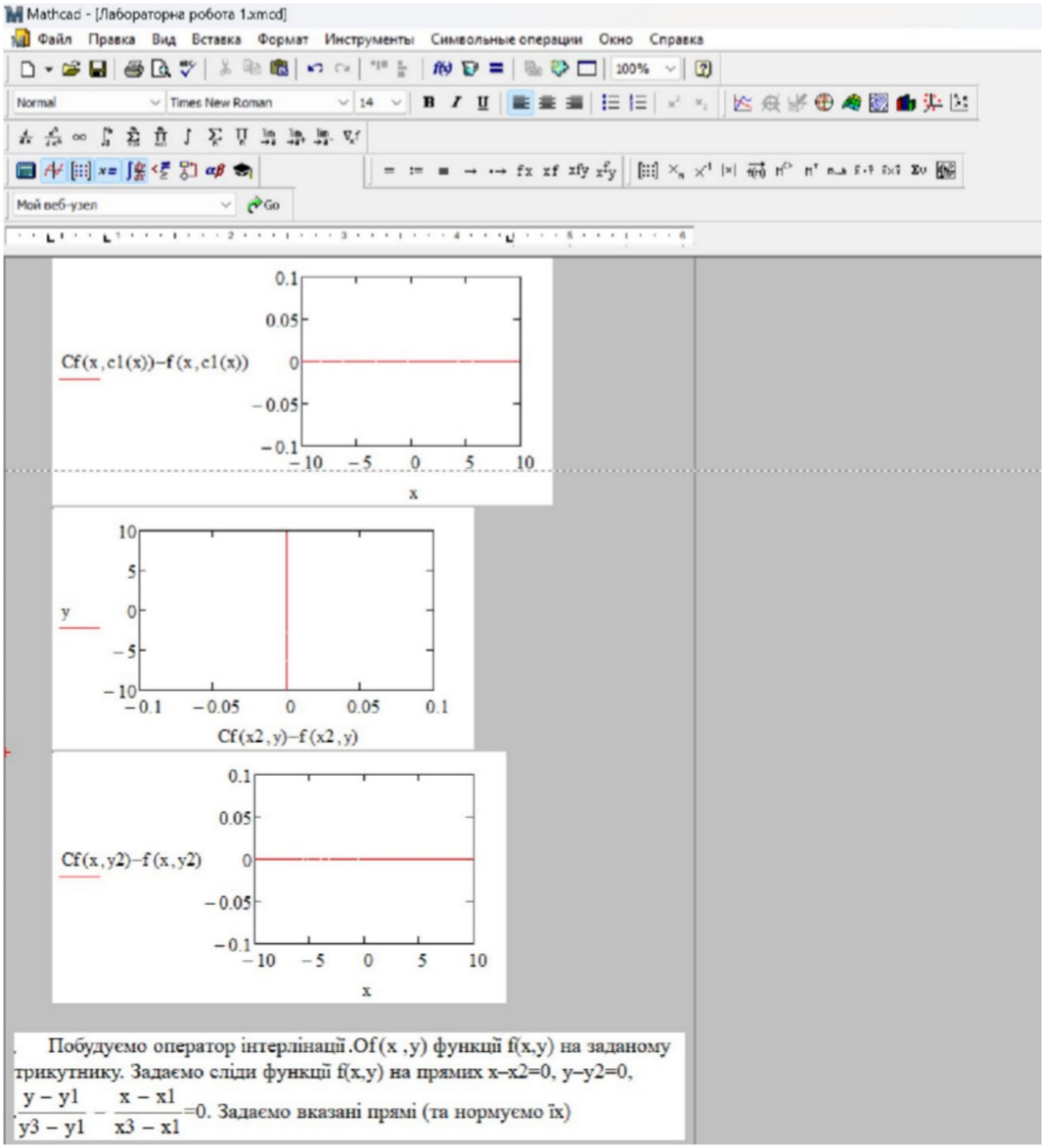
$Cf(x, y2) - f(x, y2)\ \text{simplify} \rightarrow 0$

Тобто
Cf(c2(y),y)=f(c2(y),y),
Cf(x,c1(x))=f(x,c1(x)),
Cf(x2,y)=f(x2,y),
Cf(x,y2)=f(x,y2).

(очевидно, що функції y=c1(x) та x=c2(y) описують одну і ту ж гіпотенузу, тому перевірка інтерлінаційної властивості для обох є просто показовою)

Продемонструємо виконання інтерлінаційних властивостей графічно:

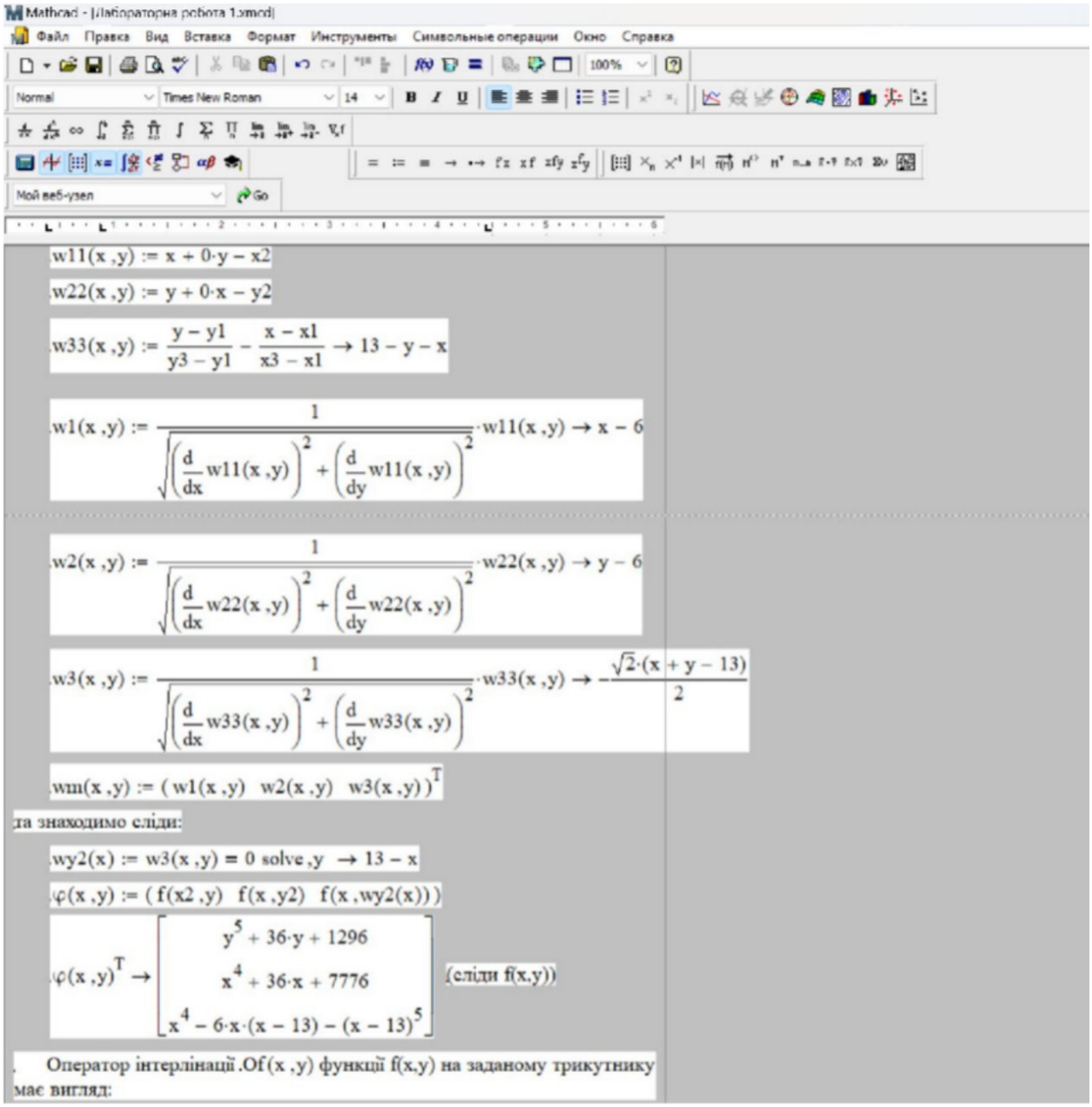


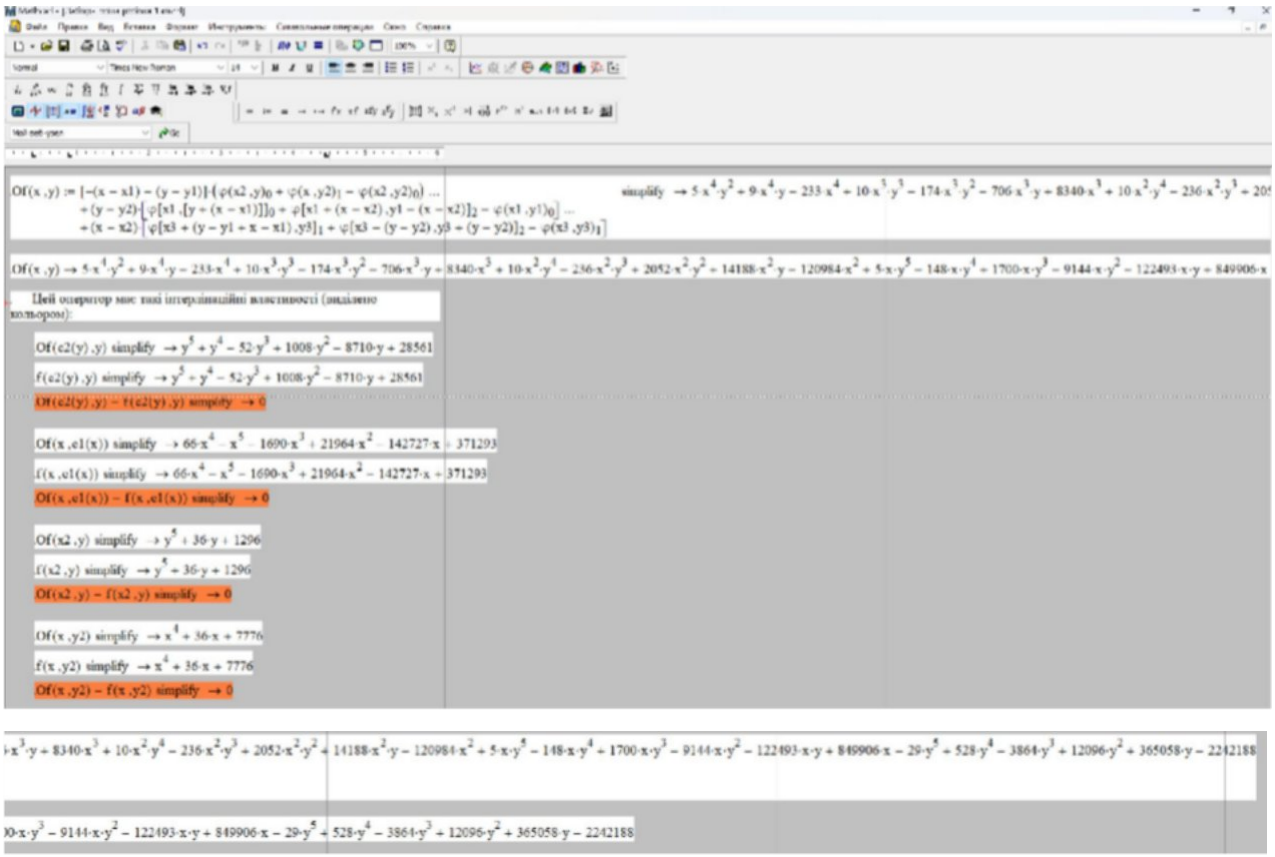


Побудуємо оператор інтерлінації .Of(x ,y) функції f(x,y) на заданому трикутнику. Задаємо сліди функції f(x,y) на прямих x–x2=0, y–y2=0,

$$\frac{y - y1}{y3 - y1} - \frac{x - x1}{x3 - x1} = 0$$

. Задаємо вказані прямі (та нормуємо їх)


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
w11(x ,y) := x + 0·y − x2
w22(x ,y) := y + 0·x − y2
w33(x ,y) := (y − y1)/(y3 − y1) − (x − x1)/(x3 − x1) → 13 − y − x
w1(x ,y) := 1/√((d/dx w11(x ,y))^2 + (d/dy w11(x ,y))^2) · w11(x ,y) → x − 6
w2(x ,y) := 1/√((d/dx w22(x ,y))^2 + (d/dy w22(x ,y))^2) · w22(x ,y) → y − 6
w3(x ,y) := 1/√((d/dx w33(x ,y))^2 + (d/dy w33(x ,y))^2) · w33(x ,y) → −√2·(x + y − 13)/2
ww(x ,y) := (w1(x ,y) w2(x ,y) w3(x ,y))^T
та знаходимо сліди:
wy2(x) := w3(x ,y) = 0 solve ,y → 13 − x
φ(x ,y) := (f(x2 ,y) f(x ,y2) f(x ,wy2(x)))
φ(x ,y)^T → [y^5 + 36·y + 1296 ; x^4 + 36·x + 7776 ; x^4 − 6·x·(x − 13) − (x − 13)^5]
(сліди f(x,y))
. Оператор інтерлінації .Of(x ,y) функції f(x,y) на заданому трикутнику має вигляд:


Цей оператор має такі інтерполяційні властивості (виділено кольором):
Of(c2(y) ,y) simplify → y^5 + y^4 − 52·y^3 + 1008·y^2 − 8710·y + 28561
f(c2(y) ,y) simplify → y^5 + y^4 − 52·y^3 + 1008·y^2 − 8710·y + 28561
Of(c2(y) ,y) − f(c2(y) ,y) simplify → 0
Of(x ,c1(x)) simplify → 66·x^4 − x^5 − 1690·x^3 + 21964·x^2 − 142727·x + 371293
f(x ,c1(x)) simplify → 66·x^4 − x^5 − 1690·x^3 + 21964·x^2 − 142727·x + 371293
Of(x ,c1(x)) − f(x ,c1(x)) simplify → 0
Of(x2 ,y) simplify → y^5 + 36·y + 1296
f(x2 ,y) simplify → y^5 + 36·y + 1296
Of(x2 ,y) − f(x2 ,y) simplify → 0
Of(x ,y2) simplify → x^4 + 36·x + 7776
f(x ,y2) simplify → x^4 + 36·x + 7776
Of(x ,y2) − f(x ,y2) simplify → 0

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справк

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

Тобто

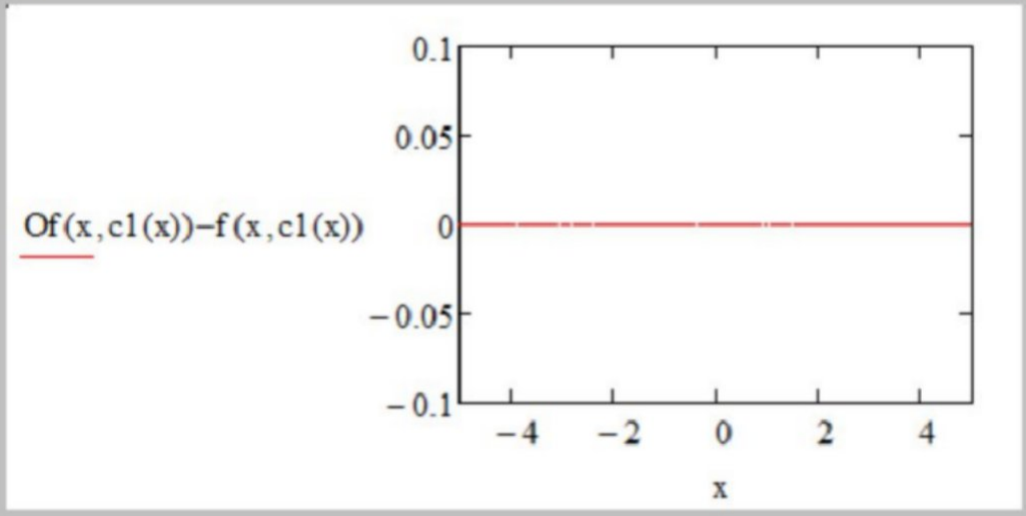
Of(c2(y),y)=f(c2(y),y),

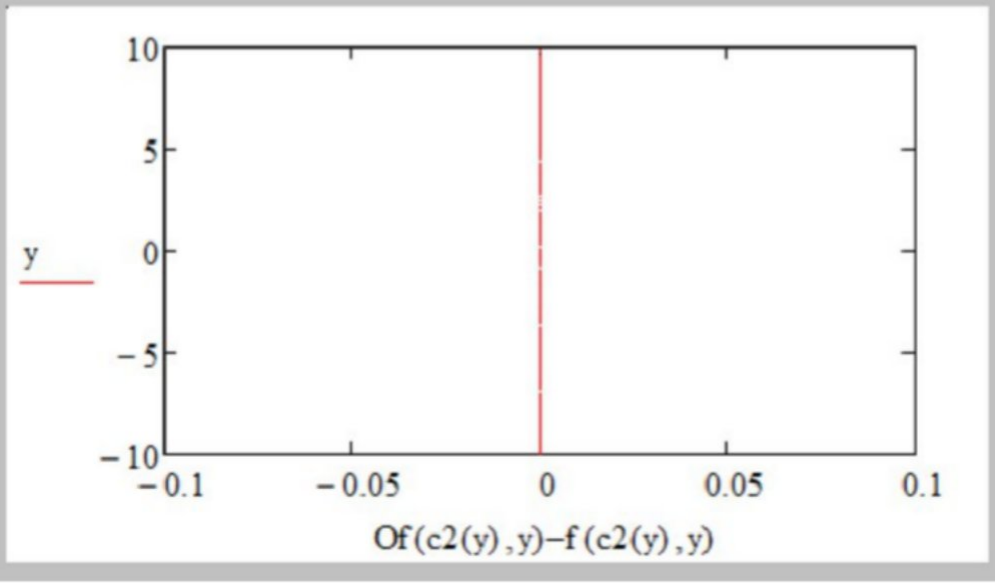
Of(x,c1(x))=f(x,c1(x)),

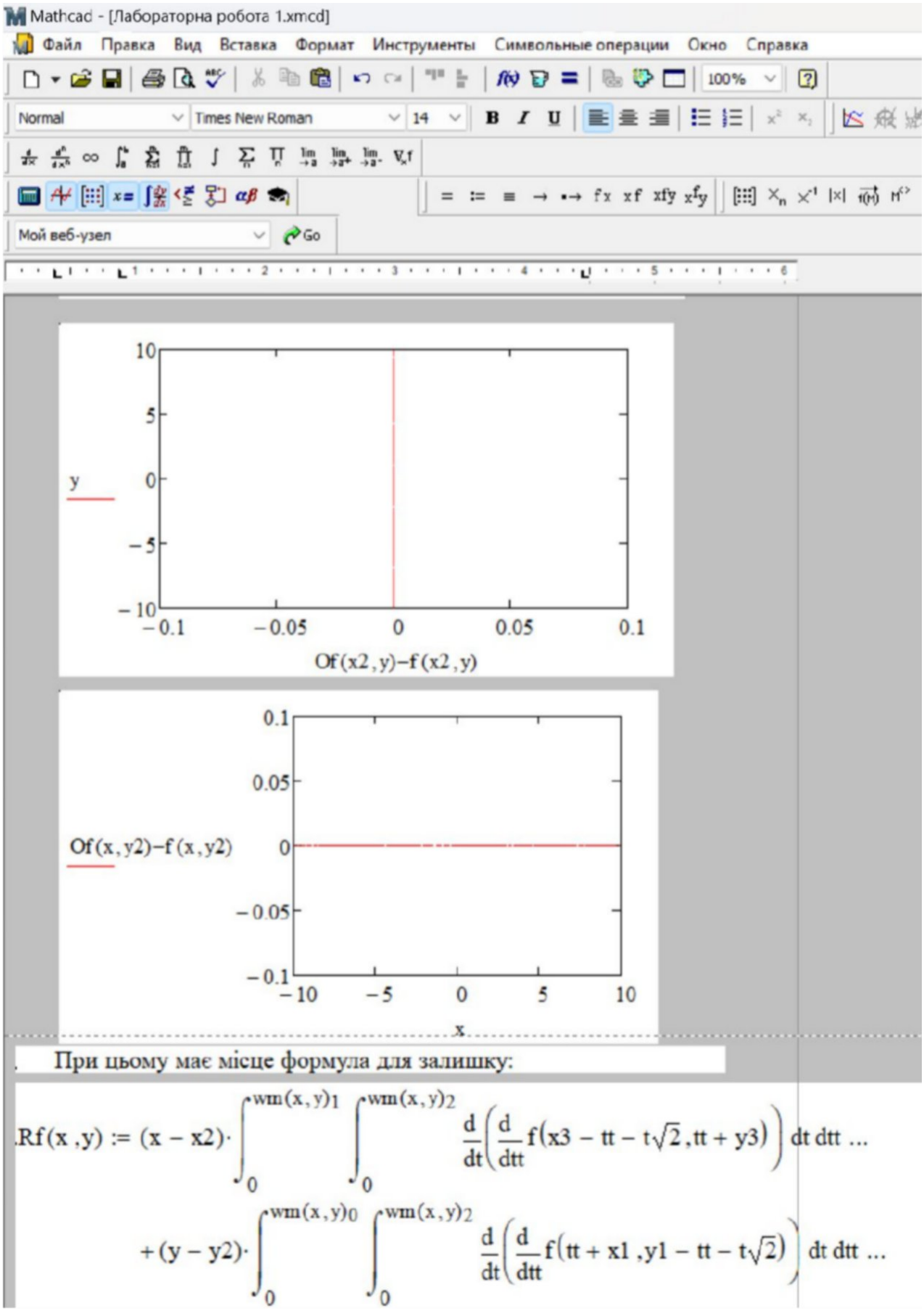
Of(x2,y)=f(x2,y),

Of(x,y2)=f(x,y2).

Продемонструємо виконання інтерлінаційних властивостей графічно:







При цьому має місце формула для залишку:

$$Rf(x,y) := (x - x2)\cdot \int_0^{wm(x,y)_1} \int_0^{wm(x,y)_2} \frac{d}{dt}\left(\frac{d}{dtt} f(x3 - tt - t\sqrt{2}, tt + y3)\right) dt\, dtt \ldots$$

$$+ (y - y2)\cdot \int_0^{wm(x,y)_0} \int_0^{wm(x,y)_2} \frac{d}{dt}\left(\frac{d}{dtt} f(tt + x1, y1 - tt - t\sqrt{2})\right) dt\, dtt \ldots$$

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

$$+[-(x-x1)-(y-y1)]\cdot\int_0^{wm(x,y)_0}\int_0^{wm(x,y)_1}\frac{d}{dt}\left(\frac{d}{dtt}f(tt+x2,t+x2)\right)dt\,dtt$$

. Перевіримо її правильність:

$$Rf(x,y)\ \text{simplify}\ \rightarrow -(x-6)\cdot(y-6)\cdot(x+y-13)\cdot\left(5\cdot x^2\cdot y+39\cdot x^2+5\cdot x\cdot y^2-58\cdot x\cdot y-649\cdot x+5\cdot y^3+7\cdot y^2+387\cdot y+4791\right)$$

$$f(x,y)-Of(x,y)\ \text{simplify}\ \rightarrow -(x-6)\cdot(y-6)\cdot(x+y-13)\cdot\left(5\cdot x^2\cdot y+39\cdot x^2+5\cdot x\cdot y^2-58\cdot x\cdot y-649\cdot x+5\cdot y^3+7\cdot y^2+387\cdot y+4791\right)$$

$$f(x,y)-Of(x,y)-(Rf(x,y))\ \text{simplify}\ \rightarrow 0$$

. Отримали, що
f(x,y)=Of(x,y)+Rf(x,y),
тобто довели правильність вказаної формули для залишку.

. Побудуємо оператор інтерлінації на сторонах прямокутного трикутника з довжинами катетів al та bl (рис. 2). Попередній оператор Of(x,y) є його частинним випадком при al=1 та bl=1.

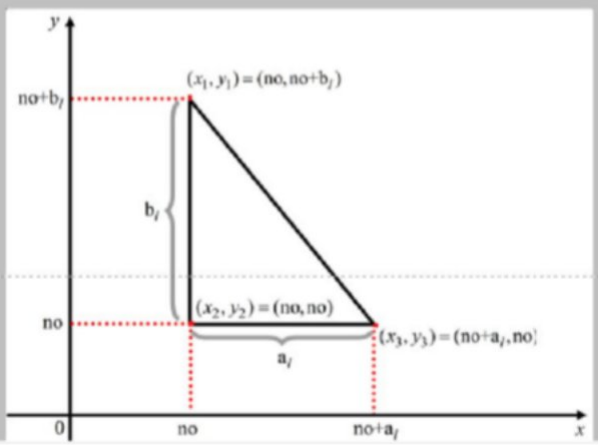


Рисунок 2

Задаємо довжини al та bl:

$al := 3 \quad bl := 4$ (значення 3 та 4 обрані для прикладу, програма працює і для інших наборів значень al>0, bl>0)

Задаємо вершину при прямому куті .(x2 ,y2):

$x2 := no \to 6 \qquad y2 := no \to 6$

Інші вершини розраховуються як:

$x1 := x2 \to 6 \qquad y1 := y2 + bl \to 10$

$x3 := x2 + al \to 9 \qquad y3 := y2 \to 6$

Задаємо прямі:

$w11(x,y) := x + 0 \cdot y - x2$

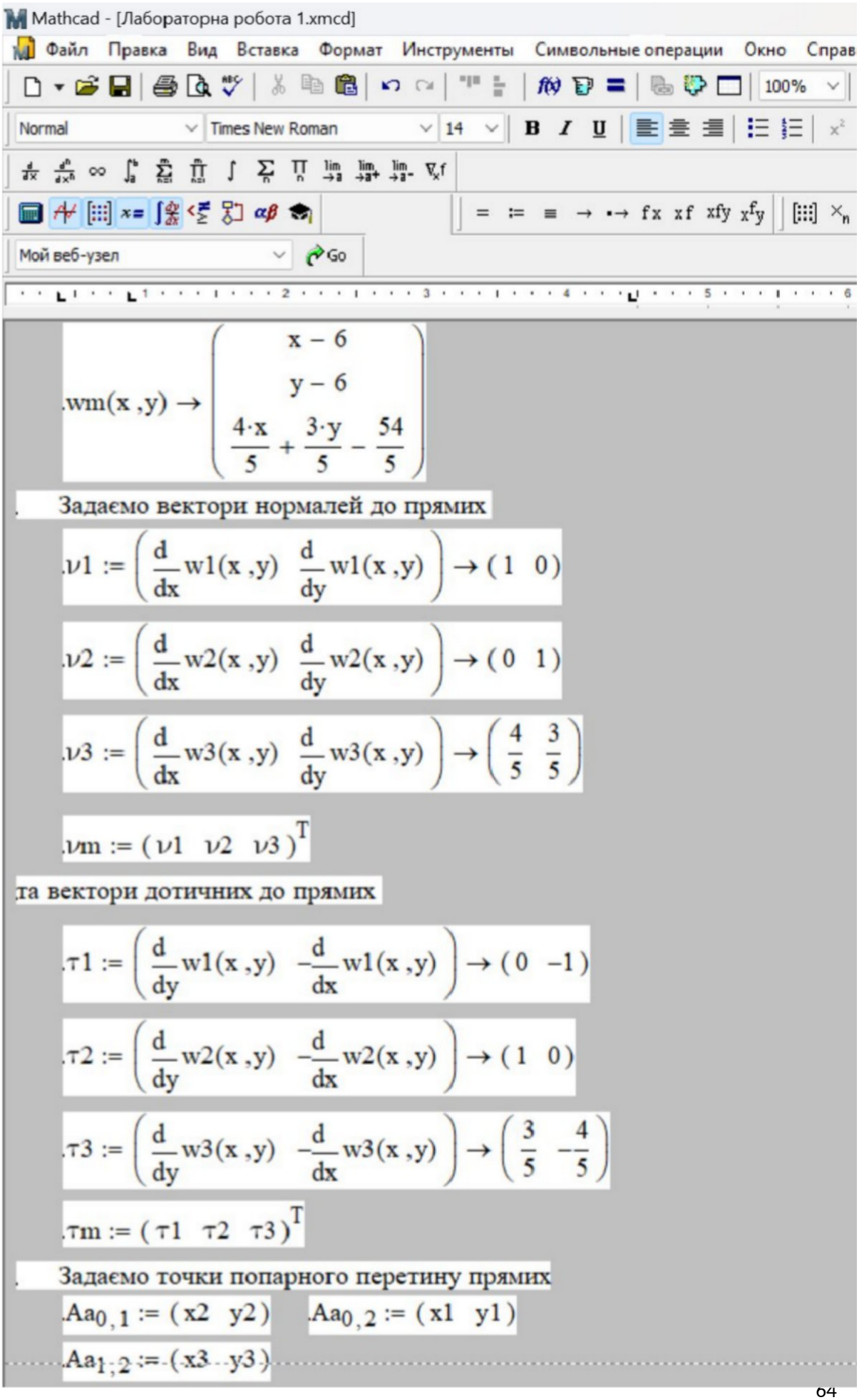
$w22(x,y) := y + 0 \cdot x - y2$

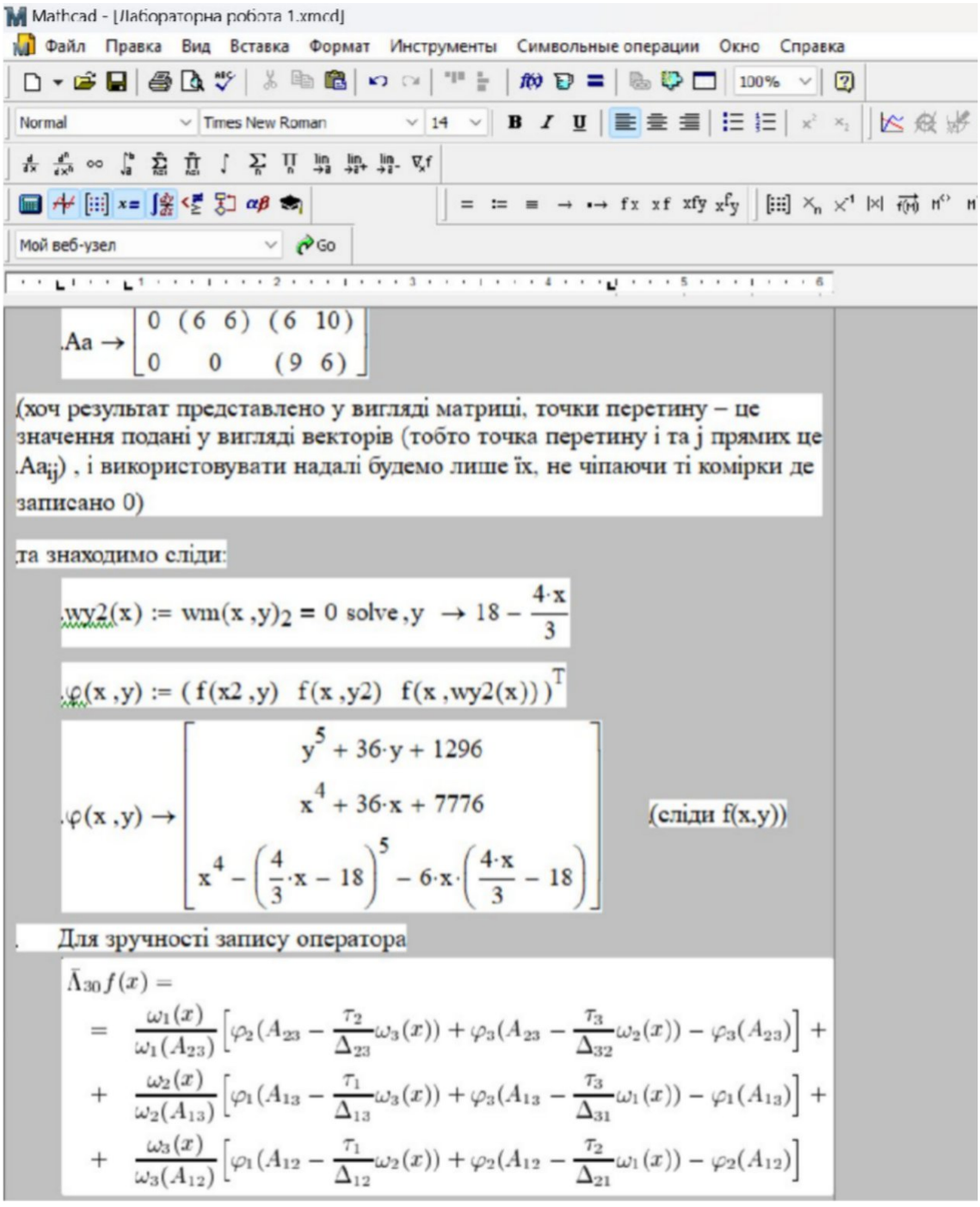
$$w33(x,y) := \frac{x - x1}{x3 - x1} - \frac{y - y1}{y3 - y1} \to \frac{x}{3} + \frac{y}{4} - \frac{9}{2}$$

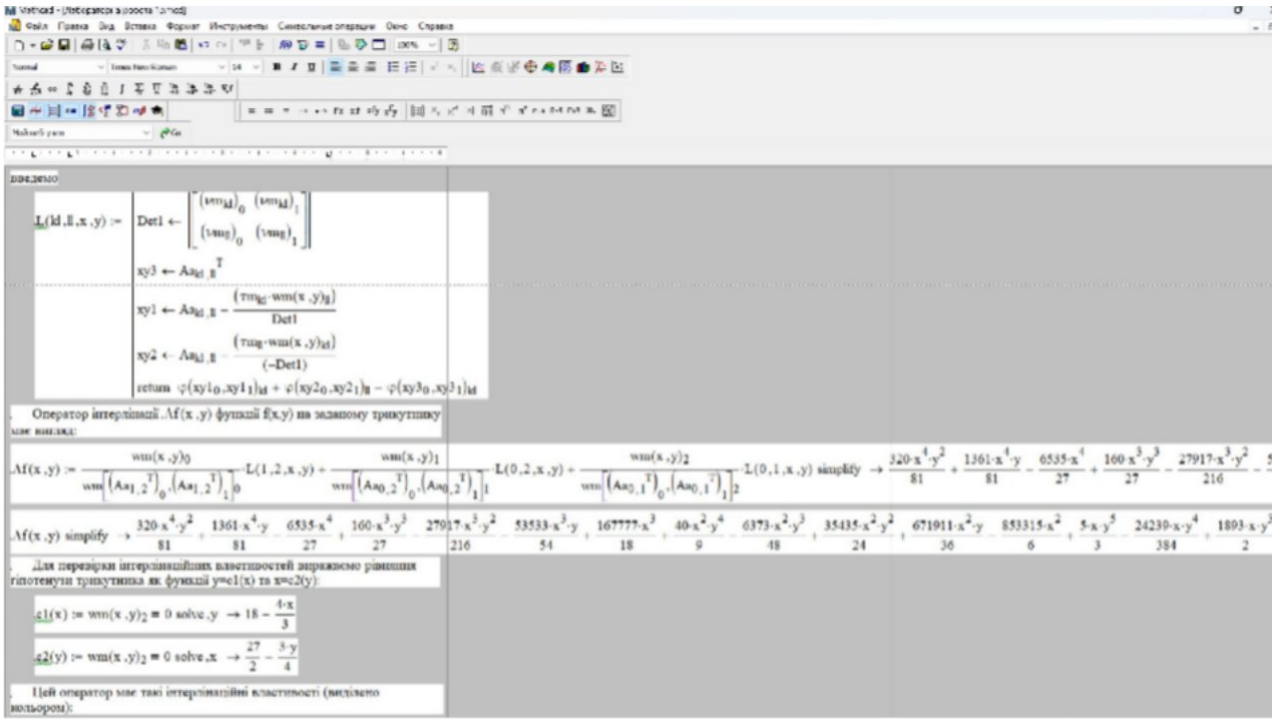
$$w1(x,y) := \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{d}{dx} w11(x,y)\right)^2 + \left(\frac{d}{dy} w11(x,y)\right)^2}} \cdot w11(x,y) \to x - 6$$

$$w2(x,y) := \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{d}{dx} w22(x,y)\right)^2 + \left(\frac{d}{dy} w22(x,y)\right)^2}} \cdot w22(x,y) \to y - 6$$

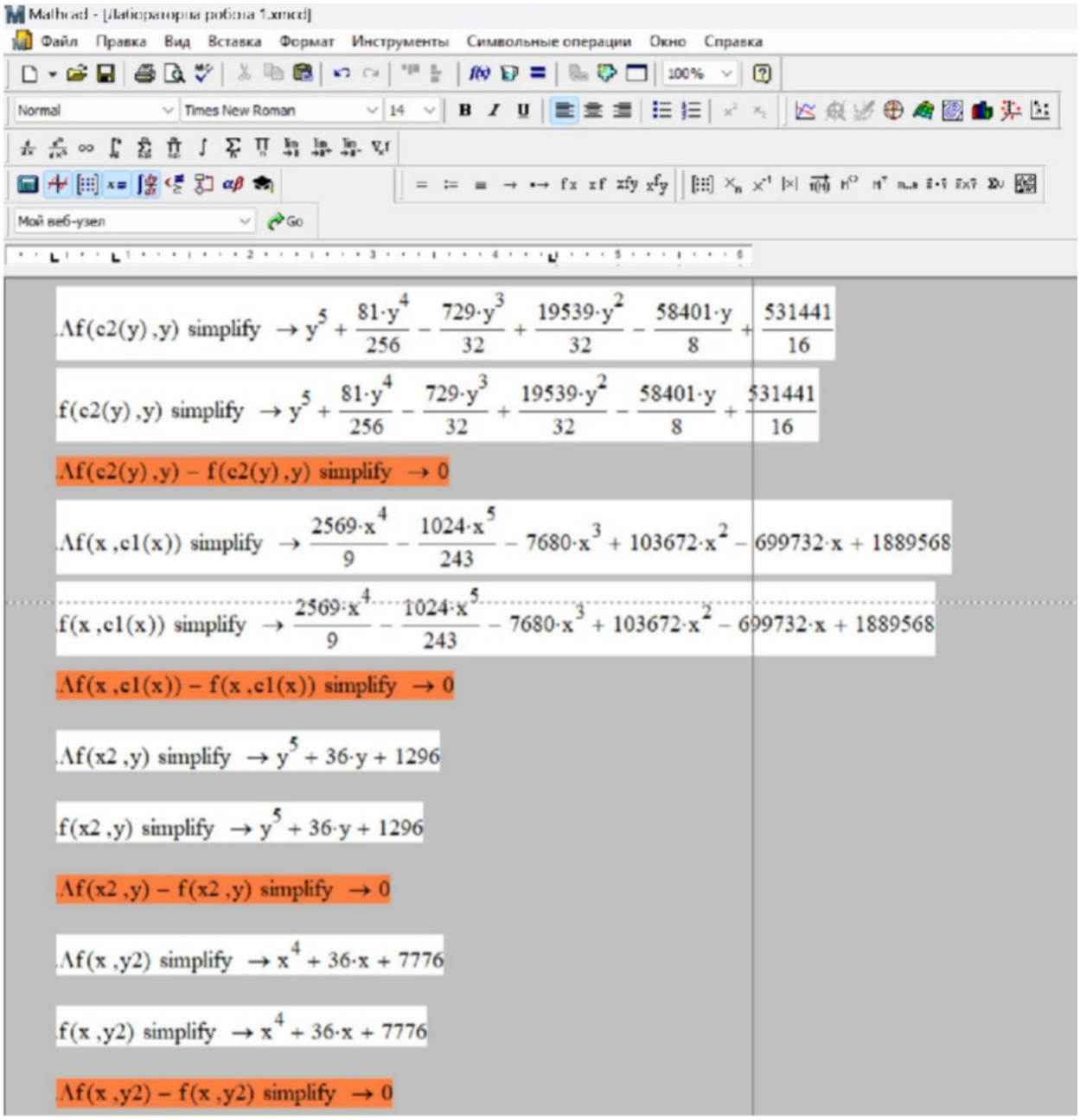
$$w3(x,y) := \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{d}{dx} w33(x,y)\right)^2 + \left(\frac{d}{dy} w33(x,y)\right)^2}} \cdot w33(x,y) \to \frac{4 \cdot x}{5} + \frac{3 \cdot y}{5} - \frac{54}{5}$$


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справ
Normal Times New Roman 14
Мой веб-узел Go
wm(x ,y) → (x − 6 ; y − 6 ; 4·x/5 + 3·y/5 − 54/5)
Задаємо вектори нормалей до прямих
ν1 := (d/dx w1(x ,y) d/dy w1(x ,y)) → (1 0)
ν2 := (d/dx w2(x ,y) d/dy w2(x ,y)) → (0 1)
ν3 := (d/dx w3(x ,y) d/dy w3(x ,y)) → (4/5 3/5)
νm := (ν1 ν2 ν3)^T
та вектори дотичних до прямих
τ1 := (d/dy w1(x ,y) −d/dx w1(x ,y)) → (0 −1)
τ2 := (d/dy w2(x ,y) −d/dx w2(x ,y)) → (1 0)
τ3 := (d/dy w3(x ,y) −d/dx w3(x ,y)) → (3/5 −4/5)
τm := (τ1 τ2 τ3)^T
Задаємо точки попарного перетину прямих
Aa0,1 := (x2 y2)
Aa0,2 := (x1 y1)
Aa1,2 := (x3 y3)


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
.Aa → 0 (6 6) (6 10) 0 0 (9 6)
(хоч результат представлено у вигляді матриці, точки перетину – це значення подані у вигляді векторів (тобто точка перетину і та j прямих це .Aa_ij) , і використовувати надалі будемо лише їх, не чіпаючи ті комірки де записано 0)
та знаходимо сліди:
wy2(x) := wm(x ,y)_2 = 0 solve ,y → 18 − 4·x/3
φ(x ,y) := (f(x2 ,y) f(x ,y2) f(x ,wy2(x)))^T
φ(x ,y) → y^5 + 36·y + 1296
x^4 + 36·x + 7776
x^4 − (4/3·x − 18)^5 − 6·x·(4·x/3 − 18)
(сліди f(x,y))
Для зручності запису оператора
Λ̄30 f(x) =
= ω1(x)/ω1(A23) [φ2(A23 − τ2/Δ23 ω3(x)) + φ3(A23 − τ3/Δ32 ω2(x)) − φ3(A23)] +
+ ω2(x)/ω2(A13) [φ1(A13 − τ1/Δ13 ω3(x)) + φ3(A13 − τ3/Δ31 ω1(x)) − φ1(A13)] +
+ ω3(x)/ω3(A12) [φ1(A12 − τ1/Δ12 ω2(x)) + φ2(A12 − τ2/Δ21 ω1(x)) − φ2(A12)]



$$\frac{320\cdot x^4\cdot y^2}{81}+\frac{1361\cdot x^4\cdot y}{81}-\frac{6535\cdot x^4}{27}+\frac{160\cdot x^3\cdot y^3}{27}-\frac{27917\cdot x^3\cdot y^2}{216}-\frac{53533\cdot x^3\cdot y}{54}+\frac{167777\cdot x^3}{18}+\frac{40\cdot x^2\cdot y^4}{9}-\frac{6373\cdot x^2\cdot y^3}{48}+\frac{35435\cdot x^2\cdot y^2}{24}+\frac{671911\cdot x^2\cdot y}{36}-\frac{853315\cdot x^2}{6}+\frac{5\cdot x\cdot y^5}{3}-\frac{24239\cdot x\cdot y^4}{384}+\frac{1893\cdot x\cdot y^3}{2}-\frac{334381\cdot x\cdot y^2}{48}-\frac{451546\cdot x\cdot y}{3}+\frac{8146531\cdot x}{8}-9\cdot y^5+\frac{13999\cdot y^4}{64}-\frac{8717\cdot y^3}{4}+\frac{91537\cdot y^2}{8}+423573\cdot y-\frac{10753425}{4}$$


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
Af(c2(y) ,y) simplify → y^5 + 81·y^4/256 − 729·y^3/32 + 19539·y^2/32 − 58401·y/8 + 531441/16
f(c2(y) ,y) simplify → y^5 + 81·y^4/256 − 729·y^3/32 + 19539·y^2/32 − 58401·y/8 + 531441/16
Af(c2(y) ,y) − f(c2(y) ,y) simplify → 0
Af(x ,c1(x)) simplify → 2569·x^4/9 − 1024·x^5/243 − 7680·x^3 + 103672·x^2 − 699732·x + 1889568
f(x ,c1(x)) simplify → 2569·x^4/9 − 1024·x^5/243 − 7680·x^3 + 103672·x^2 − 699732·x + 1889568
Af(x ,c1(x)) − f(x ,c1(x)) simplify → 0
Af(x2 ,y) simplify → y^5 + 36·y + 1296
f(x2 ,y) simplify → y^5 + 36·y + 1296
Af(x2 ,y) − f(x2 ,y) simplify → 0
Af(x ,y2) simplify → x^4 + 36·x + 7776
f(x ,y2) simplify → x^4 + 36·x + 7776
Af(x ,y2) − f(x ,y2) simplify → 0

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

Тобто

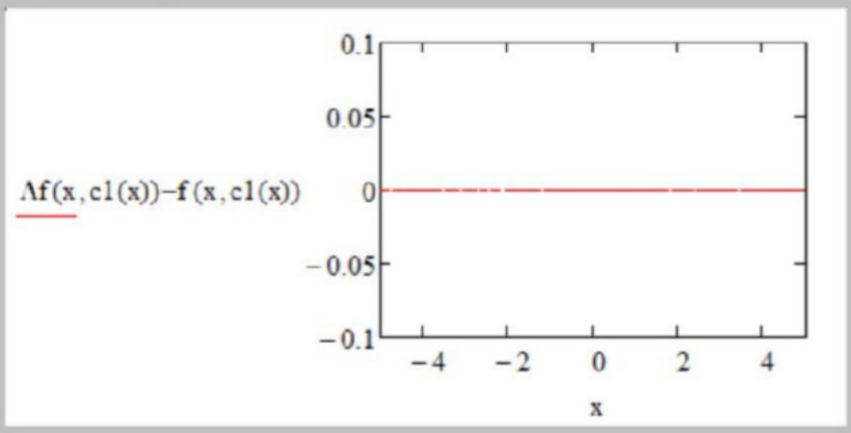
.Λf(c2(y),y)=f(c2(y),y),

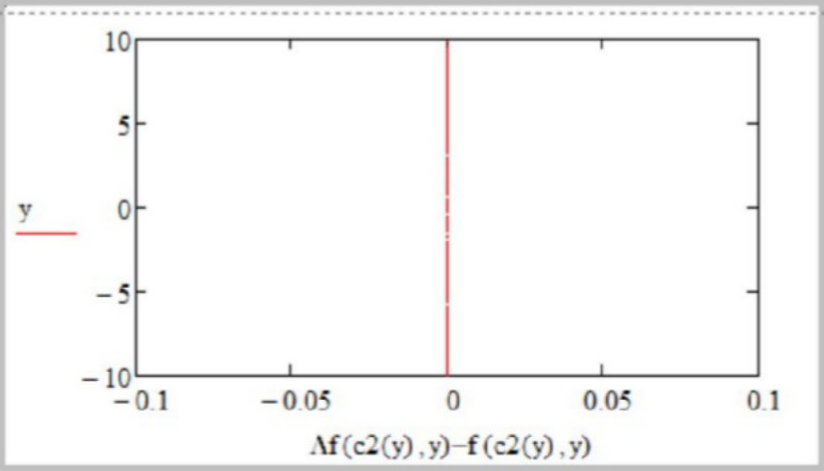
.Λf(x,c1(x))=f(x,c1(x)),

.Λf(x2,y)=f(x2,y),

.Λf(x,y2)=f(x,y2).

Продемонструємо виконання інтерлінаційних властивостей графічно:



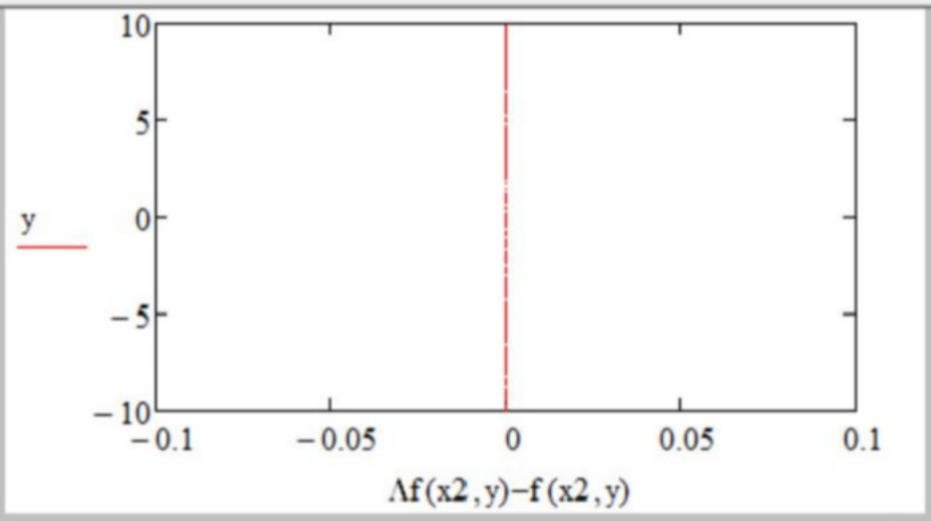


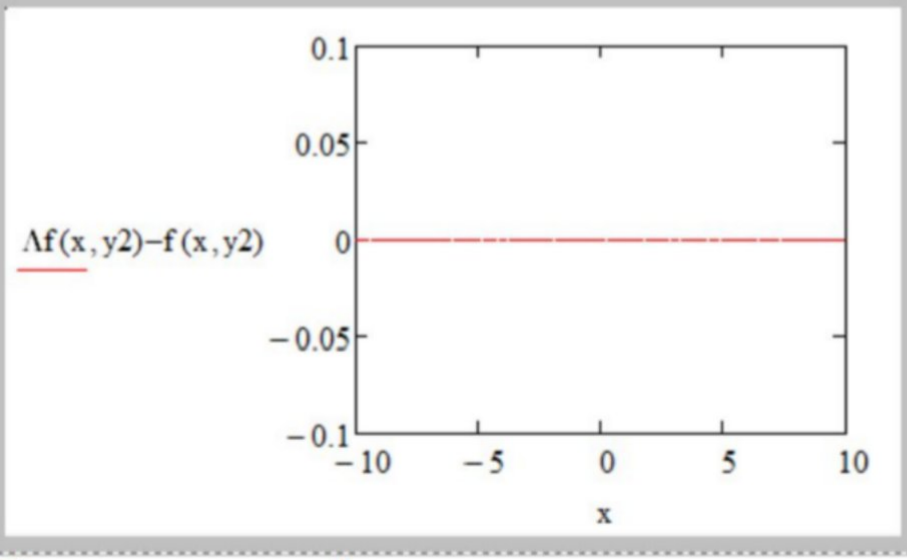
Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

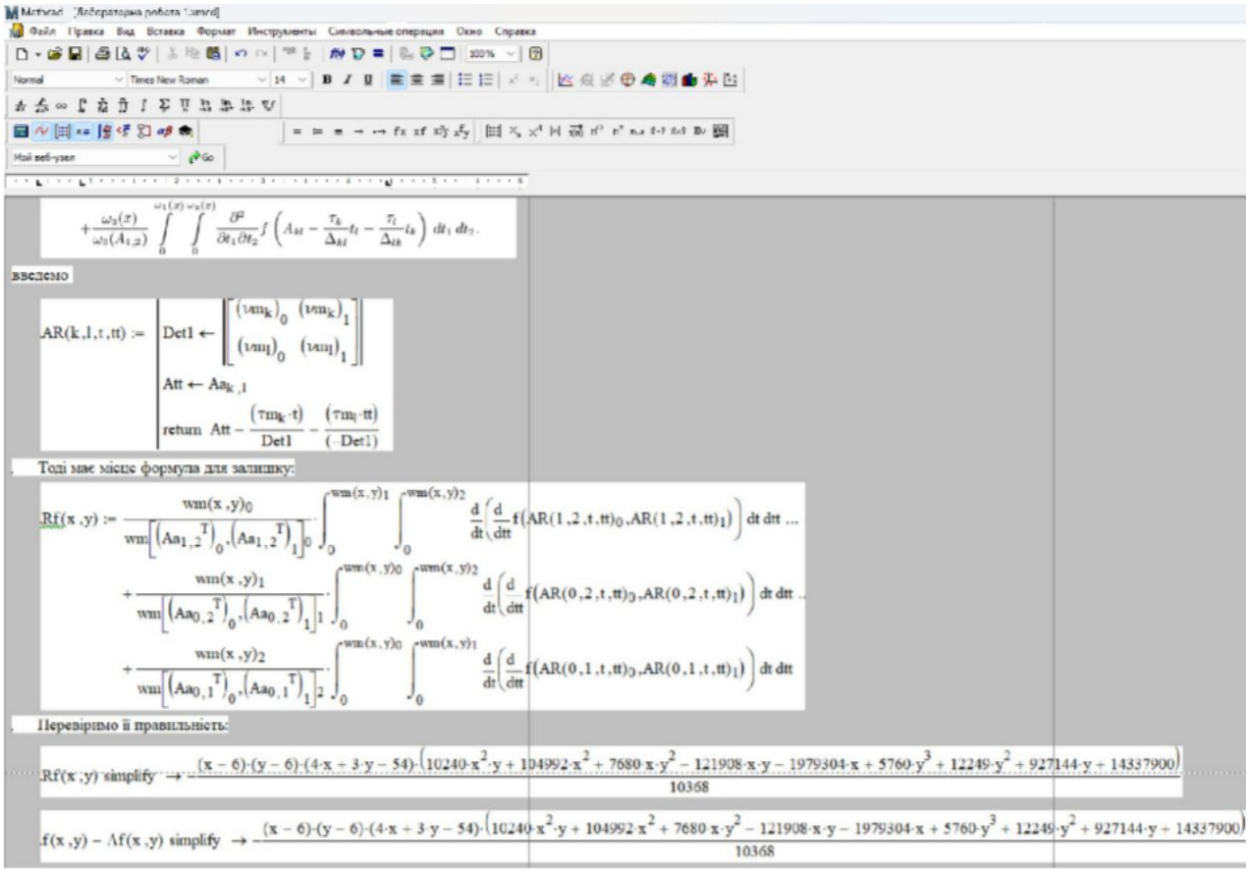


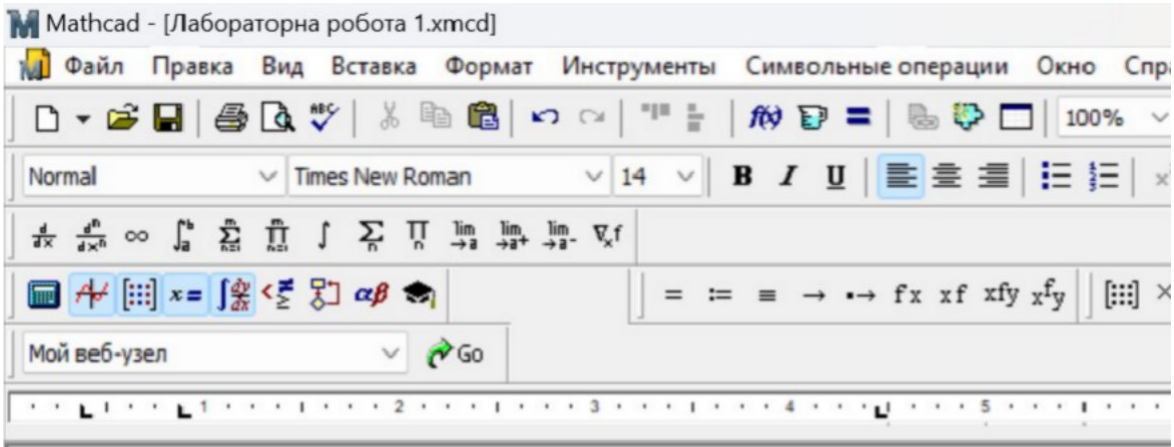


Для зручного запису формули для залишку

$$\bar{R}_{30} f(x) = \frac{\omega_1(x)}{\omega_1(A_{2,3})} \int_0^{\omega_2(x)} \int_0^{\omega_3(x)} \frac{\partial^2}{\partial t_2 \partial t_3} f\left(A_{kl} - \frac{\tau_k}{\Delta_{kl}} t_l - \frac{\tau_l}{\Delta_{lk}} t_k\right) dt_2\, dt_3 +$$

$$+ \frac{\omega_2(x)}{\omega_2(A_{1,3})} \int_0^{\omega_1(x)} \int_0^{\omega_3(x)} \frac{\partial^2}{\partial t_1 \partial t_3} f\left(A_{kl} - \frac{\tau_k}{\Delta_{kl}} t_l - \frac{\tau_l}{\Delta_{lk}} t_k\right) dt_1\, dt_3 +$$


Mathcad - [Лабораторна робота *.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal
Times New Roman
14
Мой веб-узел
Go
введемо
AR(k,l,t,tt) :=
Det1 ←
Att ← Aa_k,l
return Att − (τm_k·t)/Det1 − (τm_l·tt)/(−Det1)
Тоді має місце формула для залишку:
Rf(x,y) :=
Перевіримо її правильність:
Rf(x,y) simplify → (x − 6)·(y − 6)·(4·x + 3·y − 54)·(10240·x^2·y + 104992·x^2 + 7680·x·y^2 − 121908·x·y − 1979304·x + 5760·y^3 + 12249·y^2 + 927144·y + 14337900) / 10368
f(x,y) − Λf(x,y) simplify → (x − 6)·(y − 6)·(4·x + 3·y − 54)·(10240·x^2·y + 104992·x^2 + 7680·x·y^2 − 121908·x·y − 1979304·x + 5760·y^3 + 12249·y^2 + 927144·y + 14337900) / 10368



$$f(x,y) - \Lambda f(x,y) - (Rf(x,y)) \text{ simplify } \rightarrow 0$$

Отримали, що
f(x,y)=.Λf(x,y)+Rf(x,y),
тобто довели правильність вказаної формули для залишку.

Задача 2. Написати формулу для інтерлінації функцій 2-х змінних з використанням їх слідів на M=5 перетинних прямих. Скласти програму для обчислення за цими формулами.

Розв'язання.

Задана функція

$$f(x,y) := x^4 + y^5 + no \cdot x \cdot y$$

та задано 5 прямих:

$$w11(x,y) := x + 0 \cdot y$$

$$w22(x,y) := y + 0 \cdot x$$

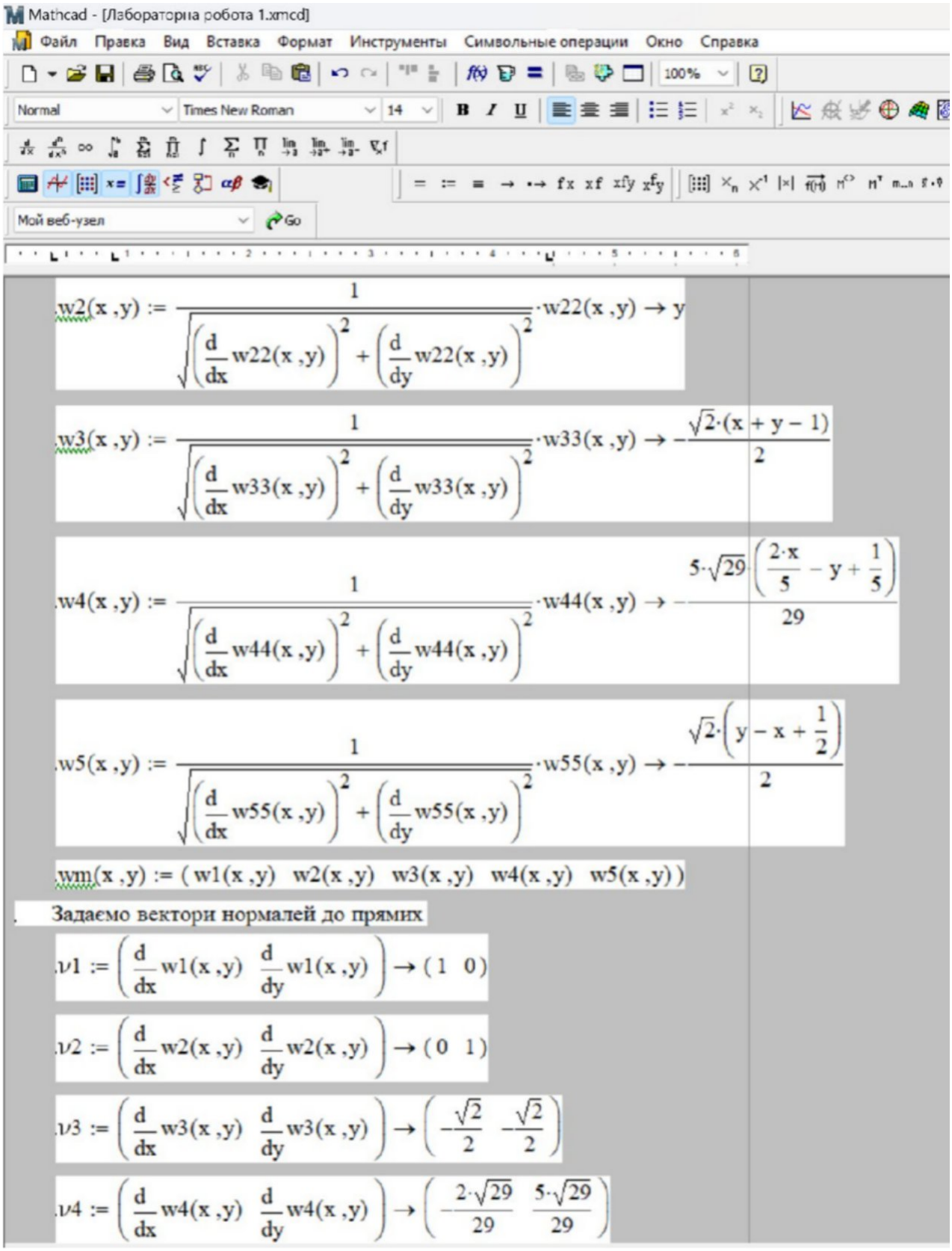
$$w33(x,y) := \frac{1 - x - y}{\sqrt{2}}$$

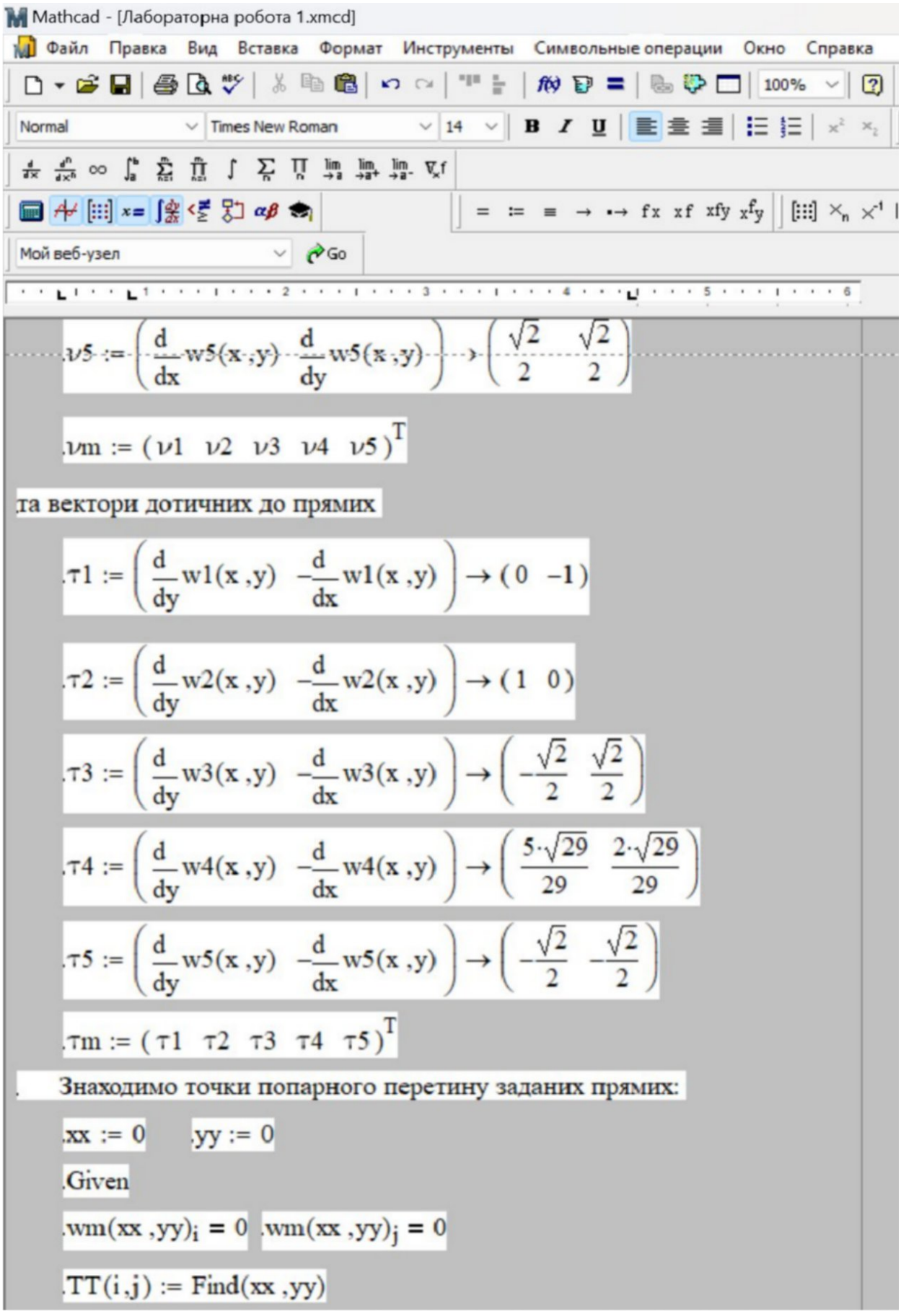
$$w44(x,y) := y - 2\frac{x}{5} - \frac{1}{5}$$

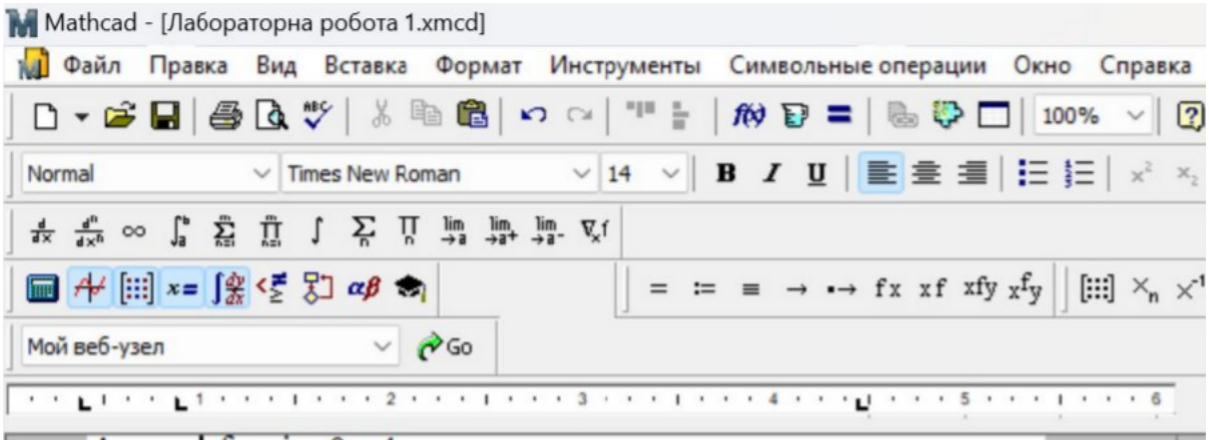
$$w55(x,y) := \frac{x - \frac{1}{2} - y}{\sqrt{2}}$$

які ми нормуємо:

$$w1(x,y) := \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{d}{dx} w11(x,y)\right)^2 + \left(\frac{d}{dy} w11(x,y)\right)^2}} \cdot w11(x,y) \rightarrow x$$


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal Times New Roman 14
Мой веб-узел Go
w2(x ,y) := 1 / sqrt((d/dx w22(x ,y))^2 + (d/dy w22(x ,y))^2) · w22(x ,y) → y
w3(x ,y) := 1 / sqrt((d/dx w33(x ,y))^2 + (d/dy w33(x ,y))^2) · w33(x ,y) → -sqrt(2)·(x + y - 1)/2
w4(x ,y) := 1 / sqrt((d/dx w44(x ,y))^2 + (d/dy w44(x ,y))^2) · w44(x ,y) → -5·sqrt(29)·(2·x/5 - y + 1/5)/29
w5(x ,y) := 1 / sqrt((d/dx w55(x ,y))^2 + (d/dy w55(x ,y))^2) · w55(x ,y) → -sqrt(2)·(y - x + 1/2)/2
wm(x ,y) := (w1(x ,y) w2(x ,y) w3(x ,y) w4(x ,y) w5(x ,y))
Задаємо вектори нормалей до прямих
ν1 := (d/dx w1(x ,y) d/dy w1(x ,y)) → (1 0)
ν2 := (d/dx w2(x ,y) d/dy w2(x ,y)) → (0 1)
ν3 := (d/dx w3(x ,y) d/dy w3(x ,y)) → (-sqrt(2)/2 -sqrt(2)/2)
ν4 := (d/dx w4(x ,y) d/dy w4(x ,y)) → (-2·sqrt(29)/29 5·sqrt(29)/29)


Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка
Normal Times New Roman 14
Мой веб-узел Go
ν5 := (d/dx w5(x ,y) d/dy w5(x ,y)) → (√2/2 √2/2)
νm := (ν1 ν2 ν3 ν4 ν5)^T
та вектори дотичних до прямих
τ1 := (d/dy w1(x ,y) −d/dx w1(x ,y)) → (0 −1)
τ2 := (d/dy w2(x ,y) −d/dx w2(x ,y)) → (1 0)
τ3 := (d/dy w3(x ,y) −d/dx w3(x ,y)) → (−√2/2 √2/2)
τ4 := (d/dy w4(x ,y) −d/dx w4(x ,y)) → (5·√29/29 2·√29/29)
τ5 := (d/dy w5(x ,y) −d/dx w5(x ,y)) → (−√2/2 −√2/2)
τm := (τ1 τ2 τ3 τ4 τ5)^T
Знаходимо точки попарного перетину заданих прямих:
xx := 0 yy := 0
Given
wm(xx ,yy)_i = 0 wm(xx ,yy)_j = 0
TT(i ,j) := Find(xx ,yy)



$$Aa := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0..4 \\ \quad \text{for } j \in i+1..4 \\ \quad\quad \text{"Can't find!"} \quad \text{on error } RR_{i,j} \leftarrow TT(i,j)^{T} \quad \text{if } i \neq j \\ \text{return } RR \end{array} \right.$$

$$Aa \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & (0\ \ 0) & (0\ \ 1) & \left(0\ \ \frac{1}{5}\right) & \left(0\ \ -\frac{1}{2}\right) \\ 0 & 0 & (1\ \ 0) & \left(-\frac{1}{2}\ \ 0\right) & \left(\frac{1}{2}\ \ 0\right) \\ 0 & 0 & 0 & \left(\frac{4}{7}\ \ \frac{3}{7}\right) & \left(\frac{3}{4}\ \ \frac{1}{4}\right) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \left(\frac{7}{6}\ \ \frac{2}{3}\right) \end{bmatrix}$$

(хоч результат представлено у вигляді матриці, точки перетину – це значення подані у вигляді векторів (тобто точка перетину і та j прямих це Aa_{ij}) , і використовувати надалі будемо лише їх, не чіпаючи ті комірки де записано 0)

Знаходимо сліди функції f(x,y) на заданих прямих. Для цього виражаємо

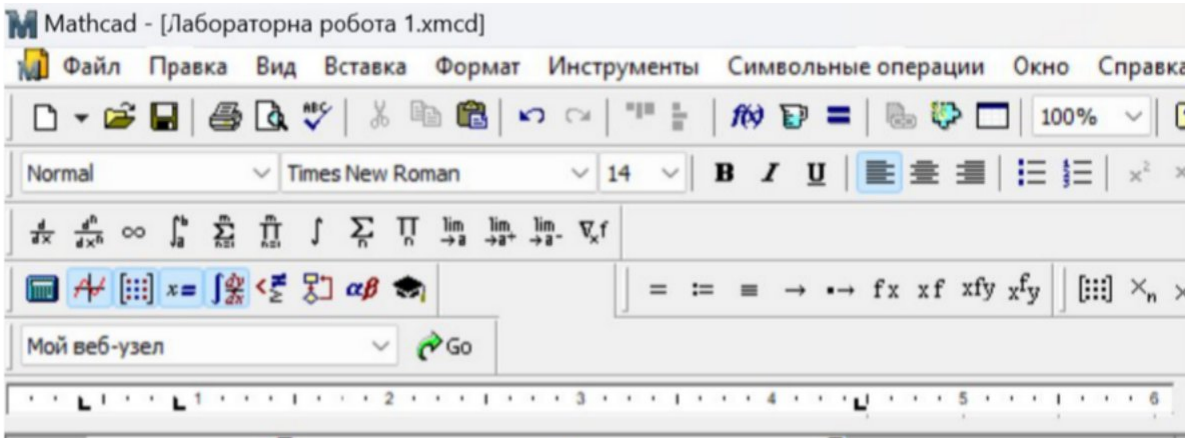
$$wy2(x) := wm(x,y)_2 = 0 \text{ solve},y \rightarrow 1 - x$$

$$wy3(x) := wm(x,y)_3 = 0 \text{ solve},y \rightarrow \frac{2\cdot x}{5} + \frac{1}{5}$$

$$wy4(x) := wm(x,y)_4 = 0 \text{ solve},y \rightarrow x - \frac{1}{2}$$

та отримуємо сліди функції f(x,y)

$$\varphi(x,y) := (f(0,y)\ \ f(x,0)\ \ f(x,wy2(x))\ \ f(x,wy3(x))\ \ f(x,wy4(x)))$$



$$\varphi(x,y)^T \rightarrow \begin{bmatrix} y^5 \\ x^4 \\ x^4 - 6\cdot x\cdot(x-1) - (x-1)^5 \\ \left(\frac{2\cdot x}{5} + \frac{1}{5}\right)^5 + x^4 + 6\cdot x\cdot\left(\frac{2\cdot x}{5} + \frac{1}{5}\right) \\ 6\cdot x\cdot\left(x - \frac{1}{2}\right) + x^4 + \left(x - \frac{1}{2}\right)^5 \end{bmatrix}$$

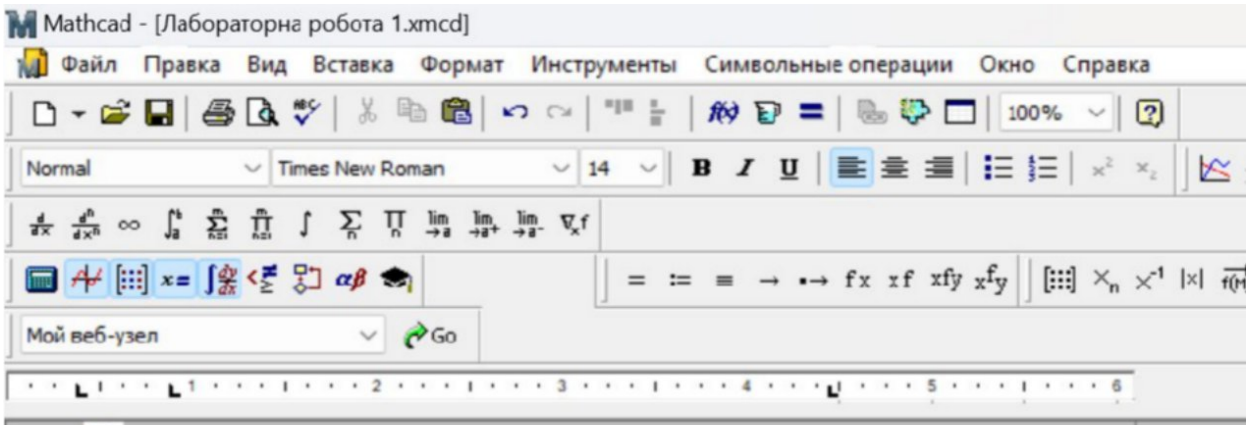
Для зручнішого запису оператора інтерлінації

$$\bar{\Lambda}_{M0} f(x) = \sum_{(k,l)\in\Re} \prod_{\substack{i=1 \\ i\neq k,\,t}}^{M} \frac{\omega_i(x)}{\omega_i(A_{kl})} \times \left[\varphi_k\left(A_{kl} - \frac{\tau_k}{\Delta_{kl}}\omega_l(x)\right) + \varphi_l\left(A_{kl} - \frac{\tau_l}{\Delta_{lk}}\omega_k(x)\right) - \varphi_k(A_{kl})\right] \quad (2.1)$$

вводимо

$$H(k,l,x,y) := \left| \begin{array}{l} Ac \leftarrow Aa_{k,l} \\ p \leftarrow 1 \\ \text{for } iter \in 0..4 \\ \quad p \leftarrow p\cdot\dfrac{wm(x,y)_{iter}}{wm(Ac_0,Ac_1)_{iter}} \quad \text{if } iter \neq k \wedge iter \neq l \\ \text{return } p \end{array} \right.$$

що відповідає $\prod_{\substack{i=1 \\ i\neq k,\,t}}^{M} \frac{\omega_i(x)}{\omega_i(A_{kl})}$



та

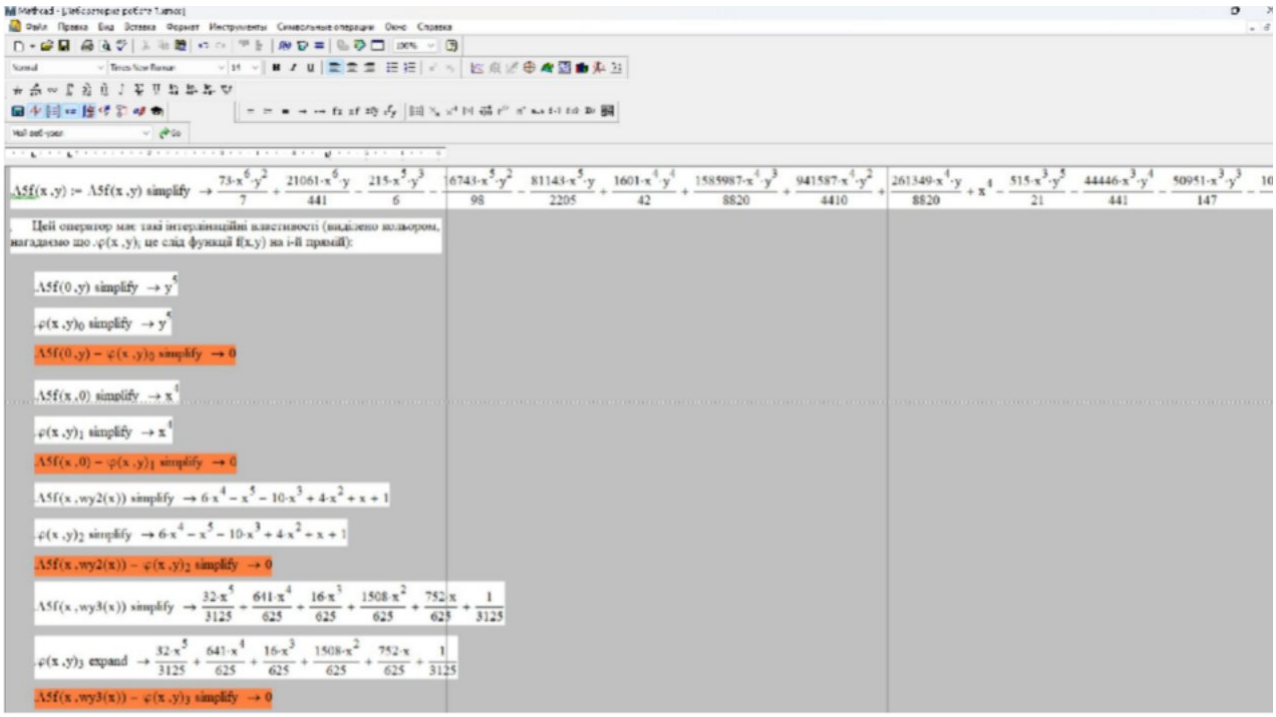
$$L(k,l,x,y) := \left| \begin{array}{l} Det1 \leftarrow \left\| \begin{bmatrix} (\nu m_k)_0 & (\nu m_k)_1 \\ (\nu m_l)_0 & (\nu m_l)_1 \end{bmatrix} \right\| \\ Att \leftarrow Aa_{k,l} \\ xy1 \leftarrow Att - \dfrac{(\tau m_k \cdot wm(x,y)_l)}{Det1} \\ xy2 \leftarrow Att - \dfrac{(\tau m_l \cdot wm(x,y)_k)}{-(Det1)} \\ \text{return } \varphi(xy1_0, xy1_1)_k + \varphi(xy2_0, xy2_1)_l - \varphi(Att_0, Att_1)_k \end{array} \right.$$

що відповідає $\left[\varphi_k\left(A_{kl} - \frac{\tau_k}{\Delta_{kl}}\omega_l(x)\right) + \varphi_l\left(A_{kl} - \frac{\tau_l}{\Delta_{lk}}\omega_k(x)\right) - \varphi_k(A_{kl})\right]$

Оператор інтерлінації $\Lambda 5f(x,y)$ функції f(x,y) на заданих 5-ти трикутниках має вигляд:

$$\Lambda 5f(x,y) := \left| \begin{array}{l} s \leftarrow 0 \\ \text{for } k \in 0..3 \\ \quad \text{for } l \in (k+1)..4 \\ \quad\quad s \leftarrow s + (H(k,l,x,y)) \cdot (L(k,l,x,y)) \\ \text{return } s \end{array} \right.$$

(що відповідає сумі добутків двох попередніх елементів H та L по точкам попарного перетину, як і вказано в формулі (2.1))



$$-\frac{105103\cdot x^3\cdot y^2}{882}-\frac{382159\cdot x^3\cdot y}{8820}-\frac{2039\cdot x^2\cdot y^6}{42}-\frac{79087\cdot x^2\cdot y^5}{1470}+\frac{510101\cdot x^2\cdot y^4}{1260}-\frac{33323\cdot x^2\cdot y^3}{630}+\frac{3565969\cdot x^2\cdot y^2}{17640}-\frac{61109\cdot x^2\cdot y}{5880}+\frac{845\cdot x\cdot y^7}{14}+\frac{238267\cdot x\cdot y^6}{1764}-\frac{329579\cdot x\cdot y^5}{2205}+\frac{593311\cdot x\cdot y^4}{8820}-\frac{1300289\cdot x\cdot y^3}{17640}-\frac{154787\cdot x\cdot y^2}{2940}+53$$

$$y-\frac{2039\cdot x^2\cdot y^6}{42}-\frac{79087\cdot x^2\cdot y^5}{1470}+\frac{510101\cdot x^2\cdot y^4}{1260}-\frac{33323\cdot x^2\cdot y^3}{630}+\frac{3565969\cdot x^2\cdot y^2}{17640}-\frac{61109\cdot x^2\cdot y}{5880}+\frac{845\cdot x\cdot y^7}{14}+\frac{238267\cdot x\cdot y^6}{1764}-\frac{329579\cdot x\cdot y^5}{2205}+\frac{593311\cdot x\cdot y^4}{8820}-\frac{1300289\cdot x\cdot y^3}{17640}-\frac{154787\cdot x\cdot y^2}{2940}+\frac{5357\cdot x\cdot y}{280}+y^5$$

Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

$$.\Lambda 5f(x,wy4(x))\ \text{simplify}\ \rightarrow x^5-\frac{3\cdot x^4}{2}+\frac{5\cdot x^3}{2}+\frac{19\cdot x^2}{4}-\frac{43\cdot x}{16}-\frac{1}{32}$$

$$.\varphi(x,y)_4\ \text{simplify}\ \rightarrow x^5-\frac{3\cdot x^4}{2}+\frac{5\cdot x^3}{2}+\frac{19\cdot x^2}{4}-\frac{43\cdot x}{16}-\frac{1}{32}$$

$$.\Lambda 5f(x,wy4(x))-\varphi(x,y)_4\ \text{simplify}\ \rightarrow 0$$

Отримали, що

$.\Lambda 5f(0,y)=.\varphi(x,y)_0$,

$.\Lambda 5f(x,0)=.\varphi(x,y)_1$,

$.\Lambda 5f(x,wy2(x))=.\varphi(x,y)_2$,

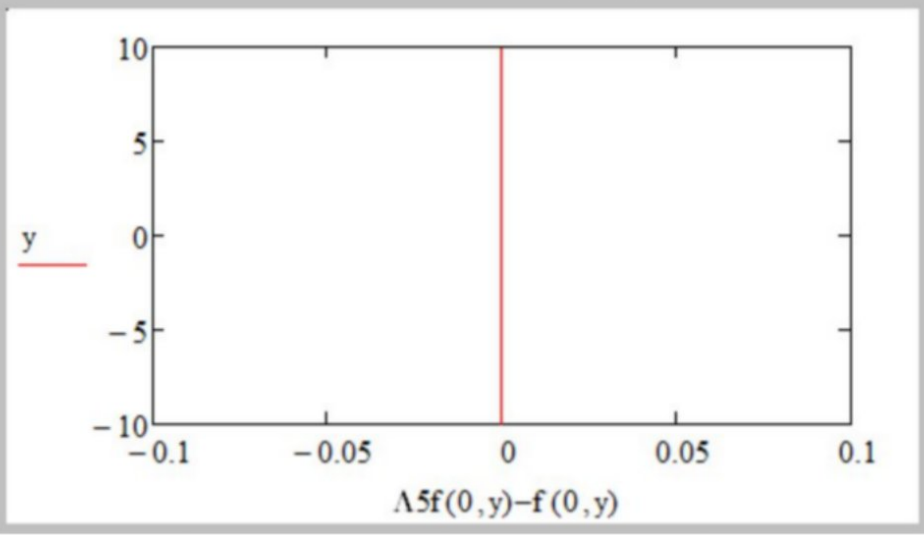
$.\Lambda 5f(x,wy3(x))=.\varphi(x,y)_3$,

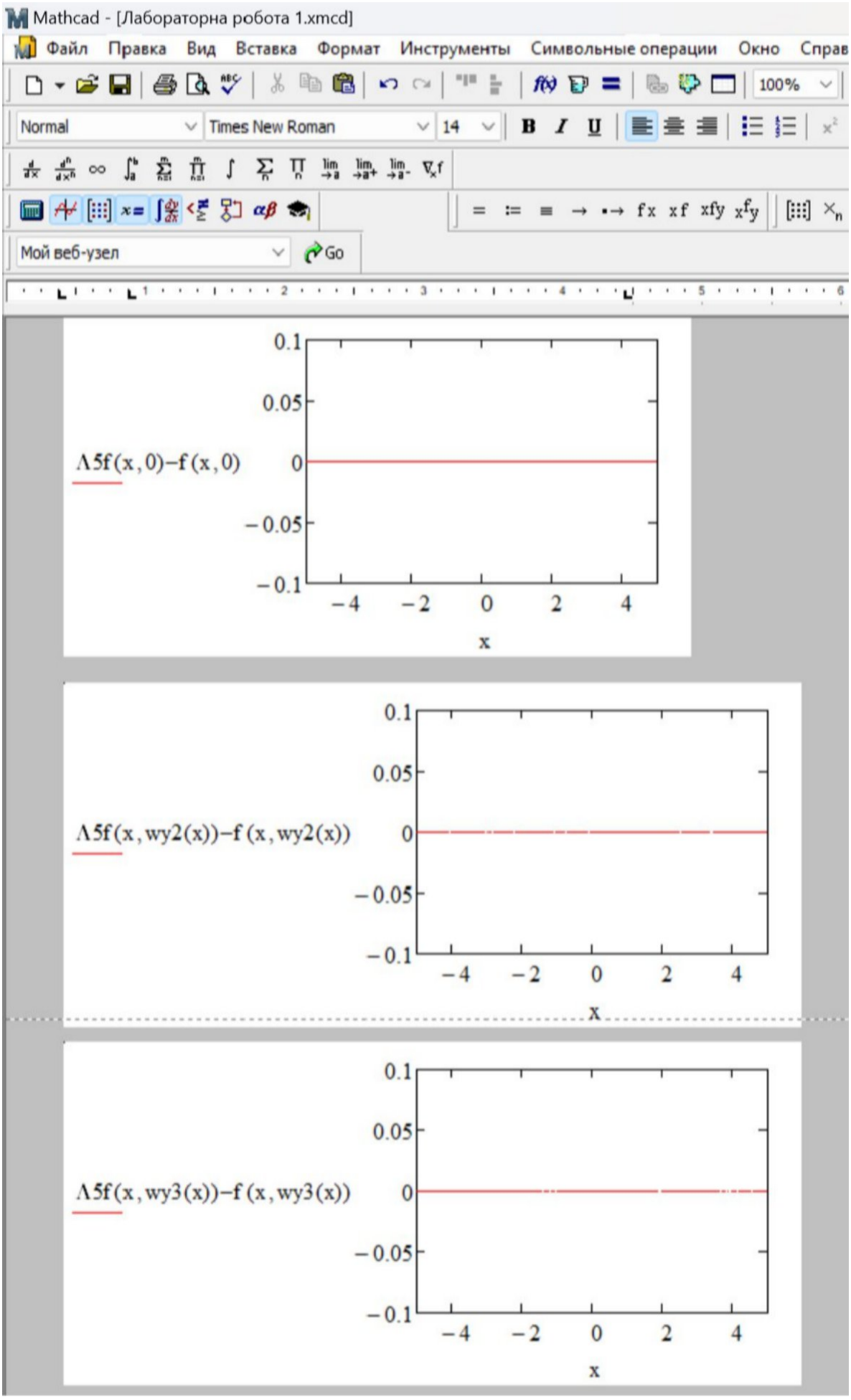
$.\Lambda 5f(x,wy4(x))=.\varphi(x,y)_4$,

тобто оператор має інтерлінаційні властивості

$$\bar{\Lambda}_{M0} f(x)\Big|_{\overline{\Gamma_k}} = \varphi_k(x)\Big|_{\overline{\Gamma_k}}, \quad k=\overline{1,M}.$$

Продемонструємо виконання інтерлінаційних властивостей графічно:




Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]
Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справ
Normal
Times New Roman
14
100%
Мой веб-узел
Go
Λ5f(x,0)−f(x,0)
0.1
0.05
0
−0.05
−0.1
−4
−2
0
2
4
x
Λ5f(x,wy2(x))−f(x,wy2(x))
0.1
0.05
0
−0.05
−0.1
−4
−2
0
2
4
x
Λ5f(x,wy3(x))−f(x,wy3(x))
0.1
0.05
0
−0.05
−0.1
−4
−2
0
2
4
x

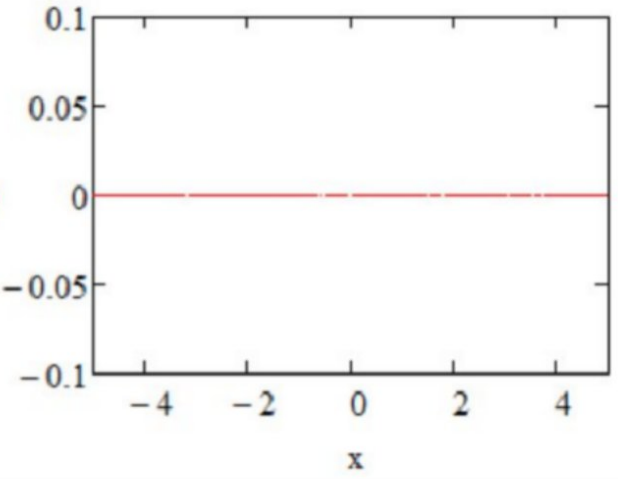
Mathcad - [Лабораторна робота 1.xmcd]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справ

Normal Times New Roman 14 100%

Мой веб-узел Go

$\Lambda 5f(x, wy4(x)) - f(x, wy4(x))$

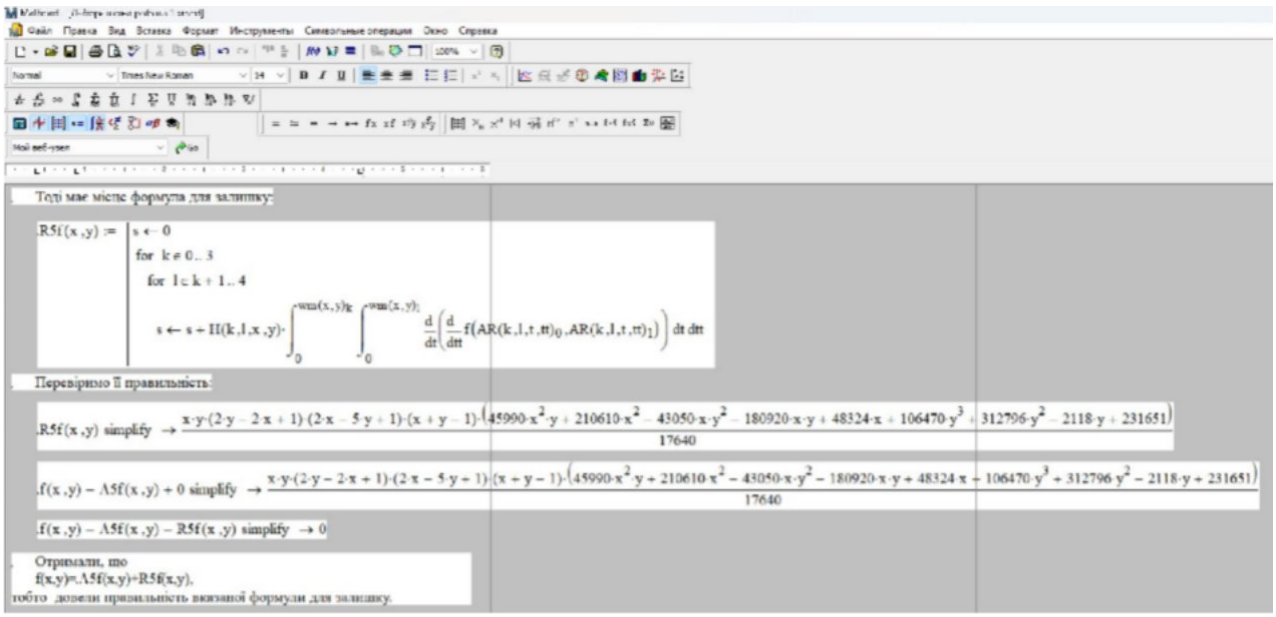


Для зручного запису формули для залишку

$$\bar{R}_{M0} f(x) = (I - \bar{\Lambda}_{M0}) f(x) = \sum_{(k,l)\in\Re} \prod_{\substack{i=1 \\ i\neq k,l}}^{M} \frac{\omega_i(x)}{\omega_i(A_{kl})} \times$$

$$\times \int_0^{\omega_k} \int_0^{\omega_l} \frac{\partial^2}{\partial t_k \partial t_l} f\left(A_{kl} - \frac{\tau_k}{\Delta_{kl}} t_l - \frac{\tau_l}{\Delta_{lk}} t_k\right) dt_k\, dt_l.$$

$$AR(k, l, t, tt) := \left| \begin{array}{l} Det1 \leftarrow \begin{vmatrix} (\nu m_k)_0 & (\nu m_k)_1 \\ (\nu m_l)_0 & (\nu m_l)_1 \end{vmatrix} \\ Att \leftarrow Aa_{k,l} \\ \text{return } Att - \dfrac{(\tau m_k \cdot t)}{Det1} - \dfrac{(\tau m_l \cdot tt)}{(-Det1)} \end{array} \right.$$



Висновки до розділу 2

Теорія інтерлінації функцій є ключовим інструментом для вирішення задач, де потрібно точно відновити або апроксимувати функцію на основі обмеженої інформації. Завдяки широкому спектру методів і численним застосуванням, ця теорія продовжує залишатися актуальною і важливою для різних наукових та інженерних дисциплін.

У розділі 2 було створено програму розв’язання двох прикладних задач, що буде складати основу лабораторного практикуму.

РОЗДІЛ 3
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПИС КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ВИМОГ ДО РОЗРОБНИКА ЕЛЕМЕНТІВ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

Роль розробника освітніх компонентів вимагає поєднання педагогічної експертизи, технічної майстерності, творчого мислення та розуміння розробки навчальних програм. Нижче наведено детальний опис кваліфікацій, необхідних для професіоналів у цій галузі.

3.1 Освіта

Вимоги до ступеня. Ступінь бакалавра або магістра в галузі освіти, навчального дизайну, освітніх технологій або суміжної галузі.

Спеціалізована підготовка. Сертифікація з розробки навчальних програм, навчального дизайну або технологій електронного навчання є дуже бажаною.

3.2 Технічні навички

Системи управління навчанням (LMS). Володіння такими платформами, як Moodle, Blackboard, Canvas або Google Classroom.

Інструменти для розробки контенту. Знайомство з такими інструментами, як Articulate 360, Adobe Captivate та Camtasia для створення інтерактивного контенту.

Аналітика даних. Здатність аналізувати освітні дані для оцінювання результатів навчання та уточнення компонентів.

Програмування та кодування. Базові знання HTML, CSS та JavaScript для веб-орієнтованих навчальних матеріалів.

Мультимедійні навички. Компетентність у редагуванні відео, графічному дизайні та анімації для підвищення залученості.

3.3 Педагогічні знання.

Стандарти навчальних програм. Глибоке розуміння національних та міжнародних стандартів освіти (наприклад, Common Core, керівні принципи ЮНЕСКО).

Теорії навчання. Застосування таких теорій, як таксономія Блума, конструктивізм та емпіричне навчання в дизайні компонентів.

Дизайн оцінки. Створення ефективних оцінок, які відповідають цілям навчання.

Диференційоване навчання. Розробка інклюзивних матеріалів для різноманітних потреб у навчанні, включаючи учнів з обмеженими можливостями.

3.4 Творчі та дизайнерські навички.

Структурування контенту. Здатність систематизувати та представляти інформацію в інтуїтивно зрозумілій та захоплюючій формі.

Інноваційні підходи. Використання гейміфікації, сторітелінгу та симуляцій для покращення навчального досвіду.

Дизайн користувацького досвіду (UX). Проектування зручних інтерфейсів для цифрових освітніх компонентів.

3.5 Знання нормативів і стандартів.

Авторське право та ліцензування. Розуміння законодавства про інтелектуальну власність та ліцензування відкритих освітніх ресурсів (OER).

Конфіденційність даних. Дотримання правил захисту даних, таких як GDPR або FERPA, в освітньому контексті.

Стандарти доступності. Відповідність стандартам, як-от WCAG для цифрового контенту, для забезпечення доступності.

3.6 Розуміння бізнесу та ринку.

Тенденції ринку. Обізнаність з новими технологіями, такими як AI, AR/VR та адаптивні системи навчання.

Співпраця із зацікавленими сторонами. Взаємодія з освітянами, адміністраторами та учнями для виявлення потреб та пріоритетів.

Управління бюджетом. Ефективний розподіл ресурсів та економічно вигідні стратегії розвитку.

3.7 М'які навички.

Зв'язок. Чіткі та лаконічні комунікативні навички для співпраці з міждисциплінарними командами.

Розв'язання проблем. Здатність виявляти та вирішувати проблеми в розробці компонентів.

Тайм-менеджмент. Дотримання термінів при одночасному управлінні кількома проектами.

Гнучкості. Гнучкість оновлення матеріалів у відповідь на зміни в навчальній програмі або технологічний прогрес.

3.8 Досвід.

Професійний досвід. Принаймні 2-3 роки досвіду в навчальному дизайні, розробці навчальних програм або суміжних ролях.

Портфоліо. Комплексне портфоліо з попередніми роботами, такими як плани уроків, цифрові модулі або навчальні матеріали.

Напрямки на майбутнє. Роль розробників освітніх компонентів еволюціонує разом із розвитком технологій. Майбутні кваліфікації можуть включати експертизу з:

Персоналізація контенту на основі штучного інтелекту.

Віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR) для захоплюючого навчального досвіду.

Блокчейн-технології для акредитації та відстеження прогресу в навчанні.

Висновки до розділу 3

Розвиток освітніх компонентів потребує балансу педагогічної експертизи, технічних навичок та креативності. Відповідаючи цим кваліфікаційним вимогам, розробники можуть створювати ефективні освітні матеріали, які відповідають сучасним педагогічним потребам і технологічному прогресу.

РОЗДІЛ 4
РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОПЕРАТОРИ» ЗА ДОПОМОГОЮ СКМ MATHCAD»

4.1. Постановка дидактичної мети практичної роботи

В таблиці 4.1. сформулюємо дидактичні цілі практичного заняття на тему: «Розробка лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad»

Таблиця 4.1

Дидактичні цілі практичної роботи

Дидактична ціль практичної роботи	Рівень цілі	Умови досягнення цілі	Результат у вигляді дій, які здобувачі освіти повинні продемонструвати в результаті виконання практичної роботи та їх характеристика
Сформувати уміння у здобувачів освіти визначати, характеризувати, аналізувати методики та технології розв'язання задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	1-4	Сформовані знання про задачі математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Сформовані уміння у здобувачів освіти визначати, характеризувати, аналізувати методики та технології розв'язання задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME

4.2. Аналіз базових умов навчання

На цьому етапі викладачем проводиться перевірка раніше засвоєних знань для розуміння готовності здобувачів освіти до виконання практичних завдань в межах заняття.

Таблиця 4.2

Аналіз базового матеріалу і способи актуалізації базових знань

Перелік базових понять, законів, способі в дії	Назва дисципліни і тем, в яких формуютьс я базові знання й дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способі в дій
1	2	3	4
Розробка графіка розробки та впровадження інформаційної Системи. Розробка та оформлення пропозицій щодо розширення функціональності інформаційної системи	Інформаційно-цифрові засоби та ресурси у професійній діяльності	Метод – письмова опитування Форма – фронтальна Засіб – контрольні питання 1. Розкажіть про процеси управління програмними проектами. 2. Розкажіть про планування проекту. 3. Подайте етапи процесу розробки специфікації. 4. Що таке інформаційний процес? 5. Що таке інформаційна система? 6. Що таке інформаційно-обчислювальна робота? 7. Що таке інформаційно-обчислювальна послуга? 8. Що таке інформаційна система? 9. Які інформаційні потоки забезпечує ІС? 10. Перерахуйте завдання інформаційних систем. Практикум. Завдання №1 Співвіднесіть ці програми до свого класу програмного забезпечення. Запишіть у таблиці під кожною літерою необхідні програми та опишіть їх призначення. Paint,Windows Media Player,Калькулятор,Dr Web, Фортран, Сі, Лисп, Windows Vista, Pascal, WinRar, Касперський, Асемблер, Avast, Блокнот, Skype, Алгол, ISQ, Linux, MS Office Word,	Нагадування основних положень

Перелік базових понять, законів, способі в дії	Назва дисципліни і тем, в яких формуютьс я базові знання й дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способі в дій
1	2	3	4
		операційні системи, WinZip, Пролог, драйвера, С++, MS Office Excel, ігри, перекладачі, програвачі, Adobe	

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4
		PhotoShop, утиліти, Basic, WordPad, Linux, AutoCAD, CCleaner, Scandisk, Delphi, MS DOS, FineReader. Завдання №2. Контрольні питання на тему. 1. Продовжіть фразу: Комп'ютер є єдністю двох складових… 2. Що таке програмне забезпечення? 3. Яка різниця між ПЗ та власне програмою? 4. Види програмного забезпечення? 5. До якого виду належать утиліти? 6. Якою є мета використання прикладних програм? 7. Перерахуйте кілька прикладів прикладного програмного забезпечення для створення текстових та графічних документів. 8. Які програми називаються прикладними програмами спеціального призначення? Завдання №3 За цією темою складіть кросворд або тест від 10-15 слів чи питань.	

4.3. Розробка мотиваційних технологій навчання

На рис. 4.1 представимо характеристику мотиваційних технологій навчання, а в таблиці 4.3 – текст мотивації до нашого заняття



Рис. 4.1 Особливості навчальної мотивації

Таблиця 4.3

Обрання методів мотивації навчальної діяльності

Вступна зовнішня мотивація	Підтримуюча (поточна) зовнішня мотивація
1	2
Сьогодні на практичному занятті ми з Вами розглянемо питання, яке стосується методик та технологій розв'язання задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, питання складне, але водночас цікаве і захопливе, після цього заняття Ви отримаєте задоволення від своєї обізнаності та вмінню знаходити рішення таких, на перший погляд задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Будь ласка, не відволікайтеся від завдань, бо можете пропустити важливі моменти нашого заняття та не отримаєте позитивних оцінок за результатами заняття, і, що найбільш важливо – не отримаєте необхідних для ефективної професійної діяльності вміння.

4.4 Формування системи задач і завдань для вирішення і виконання на практичній роботі

В таблиці 4.4 формулюються задачі і завдання та їх коротка характеристика.

Таблиця 4.4

Зміст і характеристика задач і завдань

№ задачі	Зміст задачі	Характеристика задачі			
		за способом виразу умов	за цільовим призначенням	за рівнем складності	за рівнем самостійності
1	Завдання: визначити особливості різних методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, обравши одну з методик та технологій вирішити задачу математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, зробити ґрунтовні висновки	Якісна, кількісна	Для контролю	Складна	Самостійно

Так як, кожне завдання та задача мають свої елементи, то в таблиці 4.5 – аналізуються всі необхідні елементи кожного завдання.

Таблиця 4.5

Аналіз задач та завдань

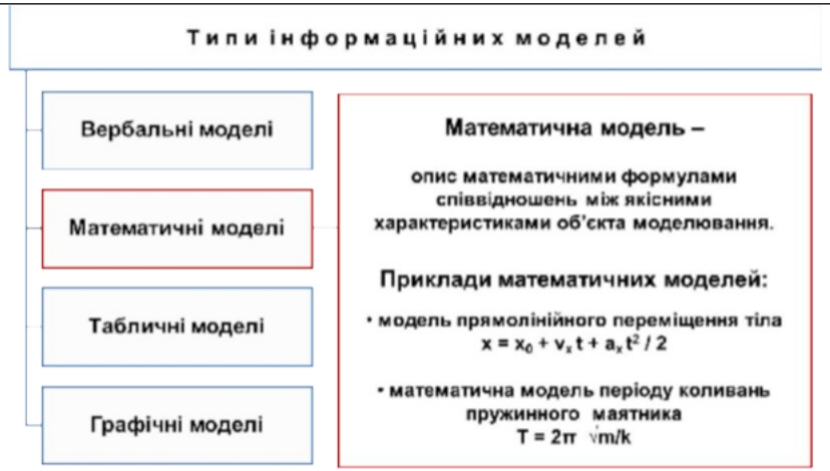
№ задачі	Зміст задачі	Дані	Умови	Невідоме
1	2	3	4	5
1	Визначення особливостей різних методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Знання про методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Визначені особливості різних методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME

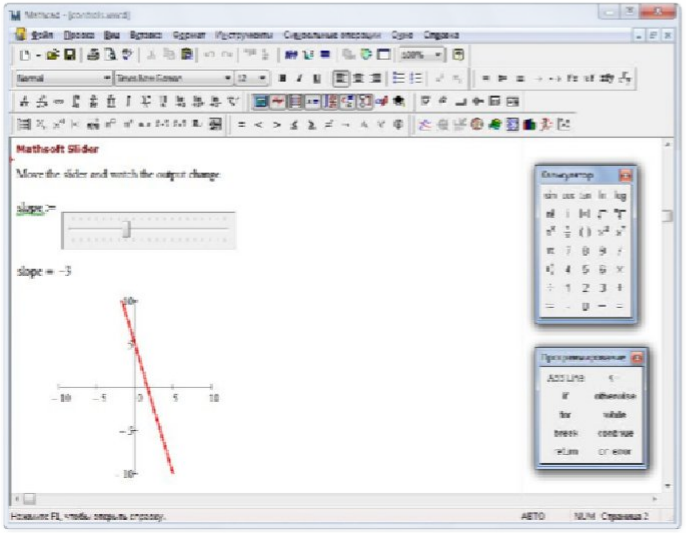
№ задачі	Зміст задачі	Дані	Умови	Невідоме
1	2	3	4	5
2	Обрання методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, пояснення переваг для обрання визначеної методики та технології.	Методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Наявність матеріально-технічного забезпечення для розробки цифрового освітнього ресурсу	Алгоритм створення цифрового освітнього ресурсу до курсу «Основи кодування та захисту інформації»
3	Опис технології впровадження цифрового освітнього ресурсу до курсу «Основи кодування та захисту інформації»	Методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Знання про методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Обрана технологія та методика вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME
4	Визначення та аналіз переваг та можливих недоліків обраної технології та методики вирішення задач математичного моделювання	Методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Знання про методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Висновки щодо проведеного аналізу переваг та можливих недоліків обраної технології та методики вирішення задач математичног

№ задачі	Зміст задачі	Дані	Умови	Невідоме
1	2	3	4	5
	в СКМ MATHACAD PRIME			о моделювання в СКМ MATHACAD PRIME

4.5. Розробка способів формування ООД

Методи для формування ООД – пояснення, бесіда, ілюстрація, демонстрація.

№ задачі	Зміст задачі або завдання	Засоби ООД
1	Визначення особливостей різних методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	
2	Обрання методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, пояснення переваг для обрання визначеної методики та технології.	

3	Опис технології впровадження цифрового освітнього ресурсу до курсу «Основи кодування та захисту інформації»	
4	Визначення та аналіз переваг та можливих недоліків обраної технології та методики вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	

4.6. Розробка способів формування виконавчих дій, організація виконання завдань та рішення задач

В таблиці 4.6 наведена організація роботи здобувачів освіти на практичному занятті.

Таблиця 4.6

Організація роботи здобувачів освіти на практичному занятті

№ задачі	Зміст задачі або завдання	Спосіб організації рішення задачі або виконання завдання
1	Визначення особливостей різних методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Виконується робота кожним здобувачем освіти самостійно, при необхідно можна отримувати консультації викладача. Після виконаної роботи необхідно підготувати доповідь по захисту своєї роботи.
2	Обрання методики та технології вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, пояснення переваг для обрання визначеної методики та технології.	
3	Опис технології впровадження цифрового освітнього ресурсу до курсу «Основи кодування та захисту інформації»	
4	Визначення та аналіз переваг та можливих недоліків обраної технології та методики вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	

4.7. Розробка способів контролю сформованих умінь

В таблиці 4.7 наведена характеристика результатів.

Таблиця 4.8

Оцінка результатів

№ задачі/ завдання	Одержаний здобувачем освіти результат	Оцінка реальності одержаного результату	Фізичний зміст отриманого результату	Вірний результат та його характеристика	Оцінка виконання завдання викладачем
1-4	Буде визначений після реального проведення даного заняття			Визначені особливості різних методики та технологій вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME Обрана методика та технологія вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME, зроблено пояснення переваг для обрання визначеної методики та технології. Виконаний опис технології впровадження цифрового освітнього ресурсу до курсу «Основи кодування та захисту інформації» Визначені та проаналізовані перевага та можливі недоліки обраної технології та методики вирішення задач математичного моделювання в СКМ MATHACAD PRIME	Максимальний бал за виконання 10 балів

4.8. Сценарій практичного заняття

В таблиці 4.9 наводяться дії викладача та здобувачів освіти на практичній роботі.

Таблиця 4.9

Сценарій проведення практичного заняття

Етапи проведення практичного заняття	Дії викладача	Дії здобувачів освіти
Організація початку заняття	Викладач вітає здобувачів освіти, проводить перекличку здобувачів освіти та відмічає присутніх в журналі	Вітаються у відповідь, беруть методичні вказівки, довідники
Повідомлення теми, цілі і мотивації	Викладач повідомляє тему заняття, мету. Мотивує здобувачів освіти на вивчення теми, пояснюючи актуальність та важливість.	Слухають та ставлять запитання
Аналіз сформованості та актуалізація опорних знань	Вирішує разом зі здобувачами ребуси, вислуховує характеристику понять. Якщо здобувачі освіти не можуть дати відповіді на запитання, викладач нагадує основні моменти базового матеріалу, виконує роботу над помилками	Відповідають на запитання.
Формулювання і пояснення задач і завдань	Викладач пояснює які цілі та завдання повинні виконати на сьогоднішньому практичному занятті. Виконає завдання.	Уважно слухають, ставлять запитання та включаються в роботу.
Формулювання ООД	Викладач розповідає та пояснює в чому полягає кожне завдання практичного заняття та відповідає на запитання.	Слухають, запитують та ставлять запитання
Виконавчі дії	Перевіряє проміжні результати виконання роботи, корегує виконання	Слухають, запитують та ставлять запитання, виконують завдання
Контрольні дії	Оцінювання на занятті буде проводиться у відповідності з правильно виконаними завданнями та зробленими висновками	Демонструють свої презентації
Оцінка результатів роботи	Викладач підводить підсумки заняття, відповідає на запитання, видає домашнє завдання, пояснює його виконання	Задають питання та записують завдання додому

Розробка практичного заняття з теми «Розв'язання інженерного завдання засобами Mathcad»

Мета роботи: закріплення навичок вирішення інженерних завдань на основі застосування системи комп'ютерної математики (СКМ) MathCad Prime.

1. Короткі теоретичні відомості

Mathcad – універсальний математичний пакет, призначений для виконання інженерних та наукових розрахунків. Основна перевага пакету – природна математична мова, якою формуються розв'язувані завдання.

СКМ Mathcad дозволяє робити те, що програмне забезпечення для роботи з електронними таблицями, презентаціями та текстові редактори просто не можуть – ця програма дозволяє представляти складні обчислення у зрозумілій людині формі. Ці об'єднання, що виконуються в режимі реального часу і представлені в зрозумілій формі, інтегруються з діаграмами, графіками, текстом і зображеннями в єдиний, інтерактивний, професійно оформлений документ.

Додаток Mathcad Prime 3.0 дозволяє вводити рівняння точно так само, як це виглядає на дошці чи довіднику. Користувачеві не потрібно освоювати складна мова програмування чи синтаксис. Достатньо просто набрати рівняння та одразу отримати результат. Ці рівняння можна використовувати для розв'язання майже будь-якого математичного завдання. Для документування роботи можна розмістити текст у будь-якому місці робочого листа.

Mathcad Prime 3.0 також дозволяє легко задавати системи одиниць вимірювання та вільно комбінувати їх, забезпечуючи цілісність вимірювань та дозволяючи уникнути помилок.

1.1 Основні можливості Mathcad Prime.

Серед можливостей Mathcad можна виділити такі:

- вирішення диференціальних рівнянь, у тому числі і чисельними методами;

- побудова двовимірних і тривимірних графіків функцій (у різних системах координат, контурні, векторні і т. д.);

- використання грецького алфавіту як в рівняннях, так і в тексті;

- виконання обчислень у символьному режимі;

- виконання операцій з векторами та матрицями;

– символьне розв'язання систем рівнянь;

– апроксимація кривих;

- виконання підпрограм;

– пошук коренів багаточленів та функцій;

- проведення статистичних розрахунків;

– пошук власних чисел та векторів;

- обчислення з одиницями вимірювання.

На відміну від попередніх версій у Mathcad Prime доступ до різних команд організований не за допомогою панелей, а на основі вкладок на стрічці інструментів: Математичні, Введення/виведення, Функції, Матриці/Таблиці, Графіки, Форматування, Розрахунок та ін.

Наприклад, для введення математичних символів, грецьких літер, шаблонів матриць та графіків служать панелі математичних операторів та шаблонів, зібрані на вкладці Математичні стрічки інструментів.

Документ Mathcad переглядається та виконується зліва направо та зверху вниз і може включати три види областей: формульні, текстові та графічні.

Кожна область документа має прямокутну форму. Виділення області здійснюється клацанням миші у її місці.

Позицію документі, з якої починається набір формули, вказує візир як синього хрестика. За промовчанням введення з клавіатури будь-якого символу призводить до створення формульної галузі. При цьому вона вирізняється тонкою суцільною прямокутною рамкою. Керуючий курсор-куточок синього кольору є основним інструментом для набору формул.

Змінні можуть використовуватися у виразах шляхом вказівки їхнього імені (ідентифікатора), що починається з літери і може містити:

- малі та великі літери латиниці або кирилиці;

– малі та великі літери грецького алфавіту;

- арабські цифри від 0 до 9;

- Знак підкреслення _.

Враховуючи, що в Mathcad документ переглядається та виконується зліва праворуч і зверху вниз, змінна повинна бути локально визначена вище та лівіше вирази, куди вона входить, тобто їй необхідно надати значення:

<ім'я змінної> := <значення>

1.2 Функції Mathcad Prime.

Mathcad Prime має сотні функцій, що охоплюють широкий спектр загальних та спеціалізованих завдань.

Класифікація функцій:

1) базові та розширені функції загального призначення: тригонометричні, гіперболічні, логарифмічні, експоненційні, функція Бесселя, перетворення Фур'є, функції теорії чисел, шматково-безперервні функції та функції математичного аналізу;

2) ймовірність та статистика: щільність ймовірності, розподіл ймовірностей, статистика та функції випадкових чисел;

3) апроксимація кривих, згладжування, інтерполяція та прогнозування:

4) функції планування експерименту: матриці проектів, фільтрація коефіцієнтів, ANOVA, моделювання Монте-Карло;

5) інші спеціалізовані функції: обробки сигналів, обробки зображень, фінансові, спектральний аналіз.

1.3 Масиви в Mathcad Prime.

Масив у пакеті Mathcad – сукупність кінцевого числа впорядкованих пронумерованих елементів, які мають унікальне ім'я. Зазвичай використовують одновимірні (вектори) та двовимірні (матриці) масиви, що містять числові, символьні або рядкові дані.

Нижня межа індексації, тобто. е. номер першого елемента масиву визначається значенням системної змінної ORIGIN. За умовчанням передбачається, що номер першого елемента масиву дорівнює 0. Для присвоєння значення 1 необхідно ввести ORIGIN := 1.

Переваги Mathcad особливо наочно виявляються при операціях із матрицями та векторами. Ці операції є надзвичайно трудомісткими і, як правило, потребують комп'ютерного програмування. У системі Mathcad для отримання чисельної чи символьної відповіді достатньо традиційного запису матричних виразів, як на аркуші паперу.

При роботі з масивами можна використовувати безпосередньо оператори та функції лінійної алгебри. Ефективне автоматичне поелементне застосування різних функцій та операторів, а також легке, інтуїтивно зрозуміле редагування.

Доступ до потрібного елементу матриці можна отримати через ім'я матриці з двома індексами. Перший індекс означає номер рядка, другий – номер стовпця. Довільний елемент вектора визначається одним індексом.

Інструменти роботи з матрицями та векторами розташовуються на вкладці Матриці/Таблиці.

1.4 Побудова графіків та діаграм у Mathcad Prime.

У СКМ Mathcad Prime можна створювати складні діаграми та графіки:

– графіки XY: точкові, лінійні, гістограми, стовпчасті, діаграми

"стебло з листям", каскадні діаграми, графіки похибок, коробчасті діаграми, спецефекти;

- 3D-графіки: точкові, поверхні, криві;

– графіки у полярних координатах;

- Контурні графіки.

Для побудови графіків зручно використовувати подання вихідної інформації у вигляді таблиць, створивши таблицю з необхідним числом рядків та стовпців, використовуючи вкладку Матриці/Таблиці.

Для побудови графіків використовується вкладка Графіки та, як правило, команда Вставити графік.

Доступ до довідкових систем та ресурсів Mathcad здійснюється через вкладку Приступаючи до роботи, де представлена не тільки довідкова інформація, а й бібліотека електронних книг, що навчає, а також фізичні та інженерні таблиці.

Вимоги до оформлення звіту.

У звіті необхідно:

– описати мету роботи, вихідні дані відповідно до варіанта;

– подати математичну модель завдання для розрахунку сумарного вантажообігу;

– подати послідовно всі результати виконання роботи.

Контрольні питання.

1 Перерахуйте основні можливості СКМ Mathcad Prime для рішення інженерних завдань.

2 Класифікуйте функції Mathcad Prime.

3 Які можливості для побудови графіків та діаграм реалізовані в Mathcad Prime?

4 Перерахуйте основні вкладки стрічки інструментів та їх призначення.

5 Які особливості обчислення виразів у Mathcad Prime?

6 Які особливості побудови графіків функцій у Mathcad Prime?

Висновки до розділу 4

В четвертому розділі було виконано розробку практичного заняття. Сформульована дидактична мети практичного заняття, розроблений аналіз базових умов навчання, обраний тип мотивації та сформульований її текст, сформовані системи задач і завдань для вирішення і виконання на практичній роботі, розроблені способи формування орієнтовної основи діяльності та

формування виконавчих дій, організація виконання завдань та рішення задач, контролю сформованих умінь та розроблений сценарій практичного заняття.

ВИСНОВКИ

Розглянули специфіку навчальної діяльності у навчанні з використанням інформаційних технологій та провели порівняльний аналіз навчальної діяльності при традиційному навчанні та комп'ютерному навчання в процесі професійної підготовки фахівців в галузі інформаційних технологій, який дозволив виявити переваги навчання з використання інформаційних технологій.

Теорія інтерлінації функцій є ключовим інструментом для вирішення задач, де потрібно точно відновити або апроксимувати функцію на основі обмеженої інформації. Завдяки широкому спектру методів і численним застосуванням, ця теорія продовжує залишатися актуальною і важливою для різних наукових та інженерних дисциплін.

У розділі 2 було створено програму розв’язання двох прикладних задач, що буде складати основу лабораторного практикуму.

Розвиток освітніх компонентів потребує балансу педагогічної експертизи, технічних навичок та креативності. Відповідаючи цим кваліфікаційним вимогам, розробники можуть створювати ефективні освітні матеріали, які відповідають сучасним педагогічним потребам і технологічному прогресу.

Розробили практичне заняття. Сформулювали дидактичну мету практичного заняття, розробили аналіз базових умов навчання, обрали тип мотивації та сформулювали її текст, сформулювали системи задач і завдань для вирішення і виконання на практичній роботі, розробили способи формування орієнтовної основи діяльності та формування виконавчих дій, організацію виконання завдань та рішення задач, контролю сформованих умінь та розробили сценарій практичного заняття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс] : підруч. / В. П. Головенкін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf
2. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УІПА, 2019. – 204 с.
3. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УІПА, 2019. – 174 с.
4. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава : АСМІ, 2020. – 303 с.
5. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 2024. – 224 с.
6. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УІПА, 2024. – 82 с.
7. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

8. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

9. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савєльєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.

10. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: https:// moodle.karazin.ua

11. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ed-era.com/

12. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://naurok.com.ua/

13. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://osvitoria.media/

14. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osvita.ua

15. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vseosvita.ua/

16. Офіційний сайт Jobs.ua пошук роботи код доступу: https://jobs.ua/

17. Nolet G. A breviary of seismic tomography. Cambridge University Press. Cambridge, UK. – 2008. - 344 p.

18. Shearer P. M. Introduction to seismology. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 2009. - 412 p.

19. Stein S. and Wysession M. An introduction to seismology, earthquakes and Earth structure. Blackwell, Malden, USA, 2003. – 512 p.

20. Sergienko I.V. Method interlineation the vector functions $\vec{w}(x,y,z,t)$ on a system of vertical lines and its application in inter-borehole seismic tomography / I.V. Sergienko, V.S. Dejneka, O.M. Lytvyn, O.O. Lytvyn // Proceedings of the 7-th World Congress on Industrial Process Tomography (2-5 September 2013). Krakow, Poland. – 2013.

21. Трофимов Д.М. Современные методы и механизмы обработки и анализа комплекса космической, геолого-геофизической и геохимической информации для прогноза углеводородного потенциала неизученных участков недр. / Д.М. Трофимов, В.Н. Евдокименков, М.К. Шуваева // – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 320 с.

22. Боганик Г.Н. Сейсморазведка. / Г.Н. Боганик, И.И. Гурвич // – Тверь: АИС, 2006. – 744 с.

23. Лісний Г.Д. Використання моделі анізотропного середовища для аналізу сейсмічних зображень геологічних об’єктів: Монографія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2002. – 136 с.

24. Лісний Г.Д. Практичні аспекти побудови об’ємних сейсмічних зображень за сейсмограмами спільних джерел. – К.: Радуга, 2012. – 264 с.

25. Денисов Ю.В. Методы ДЗЗ в практике геологоразведочных работ на нефть и газ. – М: Земля из космоса. Выпуск 8. Зима 2011, с. 12-14

26. Richard C. Selley. Elements of Petroleum Geology // Second Edition. – Academic Press, 1998. – 470 p.

27. Красножон М.Д. Комплексна інтерпретація матеріалів ГДС з використанням комп’ютерної технології «Геопошук». / М.Д. Красножон, В.Д. Козаченко // К.: Укр. ДГРІ, 2007.– 254 с.

28. Нолет Г. Томография, использующая форму записи. В кн. Сейсмическая томография. Под ред. Г.Нолета. М: Мир, 1990. С. 318-341.

29. Zenisek A. Interpolation polynomials on the triangle // Numer. Math., 15 1970. 283-296

30. Zenisek A. Maximum-angle condition and triangular finite elements of hermite type // Math. Comp. 1995. V. 64. №211, P. 929-941.

31. Zenisek A. Semiregular hermite tetrahedral finite elements / A. Zenisek, J. Hoderova-Zlamalova // Application of Mathematics. 2001. №4. P. 295-315.

32. Zlamal M. On some finite element procedures for solving second order boundary value problems, Numer. Math., **14** (1969), 42-48.

33. Zlamal M. On the finite element method, Numer. Math., **12** (1968), 394-409.

34. Zlamal M. A finite element procedure of the second order accuracy // Numer. Math., **14** 1970, 394-402.

35. Zlamal M. Mathematical aspect of the finite element method / M. Zlamal, A. Zenisek // Technical, physical and mathematical principles of the finite element method (V. Kolar et. al. eds.) Praha: Acad. VED. 1971. P. 15-39.

36. Пат. Україна, МПК(2009) G 01 N23/22. Спосіб відновлення внутрішньої структури тривимірного тіла / Сергієнко І.В., Литвин О.М., Першина Ю.І., Литвин О.О., Кулик С.І.; заявник та патентовласник Українська інженерно-педагогічна академія. - № 50348; заявл. 10.08.09; опубл. 10.06.10, Бюл. 11.

37. Пат. Україна, МПК(2009) G 01 N23/22. Спосіб відновлення внутрішньої структури тривимірного тіла / Сергієнко І.В., Литвин О.М., Першина Ю.І., Литвин О.О., Кулик С.І.; заявник та патентовласник Українська інженерно-педагогічна академія. - № 51126; заявл. 10.08.09; опубл. 12.07.10, Бюл. 13.

38. Пат. Україна, МПК(2009) G 01 N23/22. Спосіб відновлення внутрішньої структури тривимірного тіла / Сергієнко І.В., Литвин О.М., Першина Ю.І., Литвин О.О., Кулик С.І.; заявник та патентовласник Українська інженерно-педагогічна академія. - № 51126; заявл. 10.08.09; опубл. 12.07.10, Бюл. 13.

39. Литвин О.Н. Общий метод построения уравнений кривых и поверхностей в неявной форме с помощью интерлинации и интерфлетации функций / О. Н. Литвин, А. В. Ткаченко, О.О. Литвин // Кибернетика и системный анализ. – 2011. - № 1. С. 62-67.

40. Сергієнко І.В. Відновлення функцій двох змінних із збереженням класу $C^{(r)}\left(R^2\right)$ за допомогою їх слідів та слідів їх похідних до фіксованого порядку на заданій лінії / І В Сергієнко, О. М. Литвин, О.О. Литвин, О. В. Ткаченко, О. Л. Грицай // Доповіді НАН України. - 2014. - №2. С. 50-55.

41. Литвин О.М. Ермітова інтерлінація функцій двох змінних на заданій системі неперетинних ліній із збереженням класу $C^r\left(R^2\right)$ / О.М. Литвин, О.О. Литвин, О. В. Ткаченко, О. Л. Грицай // Доповіді НАН України. - 2014. - №7. С. 53-59.

42. Сергієнко І.В. Інтерлінація функцій трьох змінних на системі неперетинних кривих із збереженням класу диференційованості / І.В. Сергієнко, О.М. Литвин, О.О. Литвин, О. В. Ткаченко, О. Л. Грицай // Доповіді НАНУ. – 2015. - №1. С. 44-50.

43. Сергієнко І.В. Побудова операторів інтерполяції ермітового типу на нерегулярній сітці вузлів, розміщених на довільній системі замкнутих неперетинних ліній в циліндричній системі координат, що належать конструйованій поверхні / І.В. Сергієнко, О.М. Литвин, О.О. Литвин, О. В. Ткаченко, О. Л. Грицай // Доповіді НАНУ. – 2015. - № 2. С. 43-49.

44. Сергиенко И.В. Интерлинация эрмитового типа на системе непересекающихся линий. Обзор / И.В. Сергиенко, О.Н. Литвин, О.О. Литвин, А.В. Ткаченко, О.Л. Грицай // Кибернетика и системный анализ. – Том 51. – 2015. - № 2. С. 1-12.

45. Литвин О.М. Одна теорема про ізогеометричні властивості операторів інтерлінації функцій 2-х змінних / О.М. Литвин, О.В. Ткаченко, О.О. Литвин // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ». - 2011. – № 42. – С. 107-109.

46. Литвин О.М. Побудова 2D кубічних інтерполяційних сплайнів класу $C^1\left(D\right)$ / О.М. Литвин, О.О. Литвин, О.І. Денисова // Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових праць. Фізико-математичні науки. – Запоріжжя: ЗНУ. - 2011. - № 1. С. 66-74.

47. Литвин О.М. Наближення функцій двох змінних двовимірними 2D кубічними інтерполяційними сплайнами на тріангульованій сітці вузлів /

О.М. Литвин, О.О. Литвин, Л.С. Лобанова, О.І. Денисова // Проблемы машиностроения. - Т. 15. – 2012. - № 2. С. 56-64.

48. Литвин О.Н. 2D кубические интерполяционные сплайны на нерегулярной сетке узлов / О.Н. Литвин, О.О. Литвин, О.И. Денисова // Компьютерная математика. – 2013. - №1. С 100-109.

49. Сергиенко И.В. Явные формулы для интерполяционных сплайнов 5-й степени на треугольнике / И.В. Сергиенко, О.Н. Литвин, О.О. Литвин, О.И. Денисова // Кибернетика и системный анализ. – Том 50. – 2014. - № 5. С. 25-33.

50. Литвин О.М. Явні формули для $2D$ кубічних інтерполяційних сплайнів класу $C^1(D)$ на триангульованій сітці вузлів / О.М. Литвин, О.О. Литвин, О.І. Денисова // XLIV науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників УІПА, 4 частина. Тези доповіді. - Харків: УІПА. - 2011. - С. 11.

51. Сергієнко І.В. Метод інтерлінації вектор-функцій $\overline{w}(x,y,z,t)$ на системі вертикальних прямих і його застосування в між свердловинній сейсмічній томографії / І.В. Сергієнко, О.М. Литвин, О.О. Литвин // Доповіді НАН України. - 2013. - №3. – С.35-40.

52. Сергиенко И.В. Метод интерлинации вектор-функций $\overline{w}(x,y,z,t)$ на системе и его применение в межскважинной сейсмической томографи / И.В. Сергиенко, В.С. Дейнека, О.Н.Литвин, О.О. Литвин // Кибернетика и системный анализ. – Том 49. - 2013. - № 3. С. 61-73.

53. Литвин О.О. Математичне моделювання розподілу корисних копалин між системою нерегулярно розміщених похилих свердловин методами глобальної інтерлінації функцій / О.О. Литвин, Н.І. Штепа, С.І. Кулик, О.С. Чорна // Проблемы машиностроения. - Т. 16. – 2013. - № 4. С. 39-48.

54. Литвин О.О. Математичне моделювання розподілу корисних копалин між системою нерегулярно розміщених похилих свердловин

методами сплайн-інтерлінації функцій / О.О. Литвин, Н.І. Штепа, С.І. Кулик, О.С. Чорна // Проблемы машиностроения, - Т. 16. – 2013. - № 1. С. 61-67.

Ректору Харківського національного
університету імені В.Н.Каразіна

студента Резуненка Віталія Вячеславовича
прізвище, ім'я та по батькові

форма здобуття освіти денна
денна, заочна (дистанційна)

ступінь вищої освіти магістр
(бакалавр, магістр)

спеціальність 015 Професійна освіта (Цифрові технології)
(код та найменування спеціальності; спеціалізації)

факультет (інститут) Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
(найменування факультету або інституту)

ЗАЯВА

Підтверджую, що текст кваліфікаційної роботи:

Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій до викладання освітнього компоненту "Економіко-математичне моделювання" з використанням систем комп'ютерної математики

був написаний мною особисто; він не містить запозичень із інших документів, а також чужих опублікованих результатів без належного посилання на авторів та першоджерела, а також не містить свідомої фальсифікації результатів.

Електронна версія роботи, яка надана для проведення перевірки щодо наявності запозичень з інших документів, повністю збігається з друкованою.

Ознайомлений з Порядком проведення перевірки кваліфікаційних робіт, наукових праць та навчальних видань щодо наявності запозичень з інших документів.

_____ _____
(дата) (підпис)

Додаток 3 до Порядку проведення перевірки кваліфікаційних робіт, наукових праць та навчально-методичних видань щодо наявності запозичень з інших документів
Введено в дію:
наказ ректора № 0204-1/088 від 27.02.2020 р.

ВИСНОВОК
щодо можливості проведення попереднього захисту кваліфікаційної роботи

Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту "Інноваційні технології: нові інформаційні оператори" за допомогою СКМ MathCad
(назва роботи)

студента Резуненка Віталія Вячеславовича
(прізвище, ім'я та по батькові)

Підтверджуємо ознайомлення з Повним Звітом Подібності, сформованого антиплагіатною системою Strikeplagiarism.com за результатами перевірки кваліфікаційної роботи.

Після розгляду та аналізу Повного Звіту Подібності та тексту роботи зроблено такий висновок:

☑ Запозичення, виявлені антиплагіатною системою в роботі, є правомірними, робота допускається до попереднього захисту.

☐ Запозичення, виявлені антиплагіатною системою в роботі, свідчать про низьку оригінальність тексту роботи. Робота не допускається до попереднього захисту.

☐ В роботі наявні ознаки спроб укриття запозичень з інших документів. Робота не допускається до попереднього захисту.

☐ Текст роботи практично повністю співпадає з текстами, розміщеними в мережі Інтернет або базах даних антиплагіатної системи. Робота не допускається до попереднього захисту.

Затверджено на засіданні кафедри Інформаційних комп'ютерних технологій і математики, протокол № 4, від 10.12.2024р

Завідувач кафедри _____ Нечуйвітер Олеся Петрівна
(підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник _____ Литвин Олег Олегович
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут "Українська інженерно-педагогічна академія"
Кафедра Інформаційних комп'ютерних технологій і математики

ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА

на кваліфікаційну магістерську роботу студентки спеціальності 015.39 Цифрові технології Освітня програма «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»
РЕЗУНЕНКО Віталій Вячеславович
(прізвище, ініціали студента)
на тему : «Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad

«4» грудня 2024 р. м. Харків

Обрана тема дослідження актуальна. Впровадження комп'ютерних додатків у навчальний процес позитивно впливає на засвоєння здобувачами освіти навичок та вмінь у сучасних освітніх компонентах та дозволяє всебічно оглянути та ілюструвати розв'язки складних математичних задач.

Запропонована тема вимагала від здобувача освіти ґрунтовних знань з спеціальних дисциплін фундаментального математичного направлення, а також вмінь аналізувати спеціальну літературу, публікації, фотоматеріали, інтернет-видання, що дозволило систематизувати погляди вчених, практиків на сутність розробленої теми та виявити й узагальнити цінний інформаційний матеріал відносно підготовки фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad.

Кваліфікаційна робота відповідає завданню, поставленому керівником, рівень самостійності виконання роботи високий, рівень підготовленості здобувача вищої освіти достатній для прийняття сучасних рішень. В ході виконання магістерської роботи здобувач проявив себе наполегливим дослідником та підготовленим фахівцем для виконання задач, поставлених керівником. Вважаю, що рівень підготовки здобувача вищої освіти відповідає вимогам освітньої програми, кваліфікаційна робота виконана на оцінку "добре", а здобувач заслуговує на присвоєння освітньо-кваліфікаційного рівня магістр

Науковий керівник:
Д.ф. - м.н., проф. _____ ЛИТВИН Олег Олегович

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Бахмутський навчально-науковий професійно-педагогічний інститут

Екзаменаційній комісії із захисту кваліфікаційних магістерських робіт студентів спеціальності 015.39 Цифрові технології Освітня програма «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну магістерську роботу
студентки спеціальності 015.39 Цифрові технології Освітня програма «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»
РЕЗУНЕНКО Віталій Вячеславович
(прізвище, ініціали студента)
на тему : Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту «Інноваційні технології: нові інформаційні оператори» за допомогою СКМ MathCad»

Тема дослідження актуальна. Адже застосування комп'ютерних додатків, таких як система комп'ютерної математики Mathcad, суттєво позитивно впливає на рівень засвоєння знань з фундаментальних дисциплін та професійну підготовку фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторних практикумів та формуванню завдань для практичних робіт освітніх компонентів.

Загалом робота має чітку структуру, об'єктивні результати дослідження, висновки та їх відповідність меті і завданням дослідження.

Кваліфікаційна робота відповідає затвердженій темі та завданню, поставленому керівником, повно висвітлено актуальність теми дослідження. Не піддається сумніву наукова та практична значущість кваліфікаційної роботи. Для виконання роботи здобувачем використовувались сучасні методи наукових досліджень, такі як аналіз та синтез, програмування та перевірка отриманого результату. Робота має закінчений та повний цикл експериментальних наукових досліджень. Зауважень до кваліфікаційної роботи немає. Висновки кваліфікаційної роботи відповідають поставленим науковим завданням. Вважаю, що рівень підготовки здобувача вищої освіти відповідає вимогам освітньої програми, кваліфікаційна робота виконана на оцінку "добре", а здобувач заслуговує на присвоєння освітньо-кваліфікаційного рівня магістр.

Рецензент
К.ф.-м.н., доц. каф. Електромеханічних і комп'ютерних систем _____ ЗАЛУЖНА Галина Володимирівна
(посада, вчені звання, ступінь) (підпис) (ім'я, прізвище)

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки кваліфікаційних робіт, наукових праць та навчально-методичних видань щодо наявності запозичень з інших документів
Введено в дію:
наказ ректора № 0204-1/088 від 27.02.2020 р.

ПРОТОКОЛ
контролю оригінальності кваліфікаційної роботи

Професійна підготовка фахівців у галузі цифрових технологій для розробки лабораторного практикума освітнього компоненту "Інноваційні технології: нові інформаційні оператори" за допомогою СКМ MathCad
(назва роботи)

студента Резуненка Віталія Вячеславовича
(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник Литвин Олег Олегович
(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 15,09

Коефіцієнт Подібності 2: 9,72

Сигнал „Тривога!": ☑ – немає; □ – є, кількість разів у тексті _____.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту К1):	**Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:**
не більше 20_% – оригінальна робота,	☑ оригінальна,
від 21 до 50 % – задовільно оригінальна робота,	□ задовільно оригінальна,
від 51% до 90 % – умовно оригінальна робота,	□ умовно оригінальна,
більше 90% – неоригінальна робота.	□ неоригінальна.

Висновок:

☑ робота може бути допущена до захисту,

□ необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики кваліфікаційної роботи.

Коментар Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор _____ Трохимчук С.М. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)