



Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

28.03.2025р.

Факультет прикладної математики

повна назва факультету: математико-механічного факультету

**ПРОГРАМА
фахового іспиту**

для вступу на освітньо-професійну та освітньо-наукову програми підготовки магістра
«Машинне навчання та математичне моделювання»
за спеціальністю F 1 Прикладна математика

Програму ухвалено:

Вченою Радою Факультету прикладної математики

Протокол № 8 від 24 лютого 2025 р.

Голова Вченої Ради

Іван ДИЧКА

ВСТУП

Фаховий іспит проводиться зі вступниками на навчання за освітньою програмою підготовки магістрів «Машинне навчання та математичне моделювання» за спеціальністю F 1 Прикладна математика.

Метою програми є ознайомити абітурієнтів, що мають диплом бакалавра та хочуть продовжити навчання в магістратурі, з умовами та особливостями проведення фахового іспиту. Завданням програми є надання переліку навчального та інформаційного матеріалу для проведення іспиту, що допоможе вступнику підготуватися до конкурсного відбору.

Фаховий іспит дозволяє оцінити рівень підготовки абітурієнта для навчання за освітнім ступенем магістра та сформованості здатності до інтегрованого застосування набутих знань в рамках основних фахових дисциплін бакалаврської підготовки.

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю F 1 Прикладна математика для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Обрані для завдань питання подані у основній частині програми. Також в програмі наведений приклад екзаменаційного білету, який складається з трьох теоретичних запитань з різних дисциплін, відповідь на які абітурієнт надає у письмовому вигляді.

Фаховий іспит проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання та сервісу відеотелефонного зв'язку (Zoom, GoogleMeet тощо) із обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

Порядок проведення екзамену відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/32>) та «Регламентом проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1. Операції над відношеннями. Властивості відношення
 - 1.1. Декартів добуток множин.
 - 1.2. Поняття бінарного відношення.
 - 1.3. Область визначення і область значень відношень.
 - 1.4. Способи завдання відношень.
 - 1.5. Операції над відношеннями.
 - 1.6. Властивості відношень на множині.
2. Відображення
 - 2.1. Відповідності і відображення.
 - 2.2. Види відображень.
 - 2.3. Функції.
 - 2.4. Композиція відображень.
 - 2.5. Властивості композиції відображень.
3. Неорієнтовані графи
 - 3.1. Основні поняття для неорієнтованих графів.
 - 3.2. Матриця суміжності.
 - 3.3. Матриця інцидентності.
 - 3.4. Визначення степенів вершин.
 - 3.5. Діаметр, радіус, центри графа.
 - 3.6. Ейлерів обхід графа.
 - 3.7. Гамільтонів цикл.
4. Орієнтовані графи
 - 4.1. Основні поняття для орієнтованих графів.
 - 4.2. Матриці суміжності, інцидентності.
 - 4.3. Степені напівстепені вершин.
 - 4.4. Побудова матриці відстаней.
 - 4.5. Ступені зв'язності орграфа.
 - 4.6. Поняття вершинної бази, компоненти сильної зв'язності, конденсація орграфа.
5. Нечіткі множини.
6. Поняття лінгвістичної змінної
 - 6.1. Нечіткі множини.
 - 6.2. Основні поняття.
 - 6.3. Операції над нечіткими множинами.
 - 6.4. Відстань Хеммінга і Евкліда.
 - 6.5. Поняття лінгвістичної змінної.
 - 6.6. Нечіткі відношення: визначення, властивості, операції.
7. Булеві функції. Основні аксіоми і теореми булевої алгебри
 - 7.1. Булева алгебра : булева змінна, булева функція, поняття набору.
 - 7.2. Функції від однієї і двох змінних, їх кількість.
 - 7.3. Основні аксіоми і теореми булевої алгебри.
8. Булева формула. Еквівалентні перетворення
 - 8.1. Поняття булевої формули, пріоритети операцій.
 - 8.2. Еквівалентні перетворення формул в булевій алгебрі.
 - 8.3. Побудова СДНФ за допомогою еквівалентних перетворювань.
 - 8.4. Формули - тавтології, протиріччя.

9. Довершені диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми булевих функцій
 - 9.1. Визначення диз'юнкта, кон'юнкта, конституенти одиниці, конституенти нуля.
 - 9.2. Визначення ДНФ, КНФ, ДДНФ, ДКНФ.
 - 9.3. Побудова СДНФ та СКНФ по таблиці істинності.
10. Алгебра Жегалкіна
 - 10.1. Алгебра Жегалкіна.
 - 10.2. Визначення полінома Жегалкіна.
 - 10.3. Теорема о представленні булевих функцій за допомогою канонічного полінома Жегалкіна.
 - 10.4. Побудова полінома Жегалкіна.
11. Властивості булевих функцій
 - 11.1. Властивості булевих функцій: монотонність, самоподвійність, лінійність, збереження нуля і одиниці.
 - 11.2. Замкнуті класи булевих функцій.
 - 11.3. Теорема о замкнутих класах для функцій, що відповідають властивостям T0, T1, S, M, L.
 - 11.4. Визначення функціонально повної системи операцій в булевій алгебрі
 - 11.5. Замкнуті класи булевих функцій.
 - 11.6. Визначення функціонально повної системи операцій в булевій алгебрі.
 - 11.7. Теорема Поста. Базис. Приклади.
12. Визначення мінімальних ДНФ і КНФ по діаграмах Вейча
 - 12.1. Діаграми Вейча для функцій від 1, 2, 3 і 4 змінних.
 - 12.2. Визначення мінімальних ДНФ і КНФ по діаграмах Вейча.
 - 12.3. Інші методи визначення мінімальних ДНФ та КНФ.
13. Алгебра висловлювань
 - 13.1. Методологічні принципи формальної логіки – основні тотожності.
 - 13.2. Визначення алгебри висловлювань.
 - 13.3. Просте висловлювання.
 - 13.4. Визначення. Приклади.
 - 13.5. Складне висловлювання.
 - 13.6. Використання логічних зв'язок для формалізації складних висловлювань.
14. Визначення формули алгебри висловлювань. Способи доведення тавтологій
 - 14.1. Визначення формули алгебри висловлювань.
 - 14.2. Тавтології.
 - 14.3. Здійснені формули.
 - 14.4. Протиріччя.
 - 14.5. Способи доведення тавтологій.
15. Формальний висновок.
 - 15.1. Метатеорема про тавтології.
 - 15.2. Правила формального виведення.
 - 15.3. Формалізація задач природної мови засобами логіки висловлювань та отримання логічного висновку.
16. Операції над предикатами.
 - 16.1. Предикати.
 - 16.2. Операції над предикатами.
 - 16.3. Навішування кванторів.

- 16.4. Область дії квантора.
- 16.5. Вільні і зв'язані змінні.
- 17. Формалізація речень природної мови
 - 17.1. Формалізація речень природної мови.
 - 17.2. Привести приклади.
 - 17.3. Основні схеми міркувань.
- 18. Метод резолюції
 - 18.1. Основна ідея методу резолюції.
 - 18.2. Правило резолюцій Робінсона.
 - 18.3. Отримання резольвент, побудова резолютивного висновку.
 - 18.4. Приклад застосування методу резолюцій для перевірки істинності логічного висновку в логіці висловлювань.
- 19. Машина Тюрінга
 - 19.1. Машина Тюрінга.
 - 19.2. Приклади.
- 20. Нормальний алгоритм Маркова
 - 20.1. Нормальний алгоритм Маркова.
 - 20.2. Приклади.
- 21. Абстрактні автомати
 - 21.1. Аналіз функціонування заданої схеми абстрактного автомату.
- 22. Основи функційного програмування
 - 22.1. Особливості функційного програмування – низхідна та висхідна рекурсії.
- 23. РІВНЯННЯ ПЕРШОГО ПОРЯДКУ
 - 23.1. Основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь (означення ДР, порядок ДР, розв'язок ДР).
 - 23.2. Задача Коші для ДР 1-го порядку. Геометричний зміст ДР 1-го порядку.
 - 23.3. Диф. рівняння з відокремлюваними змінними та ті, що зводяться до них.
 - 23.4. Диф. рівняння однорідні відносно змінних та ті що зводяться до них.
 - 23.5. Лінійні диф. рівняння 1-го порядку.
 - 23.6. Рівняння Бернуллі і Ріккати.
 - 23.7. Диф. рівняння в повних диференціалах. Інтегруючий множник.
 - 23.8. Диф. рівняння першого порядку не розв'язні відносно похідної. Рівняння Лагранжа і Клеро.
 - 23.9. Теорема (Пікара) існування і єдиності розв'язку задачі Коші для диф. рівняння 1-го порядку.
- 24. РІВНЯННЯ ВИЩИХ ПОРЯДКІВ
 - 24.1. Диф. рівняння вищих порядків
 - 24.2. Теорема існування і єдиності розв'язку задачі Коші для диф. рівняння n -го порядку.
 - 24.3. Диф. рівняння вищих порядків, які допускають зниження порядку.
 - 24.4. Лінійні однорідні диф. рівняння n -го порядку.
 - 24.5. Лінійна залежність функцій, детермінант Вронського. Фундаментальна система розв'язків ЛОДР.
 - 24.6. Структура загального розв'язку лінійного однорідного диф. рівняння n -го порядку. Формула Лувілля.
 - 24.7. Лінійне неоднорідне диф. рівняння n -го порядку. Структура загального розв'язку. Метод варіації довільних сталих розв'язування ЛНДР.

- 24.8. Лінійні однорідні диф. рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами.
- 24.9. Лінійні неоднорідні диф. рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. і спеціальними правими частинами.
- 25. КРАЙОВІ ЗАДАЧІ
 - 25.1. Крайова задача для диф. рівнянь другого порядку. Функція Гріна.
 - 25.2. Задача Штурма-Ліувілля.
 - 25.3. Власні числа і власні функції задачі Штурма-Ліувілля.
- 26. СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ПЕРШОГО ПОРЯДКУ
 - 26.1. Нормальні системи диф. рівнянь.
 - 26.2. Задача Коші для нормальної системи диференціальних рівнянь.
 - 26.3. Лінійні однорідні системи зі сталими коефіцієнтами.
 - 26.4. Лінійні неоднорідні системи.
 - 26.5. Метод варіації довільних сталих.
 - 26.6. Автономна система.
 - 26.7. Положення рівноваги.
 - 26.8. Фазовий портрет.
 - 26.9. Класифікація положень рівноваги лінійних однорідних систем.
 - 26.10. Стійкість розв'язку за Ляпуновим.
 - 26.11. Асимптотична стійкість.
 - 26.12. Дослідження лінійних однорідних систем на стійкість.
 - 26.13. Нелінійні системи.
 - 26.14. Лінеаризація системи.
 - 26.15. Стійкість нелінійної системи за першим наближенням.
 - 26.16. Функції Ляпунова. Теореми Ляпунова про стійкість і асимптотичну стійкість.
- 27. Основи програмування (на основі мови програмування Python)
 - 27.1. Огляд основних парадигм програмування (процедурна, об'єктно-орієнтована, функціональна парадигми).
 - 27.2. Арифметичні та логічні основи комп'ютерів (Етапи обробки даних та структура засобів програмування).
 - 27.3. Етапи трансляції: компілятори та інтерпретатори, компоувальники, бібліотеки, налагоджувачі.
 - 27.4. Машино-залежні та машино-незалежні аспекти трансляції.
 - 27.5. Системи числення.
 - 27.6. Двійкова система числення.
 - 27.7. Шістнадцяткова система числення.
 - 27.8. Прямий та обернений код.
 - 27.9. Додатковий код.
 - 27.10. Переведення цілих чисел із однієї системи числення в іншу.
 - 27.11. Переведення дробових чисел із однієї системи числення в іншу).
 - 27.12. Основи алгоритмізації (Побудова алгоритму як перший етап вирішення задачі. Визначення та властивості алгоритму.
 - 27.13. Форми зображення алгоритмів. Схема алгоритму.
 - 27.14. Зображення циклічних структур в блок-схемах.
 - 27.15. Зображення умовних структур в блок-схемах.
 - 27.16. Діаграма дій.
 - 27.17. Умовні структури в діаграмах дій.

- 27.18. Циклічні структури в діаграмах дій).
- 27.19. Команди та дані (Представлення даних в оперативній пам'яті).
- 27.20. Структури керування.
- 27.21. Обчислення, перевірка та перехід.
- 27.22. Найпростіша програма.
- 27.23. Розділ описування даних.
- 27.24. Розділ виконання.
- 27.25. Оператори перетворення даних.
- 27.26. Організація простого введення/виведення даних).
- 27.27. Синтаксис та семантика високорівневих мов програмування (Основні елементи мови.
- 27.28. Алфавіт, ідентифікатори, константи, змінні.
- 27.29. Вирази. Типи даних.
- 27.30. Стандартні типи даних.
- 27.31. Цілі та дійсні типи даних.
- 27.32. Логічний тип.
- 27.33. Символьний тип.
- 27.34. Бітовий тип.
- 27.35. Правила обчислення виразів. Вираз.
- 27.36. Операції і їх пріоритети.
- 27.37. Арифметичні операції.
- 27.38. Логічні операції. Операції порівняння.
- 27.39. Використання дужок.
- 27.40. Оператори мови.
- 27.41. Складний оператор.
- 27.42. Оператор присвоєння.
- 27.43. Умовний оператор.
- 27.44. Оператор вибору.
- 27.45. Мітки.
- 27.46. Програмування розгалужених і циклічних процесів).
- 27.47. Прості та складні типи даних (Типи даних. Порядкові, дійсні типи.
- 27.48. Дані типу рядок.
- 27.49. Обмежений тип.
- 27.50. Діапазон.
- 27.51. Перелічувальний тип.
- 27.52. Змінні, константи,
- 27.53. Прості типи даних.
- 27.54. Масиви.
- 27.55. Описування масивів.
- 27.56. Одномірні та багатомірні масиви.
- 27.57. Використання елементів масивів.
- 27.58. Операції з масивами. Дії з матрицями.
- 27.59. Записи. Описування записів.
- 27.60. Поля. Записи з варіантами.
- 27.61. Множини.
- 27.62. Описування множин.

- 27.63. Арифметичні операції над множинами.
- 27.64. Операції порівняння.
- 27.65. Операція належності.
- 27.66. Використання операцій над множинами.
- 27.67. Файли. Типізовані файли. Текстові файли. Нетипізовані файли).
- 28. Процедурне програмування (на основі мови програмування C)
 - 28.1. Базові типи даних, операції та вирази. Правила приведення типів даних у виразах.
 - 28.2. Елементарне введення/виведення. Стандартні потоки. Внутрішні форматні перетворення. Функції неформатного вводу та виводу.
 - 28.3. Оператори управління та локалізація імен.
 - 28.4. Декларації та застосування функцій. Управління аргументами. Правила областей бачення імен. Рекурсивні функції.
 - 28.5. Вказівники. Адресні операції. Родовий вказівник. Адресна арифметика. Масиви. Декларація, ініціювання та індексація. Зв'язок з вказівниками.
 - 28.6. Моделі пам'яті. Модифікатори типів вказівників. Вказівники на функції та їх модифікатори. Масиви вказівників на функції.
 - 28.7. Символьні масиви та функції роботи з літерами та строками.
 - 28.8. Записи та об'єднання. Поля біт в структурах.
 - 28.9. Застосування записів для представлення черг, списків, стеків та дерев. Проходження списків та дерев.
 - 28.10. Введення/виведення та управління файлами і каталогами.
- 29. Моделі типу вхід/вихід (black box)
 - 29.1. Дані та моделі. Задачі симуляції, ідентифікації та прийняття рішень.
 - 29.2. Алгебраїчні та матричні моделі (лінійні оператори).
 - 29.3. Система матричного моделювання Matlab та система імітаційного моделювання Simulink. Система Jupiter Notebook.
- 30. Моделі у вигляді диференціальних рівнянь та їх застосування
 - 30.1. Види диференціальних рівнянь та задача Коші.
 - 30.2. Приклад: другий закон Ньютона.
 - 30.3. Приклад: моделювання епідемій, SIR-моделі.
- 31. Оптимізаційні моделі та їх застосування
 - 31.1. Моделі лінійного, динамічного, цілочисельного та нелінійного програмування.
 - 31.2. Багатокритеріальні моделі, модель фінансового портфелю Марковиця.
 - 31.3. Моделі стохастичного програмування, стохастичні градієнтні методи.
- 32. Моделі у вигляді випадкових процесів
 - 32.1. Марківські ланцюги.
 - 32.2. Процес Пуассона та вінерівський процес.
 - 32.3. Процеси ризику та їх застосування у страховій математиці.
- 33. Моделі дослідження операцій
 - 33.1. Імітаційні моделі, генератори випадкових величин.
 - 33.2. Моделі масового обслуговування.
 - 33.3. Ігрові моделі.
- 34. Моделі машинного навчання та штучного інтелекту
 - 34.1. Регресійні моделі та авторегресійні моделі.
 - 34.2. Моделі та методи класифікації.

34.3. Моделі у вигляді штучних нейронних мереж. Сучасні методи навчання нейронних мереж (стохастичні градієнтні методи, адаптивні методи (AdaGrad, Adam). Системи TensorFlow, Keras.

Список допоміжної літератури та інструментів, дозволених для використання під час фахового іспиту

Під час фахового іспиту **заборонено** використання будь-якої допоміжної літератури та інструментів.

Опис кількості та виду завдань фахового іспиту

Фаховий іспит проводиться у письмовій формі. Його тривалість – дві академічні години (90 хв.) без перерви.

Екзаменаційний білет фахового іспиту містить три питання.

Перше з них – практичне, по розділах дисциплін «Дискретна математика» чи «Математична логіка та теорія алгоритмів». Типи завдань такі: дослідження властивостей відношень та відображень, неорієнтовані та орієнтовані графи, побудова таблиць істинності булевих функцій та дослідження їх властивостей, перевірка формул алгебри множин на тавтологію та спрощення, перевірка логічного висновку методом резолюцій, нормальний алгоритм Маркова, машина Тюрінга, аналіз абстрактних автоматів, операції із нечіткими підмножинами, формалізація речень природної мови в логіці предикатів.

Друге питання – практичне, по розділах дисциплін «Диференціальні рівняння» або «Програмування» чи «Програмування на мові Python». Типи завдань з дисципліни «Диференціальні рівняння» такі: розв'язання диференціальних рівнянь першого порядку; розв'язання диференціальних рівнянь вищого порядку, що допускають зниження порядку; розв'язання лінійних рівнянь вищих порядків зі сталими коефіцієнтами; побудова функції Гріна крайової задачі; розв'язання задачі Штурма-Ліувілля для крайових задач; розв'язання однорідних та неоднорідних систем лінійних рівнянь першого порядку зі сталими коефіцієнтами; побудова фазових портретів динамічних систем на площині; знаходження нерухомих точок нелінійних систем та дослідження їх на стійкість за Ляпуновим. Типи завдань з дисциплін «Програмування» чи «Програмування на мові Python»: перевести число із однієї системи числення в іншу, записати заданий алгоритм через блок-схему чи на мові програмування Python або C, знайти помилки в заданому фрагменті програми на мові програмування Python або C, визначити, що буде результатом роботи заданого фрагменту програми на мові програмування Python або C.

Третє питання — на креативність, вміння формалізувати поставлену задачу та запропонувати математичну модель для її опису, дослідження, оптимізації; по розділах дисципліни «Математичне моделювання».

Критерії оцінювання фахового іспиту

Згідно з Правилами прийому на навчання за освітньо-професійною та освітньо-науковою програмами підготовки магістра на факультет прикладної математики екзаменаційний білет містить три питання. Відповідь на перше та друге практичні запитання оцінюється за 30-бальною шкалою (табл. 1), а на третє творче питання білета оцінюється за 40-бальною системою (табл. 2).

Оцінка, яку студент отримує за відповідь на кожне питання, визначається за системою балів, поданою нижче. Критерії оцінювання наведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Бали	Характеристика відповіді
30-27	Повна ґрунтовна відповідь на запитання з відповідними поясненнями.
26-23	Отримана правильна відповідь, але хід розв'язання задачі наведений не повністю або відсутня одна позиція відповіді.
22-18	Отримана правильна відповідь, але в ході розв'язку були неточності.
17-14	Хід розв'язку задачі правильний, але відповідь не зовсім точна.
13-10	Хід розв'язку задачі правильний, але відповідь містить неточності чи некоректності.
9-5	Хід розв'язку задачі неправильний, і відповідь містить неточності та некоректності. Наведені лише деякі складові відповіді.
4-1	Завдання почали виконувати, але не отримано коректних правильних відповідей.
0	Відповідь на питання відсутня.

Таблиця 2

Бали	Характеристика відповіді
40-35	Повна ґрунтовна відповідь на запитання з відповідними поясненнями.
34-30	Правильна відповідь, але хід міркувань наведений не повністю або відсутня одна позиція відповіді.
29-24	Правильна відповідь, але з деякими неточностями, або неповна (висвітлено не менше двох третин питання).
23-18	Відповідь не зовсім точна або неповна (висвітлено не менше половини питання).
17-12	Відповідь приблизна, містить неточності чи некоректності, або неповна (не менше третини інформації).
11-7	Відповідь здебільшого невірна, містить некоректності. Наведена невелика частина відповіді (не менше чверті інформації).
6-1	Завдання почали виконувати, але не наведено коректних правильних відповідей.
0	Відповідь на питання відсутня.

Бали за всі три питання білету підсумовуються (максимальна можлива кількість балів: 100 балів) за університетською шкалою PCO.

При обчисленні конкурсного бала застосовується шкала оцінювання 100...200 балів. Перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання (60...100 балів PCO) в 200-бальну шкалу здійснюється за Таблицею 3.

Таблиця 3

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

Якщо вступник на фаховому іспиті отримав оцінку нижчу за 60 балів або не з'явився на іспит без поважної причини, то вважається, що він не склав фаховий іспит, і до подальшої участі в конкурсі він не допускається.

Перескладання фахового іспиту з метою підвищення оцінки не дозволяється.

Вступник може подати апеляцію щодо результату відповідного фахового іспиту лише в день оголошення результатів фахового іспиту.

Приклад типового завдання фахового іспиту

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(назва вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

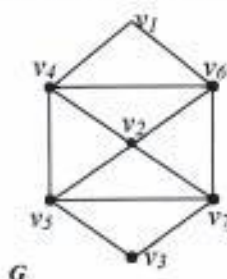
(назва факультету)

Спеціальність F 1 прикладна математика
(код) (назва)

ФАХОВИЙ ІСПИТ

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 13

1. Дослідити неорієнтований граф, наведений на рисунку, а саме: визначити ступені вершин, діаметр графа. Чи є граф Гамільтоновим і Ейлеровим? Поясніть.



2. Побудувати фазовий портрет системи

$$\begin{cases} x' = 4x - 6y \\ y' = 2x + 8y \end{cases}$$

3. Вас попросили оптимізувати маршрут доставки волонтерами автомобіля із Німеччини до України для потреб українських військових. Як Ви це будете робити? Спробуйте дати відповіді на питання:

- А. Як формалізувати задачу?
- Б. Яка інформація про автомобіль Вам потрібна?
- В. Які критерії впливають на вибір маршруту?
- Г. Сформулюйте оптимізаційну задачу.

Затверджено на засіданні кафедри прикладної математики

Протокол № від 20 р.

Зав. кафедри Чертов О. Р.

(підпис) (прізвище, ініціали)

Список літератури

I. Дискретна математика; Математична логіка та теорія алгоритмів

1. Темнікова О.Л. Дискретна математика: Конспект лекцій (Частина 1) [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», освітньої програми «Наука про дані та математичне моделювання» / О.Л.Темнікова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,97 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 154 с.
2. Темнікова О.Л. Дискретна математика: Конспект лекцій (Частина 2) [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», освітньої програми «Наука про дані та математичне моделювання» КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,84 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 128 с.
3. Темнікова О.Л. Математична логіка. Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», освітньої програми «Наука про дані та математичне моделювання»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,37 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 76 с.
4. Бардачов Ю.М., Соколова Н.А., Ходаков В.Є. Дискретна математика. – К.: Вища школа. 2002. - 287с.
5. Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Щербина Ю.М. Дискретна математика. К.: Видавнича група ВНУ. 2007. – 368 с.
6. Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Щербина Ю.М. Системи штучного інтелекту: Навчальний посібник. – Львів: «Магнолія-2006», 2010. – 279 с.

II. Диференціальні рівняння

1. Івасишен С. Д., Лавренчук В. П., Турчина Н. І. Звичайні диференціальні рівняння: методи розв'язування та застосування. . – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 329 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24974/1/Dyferentsialni_rivniannia.pdf
2. Самойленко А. М., Перестюк М. О., Парасюк І. О. Диференціальні рівняння. Київ, Либідь, 2003 – 600 с.
3. Самойленко А. М., Кривошея С. А., Перестюк М. О. Диференціальні рівняння у прикладах і задачах. Київ, Вища школа, 1994 – 455 с.
4. Ляшко І. І., Боярчук О. К., Гай Я. Г., О. Ф. Калайда О. Ф. Диференціальні рівняння. Підручник. – Київ: Вища школа, 1981. 504 с.
5. Лопушанська Г. П., Бугрій О. М., Лопушанський А. О. Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики. Підручник. – Львів, 2012. 362 с.

III. Програмування; Програмування на мові Python

1. Програмування на мові PYTHON: інструкції до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Програмування-1. Основи програмування» [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 113 Прикладна математика, освітньої програми «Наука про дані та математичне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Громова. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 166 с.
2. Олефір О.С. Основи програмування. Частина 1 [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів які навчаються за спеціальністю 113 «Прикладна математика» за освітньою програмою «Наука про дані та математичне моделювання» / О. С. Олефір ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані, 2021, - 40 с.
3. ПРОГРАМУВАННЯ-2. Мова C [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», освітньої програми «Наука про дані (Data Science) та математичне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. Д. Любашенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 144 с.
4. Програмування мовою C: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із кредитного модуля «Програмування-2. C» для студентів спеціальності «Прикладна математика» [Текст] / В. В. Громова. — К. : НТУУ «КПІ», 2016. — 193 с.
5. Вінник В.Ю. Алгоритмічні мови та основи програмування.: мова C / В.Ю. Вінник – Житомир: ЖДТУ, 2007. – 328 с.

IV. Математичне моделювання

1. Математичне моделювання: комп'ютерний практикум з дисципліни «Математичне моделювання: навч. посіб. / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 58 с.
2. Методи оптимізації : підручник / В. В. Ладогубець, Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 229 с.
3. Методи оптимізації [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / В. В. Ладогубець, Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,603 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 229 с. українською мовою; Ухвалено Вченою радою № 6; дата 04.06.2018.
4. Волошин, О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Машенко. - 2-ге вид., перероб. та допов. - К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. - 336 с.
5. Хвищун І. О. Програмування і математичне моделювання: Підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 544 с.

РОЗРОБНИКИ

Професор каф. ПМА

Валерій ЛОСЬ

Професор каф. ПМА

Ігор ОРІНЯК

Старший викладач каф. ПМА

Олена ТЕМНІКОВА

Програму рекомендовано кафедрою прикладної математики

Протокол № 10 від 19.02.2022 р.

Завідувач кафедри

Олег ЧЕРТОВ