

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

«_____» _____ 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

для студентів

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**
(шифр і назва)

спеціальність **121 «Інженерія програмного забезпечення»**
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **«Програмна інженерія»**
(назва освітньої програми)

вид дисципліни **обов'язкова**

| | |
|--|-------------------|
| Форма навчання | денна |
| Навчальний рік | 2020/2021 |
| Семестр | 4 |
| Кількість кредитів ECTS | 4 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | іспит |

Викладачі: **д.ф.-м.н., проф. Мацак І. К.** (лекції, лабораторні заняття),

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2019

Розробники: **Шевченко Віталій Іванович**, доцент кафедри дослідження операцій, кандидат фіз.-мат. наук;

Мацак Іван Каленикович, професор кафедри дослідження операцій, доктор фізико-математичних наук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри «Дослідження операцій»

_____ Іксанов О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № від « » 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «___» _____ 2019 року №___

Голова науково-методичної комісії _____ Л.Л. Омельчук

«_____» _____ 2019 року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «___» _____ 2019 року №___

Голова вченої ради факультету _____ А.В. Анісімов

1. Анотація дисципліни. Дисципліна „Дослідження операцій ” є обов’язковою дисципліною освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти „Програмна інженерія”, що викладається у 4 семестрі в обсязі 120 год (4-х кредитів), зокрема: 30 годин лекційних, 28 годин практичних робіт, 60 години самостійної роботи, 2 години консультації. Викладання дисципліни закінчується **іспитом**.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.

Для успішного вивчення дисципліни «Дослідження операцій» студент повинен відповідати наступним вимогам:

1. Успішне опанування курсу «Алгебра та геометрія».
2. Знання:
 1. Основних понять інтегрального та диференціального числення.
 2. Основи наближених обчислень .
 3. Лінійні та евклідові простори. Основні поняття.
 4. Системи лінійних рівнянь(загальна теорія).
 5. Алгебра матриць.
3. Вміння:
 1. Розв’язувати задачі алгебри та геометрії.
 2. Виконувати аналіз проблеми, що виникає.
 3. Будувати математичні моделі відповідних предметних областей.

3. Анотація навчальної дисципліни. „Дослідження операцій” включає в себе основні поняття дослідження операцій та математичного програмування, моделі та методи, що найчастіше застосовуються для кількісного обґрунтування управлінських рішень та математичного моделювання економічних процесів.

Розгляд з повним обґрунтуванням (та детальним викладенням алгоритмів розв’язування задач) основних оптимізаційних методів та моделей лінійного програмування, транспортних задач, а також методів розв’язування матричних ігор.

4. Завдання (навчальні цілі):

Основними завданнями дисципліни «Дослідження операцій» є засвоєння основних математичних ідей, методів та програмних засобів математичного програмування та їх застосувань, відповідно до кваліфікації фахівців з інформаційних технологій. Зокрема, розвивати:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01).
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК02).
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК03).
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК05).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК06).
- Здатність до алгоритмічного та логічного мислення (СК-14).

5. Результати навчання за дисципліною:

| Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність) | | Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання | Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності) | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|---|---|--|--|--|
| Код | Результат навчання | | | |
| PH1.1 | Знати основні математичні поняття, які використовуються в задач математичного програмування, | Лекція, практичне заняття | Контрольна робота 1, 60% правильних відповідей, іспит | 15% |
| PH1.2 | Знати основні теореми, на яких ґрунтується теорія задач лінійного програмування та їх застосування | Лекція, практичне заняття | Контрольні роботи 1, 2, 60% правильних відповідей, захист практичної роботи, іспит | 20% |
| PH1.3 | Знати основні алгоритми, які складають основу задач лінійного програмування | Лекція, практичне заняття | Контрольна рота 2, 60% правильних відповідей, захист практичної роботи, іспит | 15% |
| PH2.1 | Вміти застосовувати на практиці алгоритми симплекс-методу, двоїстого симплекс-методу та методу потенціалів до задач лінійного програмування | Практичне заняття, самостійна робота | Захист практичної роботи, іспит | 24% |
| PH3.1 | Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань моделювання та аналізу алгоритмів математичного програмування, скласти письмові звіти | Практичне заняття | Контрольні роботи 1, 2, захист практичної роботи | 10% |
| PH4.1 | Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату | Самостійна робота | Контрольні роботи 1, 2, захист практичної роботи | 8% |
| PH4.2 | Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість | Практичне заняття | Контрольні роботи 1, 2, захист практичної роботи | 8% |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання | РН 1.1 | РН 1.2 | РН 1.3 | РН 2.1 | РН 3.1 | РН 3.2 | РН 3.3 | РН 4.1 | РН 4.2 | РН 4.3 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ПРН01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів

Семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1, РН 1.2, РН 3.1, РН 4.1, РН 4.2 – **8 балів/5 балів.**
2. Контрольна робота 2: РН1.2, РН 1.3, РН 3.1, РН 4.1, РН 4.2 – **7 балів/4 бали.**
3. Практичні роботи 1-4: РН 1.2, РН 2.1, РН3.1, РН 4.1, РН – **4.2– 5 балів/3 бали (кожна).**
4. Практичні роботи 5-9: РН1.3, РН 2.1, РН3.1, РН 4.1, РН 4.2 – **5 балів/3 бали (кожна).**

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1;
- форма проведення і види завдань: письмова;
- види завдань: 3 письмових завдань (2 теоретичних питання та 1 практичне завдання);
- для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит повинна бути не меншою ніж 24 бали;
- студент не допускається до іспит, якщо протягом семестру він набрав менше ніж 36 балів;
- студент не допускається до іспит, якщо протягом семестру він не виконав та не здав 100 % лабораторних робіт передбачених планом.

Критерії оцінювання на іспиті

| Завдання | Тема завдання | Максимальний відсоток від 40 балів | Всього відсотків |
|------------|---|------------------------------------|------------------|
| Завдання 1 | Теоретичні питання за матеріалами курсу | 30% | 30% |
| Завдання 2 | | 35% | 35% |
| Завдання 3 | Практичне завдання на основі теоретичного матеріалу курсу | 35% | 35% |
| | | | |
| | | | 100% |

Завдання для практичних робіт

1. Побудова моделей ЗЛП. [6-8].
2. Графічний спосіб розв'язування задач ЛП. Опорні плани задачі ЛП [4,6].
3. Розв'язування канонічних задач ЛП симплекс-методом. [4,6].

- Розв'язування стандартних задач ЛП. Метод штучного базису [4,6].
 Розв'язування стандартних задач ЛП. М-метод. [4,6].
4. Обчислення оптимального розв'язку прямої задачі через оптимальний розв'язок двоїстої. [2,4].
 Обчислення спряженого базису та відповідного йому псевдоплану задачі ЛП. [2,4,8].
 5. Розв'язування задачі ЛП двоїтим симплекс-методом. [4,6].
 6. Транспортна задача та її властивості. Початковий базисний розв'язок T-задачі. [1,2,8].
 7. Розв'язування збалансованої транспортної задачі методом потенціалів. [4,6].
 Розв'язування транспортної задачі з обмеженими пропускними спроможностями. [1,2,6].
 8. Розв'язування матричних ігор зведенням до взаємодвоїстих задач лінійного програмування. [1, 2,].
 9. Ітеративні методи розв'язування матричних ігор, метод Брауна-Робінсон. [1,2,6].

Завдання для самостійної роботи

1. Ознайомлення з літературою по дослідженню операцій. Основні етапи операційного дослідження. [1], [4].
2. Геометрична інтерпретація та графічний метод розв'язування задачі ЛП. Півпростір, гіперплощина, многогранна множина. [1-3,7,9].
3. Кутові точки опуклих множин. Опорні плани задачі ЛП. Алгоритм симплекс-методу для канонічної задачі ЛП. [1-3,7,9].
4. Ознака оптимальності опорного плану. Ознака необмеженості цільової функції задачі ЛП на допустимій множині. [1-3,9].
5. М-метод. Дослідження результатів розв'язування допоміжної канонічної задачі. [1-3,7,9].
6. Побудова двоїстої ЗЛП. Симетрична та несиметрична пари двоїстих задач. [1,2,4].
7. Основна теорема двоїстості. Двоїстий критерій оптимальності. . [1,2,9].
8. Достатні умови поліпшення псевдоплану. Алгоритм двоїстого симплекс-методу. [1,2,7].
9. Двоїста задача до транспортної, двоїстий критерій оптимальності , потенціали рядків та стовпчиків транспортної таблиці. [1,2,4].
10. Базисна матриця опорного плану T – задачі. Обчислення потенціалів. Перевірка оптимальності опорного плану. Правило побудови циклу для перерозподілу перевезень та розбиття циклу на додатний і від'ємний півцикли. Перехід до нового опорного плану.
11. Алгоритм методу потенціалів у випадку T – задачі з обмеженими пропускними спроможностями.. [1-3,7,9].
12. Конфліктні ситуації, стратегії гравців, функції вигравів гравців. Матричні ігри, мінімаксні стратегії, верхня та нижня ціни гри. Розв'язок гри в чистих стратегіях, оптимальні стратегії гравців. [1-3,9].
13. Змішані стратегії. Змішане розширення матричної гри. Оптимальні стратегії гравців та ціна гри у змішаному розширенні матричної гри. Лема про перехід до змішаних стратегій. Теорема про матричні ігри та ЛП. Теорема про розв'язність матричної гри у змішаних стратегіях. [1-2,7].
14. Означення активної стратегії гравця. Теорема про активні стратегії. Застосування теореми про активні стратегії до розв'язування гри 2×2 . [1-3,8].

Типове завдання контрольної роботи 1

1. Для виготовлення продукції 2-х видів Π_1 та Π_2 використовується 2-а види сировини S_1 та S_2 . Кількість одиниць сировини, яка необхідна для виготовлення одиниці продукції,

запаси сировини та прибуток від реалізації одиниці продукції вказані в таблиці.

| | П ₁ | П ₂ | Запаси S |
|----------------|----------------|----------------|----------|
| S ₁ | 2 | 3 | 10 |
| S ₂ | 2 | 1 | 6 |
| Прибуток | 3 | 2 | |

Побудувати математичну модель та розв'язати отриману ЗЛП графічним методом.

2. Розв'язати симплекс-методом задачу лінійного програмування:

$$\begin{aligned}
 & 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \rightarrow \min, \\
 & x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 2, \\
 & 2x_1 + x_2 - 3x_3 + x_4 = 6, \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 7; \quad x_i \geq 0
 \end{aligned}$$

1. Розв'язати дану задачу двоїтим симплекс-методом:

$$\begin{aligned}
 & L = 3x_1 + x_2 \rightarrow \min \\
 & x_1 + x_2 \geq 3 \\
 & 5x_1 + x_2 \geq 5 \\
 & x_1, x_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

2. Для даної Т-задачі записати математичну модель прямої та двоїстої ЗЛП і розв'язати її методом потенціалів:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 16 & 12 \\ 17 & 21 & 6 \\ 2 & 15 & 11 \end{pmatrix};$$

$$a = (50; 20; 10); \quad b = (15; 25; 15).$$

Типове завдання контрольної роботи 2

Гравець А може покласти на стіл одну із карт: Туз або Король або Дама. Гравець Б хоче вгадати вибрану карту. Якщо гравець Б вгадає, то гравець А платить Б: 4 грн. для випадку Туз, 3 грн. для випадку Король, 2 грн. для випадку Дама. Якщо гравець Б помиляється, то він платить А 1 грн.

1. Побудувати платіжну матрицю гри.
 2. Шляхом зведення до пари двоїстих задач ЛП знайти оптимальні змішані стратегії та ціну гри.
 3. Методом Брауна-Робінсон знайти оптимальні змішані стратегії та ціну гри.
- Зробити 3 кроки ручних обчислень

Контрольні запитання до контрольної роботи 1

1. Етапи операційного дослідження.
2. Задача виробничого планування.
3. Задача про оптимальний раціон.
4. Задача про розкрій.
5. Загальна задача ЛП.
6. Допустимий розв'язок, допустима область, оптимальний розв'язок задачі ЛП.
7. Зміна критерія оптимізації, введення прямих умов невід'ємності для всіх змінних задачі ЛП.
8. Форми задачі ЛП: загальна, стандартна, канонічна.
9. Перехід від загальної форми задачі ЛП до стандартної і навпаки.
10. Перехід від стандартної форми задачі ЛП до канонічної.

11. Геометрична інтерпретація задачі ЛП.
12. Лінія рівня цільової функції задачі ЛП.
13. Опорна лінія рівня цільової функції для допустимої множини задачі ЛП.
14. Опукла множина.
15. Опукла лінійна комбінація точок простору.
16. Теорема про опуклу комбінацію точок.
17. Півпростір, гіперплощина, многогранна множина.
18. Теорема про опуклість перетину опуклих множин.
19. Теореми про опуклість півпростору, гіперплощини, многогранної множини.
20. Кутові (крайні) точки опуклої множини.
21. Теорема про подання внутрішньої точки опуклої множини.
22. Теорема про множину оптимальних розв'язків задачі ЛП.
23. Базисні розв'язки систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
24. Опорні плани (базисні невід'ємні розв'язки) задачі ЛП. Необхідні і достатні умови того, що допустимий розв'язок є вершиною допустимої області.
25. Лема про заміну вектора в базисі.
26. Перехід від одного опорного плану до іншого. θ -відношення.
27. Ознака оптимальності опорного плану.
28. Ознака необмеженості цільової функції задачі ЛП на допустимій множині.
29. Алгоритм симплекс-методу для канонічної задачі ЛП.
30. Методи штучного базису.
31. Економічна інтерпретація двоїстості.
32. Симетрична пара двоїстих задач.
33. Несиметрична пара двоїстих задач.
34. Правило взаємної двоїстості.
35. Лема про зв'язок цільових функцій двоїстих задач.
36. Перша теорема двоїстості (умови розв'язності).
37. Друга теорема двоїстості (необхідні і достатні умови оптимальності).
38. Двоїстий критерій оптимальності.
39. Обчислення оптимального розв'язку однієї з двоїстих задач через оптимальний розв'язок іншої.
40. Спряжений базис та псевдоплан задачі ЛП.
41. Пошук спряженого базису та відповідного псевдоплану.
42. Необхідні та достатні умови спряженості базису.
43. Ознака оптимальності псевдоплану.
44. Ознака недопустимості прямої задачі.
45. Достатні умови поліпшення псевдоплану.
46. Алгоритм двоїстого симплекс-методу.
47. Змістовна постановка транспортної задачі.
48. Математична модель збалансованої транспортної задачі (T – задачі).
49. Транспортна таблиця. План перевезень. Вектори комунікацій.
50. Властивості T – задачі. Критерій допустимості T – задачі.

Контрольні запитання до контрольної роботи 2

1. Теорема про ранг матриці T коефіцієнтів системи обмежень T – задачі.
2. Теорема про розв'язність T – задачі.
3. Графова інтерпретація T – задачі.
4. Опорні плани T -задачі.
5. Критерій лінійної незалежності векторів комунікацій.
6. Теорема про розклад вектора комунікацій.

7. Властивості опорних планів T – задачі: допустимість, узгодженість з рангом матриці T , ациклічність.
8. Метод викреслювання.
9. Методи побудови початкових опорних планів T -задачі: метод північно-західного кута, метод мінімального елемента.
10. Двоїста задача до транспортної, потенціали рядків та стовпчиків транспортної таблиці.
11. Обґрунтування методу потенціалів. Базисна матриця опорного плану T – задачі.
12. Обчислення потенціалів.
13. Перевірка оптимальності опорного плану.
14. Правило побудови циклу для перерозподілу перевезень та розбиття циклу на додатний і від’ємний півцикли.
15. Перехід до нового опорного плану.
16. Алгоритм методу потенціалів.
17. Опис соціально-економічного явища у вигляді конфлікту, складові конфлікту.
18. Стратегії гравців. Ситуації у конфлікті. Функції вигравшів гравців.
19. Безкоаліційна гра. Антагоністична гра.
20. Біматрична гра. Матрична гра.
21. Прийнятна ситуація для гравця.
22. Ситуація рівноваги у безкоаліційній грі. Розв’язування безкоаліційної гри.
23. Стратегічна еквівалентність ігор, її властивості.
24. Теорема про ситуації рівноваги стратегічно еквівалентних ігор.
25. Ігри з нульовою та сталою сумою. Теорема про стратегічну еквівалентність ігор з нульовою та сталою сумами.
26. Ситуації рівноваги в антагоністичній іграх, сідлові точки.
27. Теорема про нерівність мінімаксів.
28. Необхідні та достатні умови існування сідлових точок функції.
29. Матричні ігри, мінімаксні стратегії, верхня та нижня ціни гри.
30. Розв’язок гри в чистих стратегіях, ціна гри, оптимальні стратегії гравців.
31. Змішані стратегії.
32. Змішане розширення матричної гри.
33. Оптимальні стратегії гравців та ціна гри у змішаному розширенні матричної гри.
34. Лема про перехід до змішаних стратегій.
35. Теорема про матричні ігри та ЛП.
36. Теорема про розв’язність матричної гри у змішаних стратегіях.
37. Означення активної стратегії гравця.
38. Теорема про активні стратегії.
39. Застосування теореми про активні стратегії до розв’язування гри 2×2 .
40. Ітеративні методи розв’язування матричних ігор, метод Брауна-Робінсон.

7.2. Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: до 5 тижня семестру.
2. Контрольна робота 2: до 10 тижня семестру.
3. Контрольна робота 3: до 14 тижня семестру.
4. Практична робота 1: до 2 тижня семестру.
5. Практична робота 2: до 3 тижня семестру.
6. Практична робота 3: до 4 тижня семестру.
7. Практична робота 4: до 5 тижня семестру.
8. Практична робота 5: до 6 тижня семестру.
9. Практична робота 6: до 7 тижня семестру.

10. Практична робота 7: до 8 тижня семестру.
11. Практична робота 8: до 9 тижня семестру.
12. Практична робота 9: до 10 тижня семестру.
13. Практична робота 10: до 11 тижня семестру.
14. Практична робота 11: до 12 тижня семестру.
15. Практична робота 12: до 13 тижня семестру.
16. Практична робота 13: до 14 тижня семестру.

Студенти мають право на одне перескладання кожної контрольної роботи у визначений викладачем термін.

У випадку відсутності студентів з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

У випадку встановлення фактів порушення студентами академічної доброчесності передбачених пунктом 9.8.2 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» що діє від 07.05.2018, вони будуть притягнуті до відповідальності передбаченої пунктом 9.8.3 цього положення.

7.3. Шкала відповідності оцінок

| | |
|----------------------------------|--------|
| Відмінно / Excellent | 90-100 |
| Добре / Good | 75-89 |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74 |
| Незадовільно / Fail | 0-59 |

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

| № Лекції | Назва лекції | Лекції | Практ. роботи | Самост. робота |
|-----------------------------|--|--------|---------------|----------------|
| 1 | Тема 1. Дослідження операцій як наука. Лінійне програмування. Приклади моделей ЛП. | 2 | 2 | 4 |
| 2 | Тема 2. Загальна задача ЛП. Властивості допустимої області задачі ЛП та множини оптимальних розв'язків задачі ЛП. | 2 | 2 | 4 |
| 3 | Тема 3. Алгоритм симплекс-методу для канонічної задачі ЛП та його обрuntuвання. | 2 | 2 | 6 |
| 4 | Тема 4. Розв'язування стандартної задачі ЛП. Методи штучного базису. | 2 | 2 | 6 |
| 5 | Тема 5. М-метод. | 2 | 2 | 6 |
| Контрольна робота 1. | | 2 | | |
| 6 | Тема 6. Теорія двоїстості ЛП. Постановки задач. | 2 | 2 | 4 |
| 7 | Тема 7. Основні теореми двоїстості. | 2 | 2 | 4 |
| 8 | Тема 8. Алгоритм двоїстого симплекс-методу та його обгрунтування. | 2 | 2 | 6 |
| 9 | Тема 9. Транспортна задача, постановка, та основні властивості. | 2 | 2 | 4 |
| 10 | Тема 10. Двоїста задача до транспортної. Метод потенціалів. | 2 | 2 | 4 |
| 11 | Тема 11. Транспортна задача з обмеженими пропускними спроможностями. | 2 | 2 | 4 |

| | | | | |
|----------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| 12 | Тема 12. Матричні ігри. Необхідні та достатні умови існування сідлових точок функції. Розв'язок матричної гри у чистих стратегіях. | 2 | 2 | 4 |
| 13 | Тема 13. Змішане розширення матричної гри. Теорема про матричні ігри та ЗЛП. Теорема про розв'язність матричної гри у змішаних стратегіях. | 2 | 2 | 4 |
| 14 | Тема 14. Теорема про активні стратегії. Ітеративні методи розв'язування матричних ігор. Метод Брауна-Робінсон. | 2 | 2 | |
| Контрольна робота 3 | | 2 | | |
| ВСЬОГО | | 30 | 28 | 60 |

Загальний обсяг **120 годин**, в тому числі:

Лекцій – 30 год.,

Лабораторних робіт – 28 год.,

Самостійної роботи – 60 год.,

Консультації – 2 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Ю.Д.Попов, В.І.Тюптя, В.І.Шевченко “Методи оптимізації”, К.,2000.
2. Х.А.Таха “Введение в исследование операций”, изд. “Вильямс”, 2001.
3. Ю.М.Ермольев и др. “Математические методы исследования операций”, К.1977.
4. И.Н.Ляшенко и др. “Линейное и нелинейное программирование”, К.,1978.
5. И.А.Калихман, «Сборник задач по математическому программированию», М., 1975.
6. В.Ф.Капустин. Практические занятия по курсу математического программирования. Издательство Ленинградского университета, 1976.

Додаткові:

1. Ю.Д.Попов, В.І.Тюптя, В.І.Шевченко “Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з методів оптимізації”, К.1995, 1998, 2000.
2. Ю.П.Зайченко, “Исследование операций”, К.,1988г.
3. Ю.П.Зайченко, С.А.Шумилова “Исследование операций”, зб.задач, К.,1984г.
4. В.Г.Карманов. “Математическое программирование”, М.1975.