

|                            |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                            | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 1                                 |

**ЗАТВЕРДЖЕНО**



Вченою радою  
факультету інформаційно-  
комп'ютерних технологій  
28 серпня 2024 р., протокол № 8

Голова Вченої ради  
Тетяна НІКІТЧУК

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»  
освітньо-професійна програма «Інженерія програмного забезпечення»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра інженерії програмного забезпечення

Схвалено на засіданні кафедри  
інженерії програмного забезпечення  
28 серпня 2024 р.,  
протокол № 7

Завідувач кафедри  
 Тетяна ВАКАЛЮК

Гарант освітньо-професійної  
програми  
 Андрій МОРОЗОВ

Розробник: старший викладач кафедри комп'ютерних наук Галина МАРЧУК,  
старший викладач кафедри ІПЗ Тамара ЛОКТИКОВА

Житомир  
2024 – 2025 н.р.

|                            |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                            | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 2                                 |

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» освітньо-професійна програма «Інженерія програмного забезпечення» затверджена Вченою радою факультету інформаційно-комп'ютерних технологій від 28 серпня 2024 р., протокол № 8.

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 3                                 |

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                | Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь          | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                        |                                                        | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 3                                                                 | Галузь знань 12 «Інформаційні технології»              | обов’язкова                          |                       |
| Модулів – 1                                                                            | Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення» | Рік підготовки:                      |                       |
| Змістових модулів – 3                                                                  |                                                        | 3                                    | 3                     |
| Загальна кількість годин – 90                                                          |                                                        | Семестр                              |                       |
|                                                                                        |                                                        | 2                                    | 2                     |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0<br>самостійної роботи – 3,5 | Освітній ступінь «бакалавр»                            | Лекції                               |                       |
|                                                                                        |                                                        | 16 год.                              | 4 год.                |
|                                                                                        |                                                        | Практичні                            |                       |
|                                                                                        |                                                        | –                                    | –                     |
|                                                                                        |                                                        | Лабораторні                          |                       |
|                                                                                        |                                                        | 32 год.                              | 8 год.                |
|                                                                                        |                                                        | Самостійна робота                    |                       |
|                                                                                        |                                                        | 42 год.                              | 78 год.               |
|                                                                                        |                                                        | Вид контролю                         |                       |
|                                                                                        |                                                        | екзамен                              |                       |

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 13 % аудиторних занять, 87 % самостійної та індивідуальної роботи.

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 4                                 |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни** є ознайомлення здобувачів вищої освіти з основами математичних методів розв’язання екстремальних задач; формування навичок математичного дослідження прикладних питань і вміння перевести практичну задачу на математичну мову. При викладанні математичних методів дослідження операцій дисципліна спирається на знання здобувачів, отримані під час вивчення основ вищої математики та програмування на молодших курсах університету.

**Завданнями навчальної дисципліни є:**

- формулювання задач оптимізації;
- основні методи розв’язання задач лінійного програмування;
- основні методи розв’язання задач цілочисельного програмування;
- основні методи розв’язання задач нелінійного програмування;
- побудова математичної моделі практичної задачі;
- визначення, до якого класу задач належить та або інша задача математичного програмування;
- вибір методу розв’язання поставленої задачі;
- розв’язання вручну і на комп’ютері задач математичного програмування найпростіших типів.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та освітньо-професійною програмою «Інженерія програмного забезпечення»:

**ЗК01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу чи синтезу.

**ЗК02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**СК08.** Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення.

**СК14.** Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення»:

**ПР01.** Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідкові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

**ПР05.** Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати додатково наступні Soft skills:

|                            |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                            | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 5                                 |

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;

- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;

- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 6                                 |

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1

##### Змістовий модуль 1. Лінійне програмування (ЛП)

**Тема 1.** Загальна постановка задачі ЛП та її властивості. Графічний метод розв'язання задачі ЛП (ЗК01, ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 2.** Метод симплекс-таблиць розв'язання задачі ЛП. Основні поняття, визначення, позначення. Алгоритм симплекс-методу. Метод штучного базису. Приклади задач лінійного програмування (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 3.** Двоїстість у лінійному програмуванні. Пряма та двоїста задачі, взаємний зв'язок поміж ними. Симетрична та несиметрична пари задач ЛП. Взаємний зв'язок поміж розв'язаннями прямої та двоїстої задач (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 4.** Двоїстий симплекс-метод. Алгоритм двоїстого симплекс-методу (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 5.** Транспортні задачі (Т-задачі). Постановка Т-задачі. Основні поняття та визначення. Методи відшукування початкового опорного плану Т-задачі: метод «північно-західного кута», метод «мінімального елемента». Метод потенціалів розв'язання Т-задачі. Алгоритм методу потенціалів (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

##### Змістовий модуль 2. Цілочисельне програмування (ЦП).

**Тема 6.** Постановка задачі цілочисельного програмування, її особливості. Приклади задач ЦП (ЗК01, ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 7.** Метод відсікаючих площин (Гоморі) розв'язання задачі ЦП. Основні поняття, визначення, позначення. Алгоритм методу відсікаючих площин (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 8.** Метод гілок та меж розв'язання задачі ЦП. Алгоритм методу, властивості алгоритму (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

##### Змістовий модуль 3. Нелінійне програмування (НП).

**Тема 9.** Постановка задачі НП, її особливості. Задача НП із умовами-обмеженнями-рівностями. Метод множників Лагранжа. Основні поняття та визначення. Алгоритм методу множників Лагранжа (ЗК01, ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 10.** Опукле та вгнуте програмування. Опуклі множини і функції. Опуклі множини: основні поняття та властивості. Опуклі функції: основні поняття та властивості. Опукле програмування: основні поняття та властивості. Теорема Куна-Таккера. Вгнуті множини. Вгнуті функції. Вгнуте програмування (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

**Тема 11.** Квадратичне програмування (КП): основні поняття та властивості. Теорія квадратичного програмування (ЗК02, СК08, СК14, ПР01, ПР05).

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 7                                 |

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

| Змістові модулі і теми                                                                                                                                                                                                                                                                         | Кількість годин |          |             |                   |              |             |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|-------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | денна форма     |          |             |                   | заочна форма |             |             |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | усього          | лекції   | лабораторні | самостійна робота | усього       | лекції      | лабораторні | самостійна робота |
| <b>МОДУЛЬ 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |          |             |                   |              |             |             |                   |
| <b>Змістовий модуль 1. Лінійне програмування (ЛП)</b>                                                                                                                                                                                                                                          |                 |          |             |                   |              |             |             |                   |
| <b>Тема 1.</b> Загальна постановка задачі ЛП та її властивості. Графічний метод розв'язання задачі ЛП                                                                                                                                                                                          | 7               | 1        | 4           | 2                 | 7            | 0,25        | 1           | 5,75              |
| <b>Тема 2.</b> Метод симплекс-таблиць розв'язання задачі ЛП. Основні поняття, визначення, позначення. Алгоритм симплекс-методу. Метод штучного базису. Приклади задач лінійного програмування                                                                                                  | 14              | 2        | 8           | 4                 | 14           | 0,5         | 2           | 11,5              |
| <b>Тема 3.</b> Двоїстість у лінійному програмуванні. Прямі та двоїсті задачі, взаємний зв'язок між ними. Симетрична та несиметрична пари задач ЛП. Взаємний зв'язок між розв'язаннями прямої та двоїстої задач                                                                                 | 9               | 1        | 4           | 4                 | 9            | 0,25        | 1           | 7,75              |
| <b>Тема 4.</b> Двоїстий симплекс-метод. Алгоритм двоїстого симплекс-методу                                                                                                                                                                                                                     | 5               | 1        | 0           | 4                 | 5            | 0,25        | 0           | 4,75              |
| <b>Тема 5.</b> Транспортні задачі (Т-задачі). Постановка Т-задачі. Основні поняття та визначення. Методи відшукування початкового опорного плану Т-задачі: метод «північно-західного кута», метод «мінімального елемента». Метод потенціалів розв'язання Т-задачі. Алгоритм методу потенціалів | 9               | 2        | 3           | 4                 | 10           | 0,5         | 1           | 8,5               |
| <b>Модульний контроль 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1               | -        | 1           | -                 | -            | -           | -           | -                 |
| <b>Разом за змістовий модуль 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>45</b>       | <b>7</b> | <b>20</b>   | <b>18</b>         | <b>45</b>    | <b>1,75</b> | <b>5</b>    | <b>38,25</b>      |
| <b>Змістовий модуль 2. Цілочисельне програмування (ЦП)</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                 |          |             |                   |              |             |             |                   |
| <b>Тема 6.</b> Постановка задачі цілочисельного програмування, її особливості. Приклади задач ЦП                                                                                                                                                                                               | 5               | 1        | 0           | 4                 | 5            | 0,25        | 0           | 4,75              |
| <b>Тема 7.</b> Метод відсікаючих площин (Гоморі) розв'язання задачі ЦП. Основні поняття, визначення, позначення. Алгоритм методу відсікаючих площин                                                                                                                                            | 8               | 1        | 3           | 4                 | 8            | 0,25        | 1           | 6,75              |
| <b>Тема 8.</b> Метод гілок та меж розв'язання задачі ЦП. Алгоритм методу, властивості алгоритму                                                                                                                                                                                                | 6               | 2        | 0           | 4                 | 7            | 0,5         | 0           | 6,5               |

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 8                                 |

| Змістові модулі і теми                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Кількість годин |           |             |                   |              |             |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | денна форма     |           |             |                   | заочна форма |             |             |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | усього          | лекції    | лабораторні | самостійна робота | усього       | лекції      | лабораторні | самостійна робота |
| <b>Модульний контроль 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1               | -         | 1           | -                 | -            | -           | -           | -                 |
| <b>Разом за змістовий модуль 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>20</b>       | <b>4</b>  | <b>4</b>    | <b>12</b>         | <b>20</b>    | <b>1</b>    | <b>1</b>    | <b>18</b>         |
| <b>Змістовий модуль 3. Нелінійне програмування (НП)</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |           |             |                   |              |             |             |                   |
| <b>Тема 9.</b> Постановка задачі НП, її особливості. Задача НП із умовами-обмеженнями-рівностями. Метод множників Лагранжа. Основні поняття та визначення. Алгоритм методу множників Лагранжа                                                                                                              | 9               | 1         | 4           | 4                 | 9            | 0,25        | 1           | 7,75              |
| <b>Тема 10.</b> Опукле та вгнуте програмування. Опуклі множини і функції. Опуклі множини: основні поняття та властивості. Опуклі функції: основні поняття та властивості. Опукле програмування: основні поняття та властивості. Теорема Куна-Таккера. Вгнуті множини. Вгнуті функції. Вгнуте програмування | 6               | 2         | 0           | 4                 | 6            | 0,5         | 0           | 5,5               |
| <b>Тема 11.</b> Квадратичне програмування (КП): основні поняття та властивості. Теорія квадратичного програмування                                                                                                                                                                                         | 9               | 2         | 3           | 4                 | 10           | 0,5         | 1           | 8,5               |
| <b>Модульний контроль 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1               | -         | 1           | -                 | -            | -           | -           | -                 |
| <b>Разом за змістовий модуль 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>25</b>       | <b>5</b>  | <b>8</b>    | <b>12</b>         | <b>25</b>    | <b>1,25</b> | <b>2</b>    | <b>21,75</b>      |
| <b>ВСЬОГО</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>90</b>       | <b>16</b> | <b>32</b>   | <b>42</b>         | <b>90</b>    | <b>4</b>    | <b>8</b>    | <b>78</b>         |

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 9                                 |

## 5. Теми лабораторних занять

| № з/п                                               | Назва теми                                                                          | Кількість годин |              |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|                                                     |                                                                                     | денна форма     | заочна форма |
| МОДУЛЬ 1                                            |                                                                                     |                 |              |
| Змістовий модуль 1. Лінійне програмування (ЛП)      |                                                                                     |                 |              |
| 1                                                   | Розв’язання задачі лінійного програмування графічним методом                        | 4               | 1            |
| 2                                                   | Розв’язання задачі лінійного програмування методом симплекс-таблиць                 | 4               | 1            |
| 3                                                   | Розв’язання задачі лінійного програмування методом штучного базису                  | 4               | 1            |
| 4                                                   | Двоїстість у лінійному програмуванні                                                | 4               | 1            |
| 5                                                   | Розв’язання транспортної задачі                                                     | 3               | 1            |
| 6                                                   | Модульний контроль 1                                                                | 1               | -            |
| Змістовий модуль 2. Цілочисельне програмування (ЦП) |                                                                                     |                 |              |
| 7                                                   | Розв’язання задачі цілочисельного програмування методом відсікаючих площин (Гоморі) | 3               | 1            |
| 8                                                   | Модульний контроль 2                                                                | 1               | -            |
| Змістовий модуль 3. Нелінійне програмування (НП)    |                                                                                     |                 |              |
| 9                                                   | Розв’язання задачі нелінійного програмування методом множників Лагранжа             | 4               | 1            |
| 10                                                  | Розв’язання задачі квадратичного програмування                                      | 3               | 1            |
| 11                                                  | Модульний контроль 3                                                                | 1               | -            |
| РАЗОМ                                               |                                                                                     | 32              | 8            |

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 10                                |

## 6. Завдання для самостійної роботи

Передбачається, що в період вивчення дисципліни студент самостійно опрацює теоретичні основи прослуханого лекційного матеріалу, вивчає окремі питання, що передбачені для самостійного опрацювання, поглиблено вивчає літературу на задану тему та здійснює пошук додаткової інформації, систематизує вивчений матеріал перед екзаменом.

| № з/п                                               | Назва теми                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Кількість годин |              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | денна форма     | заочна форма |
| МОДУЛЬ 1                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |              |
| Змістовий модуль 1. Лінійне програмування (ЛП)      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |              |
| 1                                                   | Тема 1. Загальна постановка задачі ЛП та її властивості. Графічний метод розв’язання задачі ЛП                                                                                                                                                                                                      | 2               | 5,75         |
| 2                                                   | Тема 2. Метод симплекс-таблиць розв’язання задачі ЛП. Основні поняття, визначення, позначення. Алгоритм симплекс-методу. Метод штучного базису. Приклади задач лінійного програмування                                                                                                              | 4               | 11,5         |
| 3                                                   | Тема 3. Двоїстість у лінійному програмуванні. Прямі та двоїсті задачі, взаємний зв’язок поміж ними. Симетрична та несиметрична пари задач ЛП. Взаємний зв’язок поміж розв’язаннями прямої та двоїстої задач                                                                                         | 4               | 7,75         |
| 4                                                   | Тема 4. Двоїстий симплекс-метод. Алгоритм двоїстого симплекс-методу                                                                                                                                                                                                                                 | 4               | 4,75         |
| 5                                                   | Тема 5. Транспортні задачі (Т-задачі). Постановка Т-задачі. Основні поняття та визначення. Методи відшукування початкового опорного плану Т-задачі: метод «північно-західного кута», метод «мінімального елемента». Метод потенціалів розв’язання Т-задачі. Алгоритм методу потенціалів             | 4               | 8,5          |
| Змістовий модуль 2. Цілочисельне програмування (ЦП) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |              |
| 6                                                   | Тема 6. Постановка задачі цілочисельного програмування, її особливості. Приклади задач ЦП                                                                                                                                                                                                           | 4               | 4,75         |
| 7                                                   | Тема 7. Метод відсікаючих площин (Гоморі) розв’язання задачі ЦП. Основні поняття, визначення, позначення. Алгоритм методу відсікаючих площин                                                                                                                                                        | 4               | 6,75         |
| 8                                                   | Тема 8. Метод гілок та меж розв’язання задачі ЦП. Алгоритм методу, властивості алгоритму                                                                                                                                                                                                            | 4               | 6,5          |
| Змістовий модуль 3. Нелінійне програмування (НП)    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |              |
| 9                                                   | Тема 9. Постановка задачі НП, її особливості. Задача НП із умовами-обмеженнями-рівностями. Метод множників Лагранжа. Основні поняття та визначення. Алгоритм методу множників Лагранжа                                                                                                              | 4               | 7,75         |
| 10                                                  | Тема 10. Опукле та вгнуте програмування. Опуклі множини і функції. Опуклі множини: основні поняття та властивості. Опуклі функції: основні поняття та властивості. Опукле програмування: основні поняття та властивості. Теорема Куна-Таккера. Вгнуті множини. Вгнуті функції. Вгнуте програмування | 4               | 5,5          |
| 11                                                  | Тема 11. Квадратичне програмування (КП): основні поняття та властивості. Теорія квадратичного програмування                                                                                                                                                                                         | 4               | 8,5          |
| РАЗОМ                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 42              | 78           |

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                                           |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|-----------------------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024<br>Арк 17 / 11 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 |                                                           |

## 7. Індивідуальні самостійні завдання

Не передбачені навчальним планом.

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

| Результат навчання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Методи навчання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідкові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</i></p> <p><i>ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (виконання практичних завдань, проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (мозковий штурм)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення завдань, підготовка доповідей, написання наукових статей)</li> </ul> |

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

| Результат навчання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Методи контролю                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідкові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</i></p> <p><i>ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>– Екзамен</li> </ul> |

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 12                                |

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає:

- поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми навчання;
- поточний та підсумковий контроль – для здобувачів заочної форми навчання.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у формі комп'ютерного тестування.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

| Види робіт здобувача вищої освіти                      | Кількість балів за семестр |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Для здобувача денної форми навчання</b>             |                            |
| Виконання завдань поточного контролю                   | 60                         |
| Виконання завдань модульного або підсумкового контролю | 40                         |
| <b>Підсумкова семестрова оцінка</b>                    | <b>100</b>                 |
| <b>Для здобувача заочної форми навчання</b>            |                            |
| Виконання завдань поточного контролю                   | 60                         |
| Виконання завдань підсумкового контролю                | 40                         |
| <b>Підсумкова семестрова оцінка</b>                    | <b>100</b>                 |

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 13                                |

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

| Види робіт здобувача вищої освіти                                                                                                                                     | Кількість балів за семестр         |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                                                       | денна форма                        | заочна форма                       |
| Виконання завдань під час навчальних занять                                                                                                                           | 60                                 | 60                                 |
| Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали):                                                                             | сумарно не більше 10<br>10/8/6 (4) | сумарно не більше 10<br>10/8/6 (4) |
| 1. Призове місце (1, 2, 3) або участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах | 10<br>(одноразово)                 | 10<br>(одноразово)                 |
| 2. Підготовка наукових статей                                                                                                                                         | 4<br>(одноразово)                  | 4<br>(одноразово)                  |
| 3. Підготовка тез доповідей наукових конференцій                                                                                                                      | 5<br>(одноразово)                  | 5<br>(одноразово)                  |
| 3. Інші види робіт:<br>- активна участь в опитуваннях, обговореннях, дискусіях під час лекцій протягом семестру<br>- участь у вебінарах та заходах від ІТ-компаній    | 2 (за кожен)                       | 2 (за кожен)                       |
| <b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>                                                                                                                  | <b>60</b>                          | <b>60</b>                          |

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

| Види робіт здобувача вищої освіти                           | Кількість балів за семестр |                |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|
|                                                             | денна форма                | заочна форма   |
| Виконання лабораторних робіт ( $\sum P_i$ )                 | 6*8=48                     | 6*8=48         |
| Виконання тестових завдань ( $\sum T_i$ )                   | 2*8=16                     | 2*8=16         |
| Захист лабораторних робіт ( $\sum 3P_i$ )                   | 2*8=16                     | 2*8=16         |
| <b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b> | <b>10*8=80</b>             | <b>10*8=80</b> |

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum (P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{НЗ}}$  – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_i$  – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

$BK_i$  – ваговий коефіцієнт за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 14                                |

занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

КН<sub>3</sub> – коригувальний коефіцієнт (=6/8), який визначається шляхом переведення у 60 балів.

### Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

| Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання <sup>1</sup> | Кількість балів за семестр |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Виконання завдань модульного контролю 1                              | 10                         |
| Виконання завдань модульного контролю 2                              | 15                         |
| Виконання завдань модульного контролю 3                              | 15                         |
| <b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>                | <b>40</b>                  |

<sup>1</sup> Зарахування балів за виконання завдань модульного контролю здійснюється за умови, що здобувач вищої освіти набрав не менше 60% від максимальної кількості балів, які передбачені для даного виду контролю.

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання виконав завдання модульного контролю і з урахуванням отриманих балів за поточний контроль набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

У здобувача вищої освіти заочної форми навчання семестрова оцінка за вивчення навчальної дисципліни формується як сума кількості балів за поточний контроль і кількості балів за підсумковий контроль.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 20 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 15–19 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 15                                |

планом освітньої програми<sup>1</sup>. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 14 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми<sup>1</sup>.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Шкала оцінювання**

| Шкала ЄКТС | Національна шкала | 100-бальна шкала |
|------------|-------------------|------------------|
| A          | Відмінно          | 90-100           |
| B          | Добре             | 82-89            |
| C          |                   | 74-81            |
| D          | Задовільно        | 64-73            |
| E          |                   | 60-63            |
| FX         | Незадовільно      | 35-59            |
| F          |                   | 0-34             |

<sup>1</sup> Положення щодо вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, не поширюється на останній семестр навчання на всіх рівнях вищої освіти.

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 16                                |

## 11. Глосарій

| № з/п | Термін державною мовою        | Відповідник англійською мовою     |
|-------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1     | Математичне моделювання       | Mathematical modeling             |
| 2     | Оптимізація                   | Optimization                      |
| 3     | Математичне програмування     | Mathematical programming          |
| 4     | Цільова функція               | Objective function                |
| 5     | Функція-обмеження             | Constraint function               |
| 6     | Область допустимих розв'язків | Domain of valid solutions         |
| 7     | Лінійне програмування         | Linear programming                |
| 8     | Цілочисельне програмування    | Integer programming               |
| 9     | Нелінійне програмування       | Nonlinear programming             |
| 10    | Симплекс-метод                | Simplex method                    |
| 11    | Вільна змінна                 | Free variable                     |
| 12    | Штучний базис                 | Artificial basis                  |
| 13    | Симплекс-таблиця              | Simplex table                     |
| 14    | Індексний рядок               | Index row                         |
| 15    | Напрямний рядок               | Guide row                         |
| 16    | Напрямний стовпець            | Guide column                      |
| 17    | Напрямний елемент             | Guide element                     |
| 18    | Оптимальний розв'язок         | Optimal solution                  |
| 19    | Транспортна задача            | Transportation theory             |
| 20    | Правильне відсічення          | Correct cutoff                    |
| 21    | Двоїстість                    | Duality                           |
| 22    | Метод гілок та меж            | Method of branches and boundaries |
| 23    | Множник Лагранжа              | Lagrange multiplier               |
| 24    | Функція Лагранжа              | Lagrange function                 |
| 25    | Квадратичне програмування     | Quadratic programming             |

## 12. Рекомендована література

### Основна література

1. Копич І.М., Глушик М.М., Пенцак О., Сорківський В. Математичне програмування. – Львів: Новий світ-2000, 2020. – 280 с.
2. Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" (автори: Локтікова Т.М., Кушнір Н.О.), 2023. 65 с. Електронне видання (Протокол НМР N8 від 24.05.2023 р.).
3. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" (автори: Кушнір Н.О., Локтікова Т.М., Морозов А.В.), 2023. 37 с. Електронне видання (Протокол НМР N8 від 24.05.2023 р.).

|                         |                                                                                                                                                   |         |               |                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-22.07-05.01/<br>121.00.1/Б/<br>ОК29-2024 |
|                         | Випуск 1                                                                                                                                          | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 17 / 17                                |

4. Катренко А.В. Дослідження операцій: Підручник. – Львів: Магнолія 2006, 2024. – 352 с.

### *Допоміжна література*

1. Морозов А.В., Локтікова Т.М. Методи та алгоритми побудови раціональних маршрутів руху транспортних засобів: монографія. – Житомир: Видавець Євенок О.О., 2019. – 220 с.

2. Морозов А.В., Локтікова Т.М., Кушнір Н.О. Про один наближений метод розв’язання загальної задачі комівояжера. Вісник інженерної академії України. – 2019. – №1. – С. 169-172.

3. Плечистий Д.Д., Морозов А.В., Локтікова Т.М. Метод локальних послідовностей у задачі пошуку маршруту комівояжера. Тези 12-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп’ютерні технології – 2021», 01-03 квітня 2021. – Житомир: Житомирська політехніка, 2021. – С. 37-38.

4. Gritsuk I., Plechystyy D., Morozov A., Loktikova T., Shadura V. Local Sequence Method of Finding Solution to Traveling Salesman Problem. International Conference "Information Control Systems and Technologies (ICST -2021)", September 23–25, 2021. Odessa, Ukraine. — Режим доступу: [https://easychair.org/publications/preprint\\_open/c3Hr](https://easychair.org/publications/preprint_open/c3Hr).

5. Бех О.В., Городня Т.А., Щербак А.Ф. Збірник задач з математичного програмування. Навчальний посібник. – Львів: Магнолія 2006, 2025. – 211 с.

### **13. Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. <http://www.microsoftvirtualacademy.com/> - Віртуальна академія Microsoft.
2. <http://itacademy.microsoftlearning.com/> - Інтерактивне навчання за програмою Microsoft IT Academy.