

Розробник:

Жданова Юлія Дмитрівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Викладач:


Жданова Юлія Дмитрівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри математики і фізики.

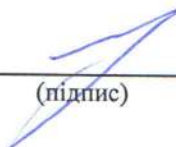
Протокол від « 07 » лютого 2024 року № 1.

Завідувач кафедри  Світлана СЕМЕНЯКА
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником освітньої програми) 122.00.01 Інформатика
_____. 2024 р.

Керівник освітньої програми  Ірина МАШКІНА
(підпис)

Робочу програму перевірено
_____. 2024р.

Заступник директора/декана  Євген ІВАНІЧЕНКО
(підпис)

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), « ____ » ____ 20__ р., протокол № ____

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни	обов'язкова	
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська	
Загальний обсяг кредитів / годин	4/120	
Курс	2	
Семестр	4	
Кількість змістових модулів з розподілом:	4	
Обсяг кредитів	4	
Обсяг годин, в тому числі:	120	
Аудиторні	56 год.	
Модульний контроль	8 год.	
Самостійна робота	56 год.	
Форма семестрового контролю	залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча навчальна програма дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» є нормативним документом Київського столичного університету імені Бориса Грінченка, який розроблено кафедрою математики і фізики на основі освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня відповідно до навчального плану спеціальності 122 Комп'ютерні науки, освітньої програми 122.00.01 Інформатика.

Робочу навчальну програму укладено згідно з вимогами Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ЄКТС) організації навчання.

Програма визначає обсяги знань, якими повинен опанувати здобувач першого (бакалаврського) рівня відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційної характеристики, алгоритму вивчення навчального матеріалу дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» та необхідне методичне забезпечення, складові та технологію оцінювання навчальних досягнень студентів.

Мета:

- формування у студентів знань, вмінь і навичок щодо впровадження та застосування теоретичних основ оптимізації та дослідження операцій;
- формування у майбутніх спеціалістів теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач оптимізації та дослідження операцій;
- використання спеціалізованих оптимізаційних методів при розв'язанні задач оптимізації та математичного планування;

Завдання: формування теоретичних знань та практичних умінь з дослідження операцій та набуття наступних компетентностей:

Загальні компетентності

ЗК-6: Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-7: Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; до

критичної оцінки отриманої інформації, використання логіки і раціональних міркувань.

ЗК-11: Здатність приймати обґрунтовані рішення й обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному й професійному рівні.

Спеціальні компетентності

СК-1: Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів

СК-3: Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення та аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК-4: Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі та алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язання професійних задач.

СК-5: Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

СК-6: Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

СК-7: Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

3. Результати навчання за дисципліною

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- види математичних моделей, які моделюють явища (операції);
- основні методи оптимізації та дослідження операцій:
 - методи розв'язування задач лінійного програмування;
 - методи розв'язування транспортної задачі;
 - методи розв'язування оптимізаційних задач на мережах;
 - метод динамічного програмування та приклади задач, у яких його може бути застосовано.
 - методи розв'язування задач нелінійного програмування;
 - методи розв'язування задач стохастичного програмування;

вміти:

- будувати математичні моделі операцій;
- застосовувати алгоритми і методи оптимізації та дослідження операцій:
 - алгоритм симплекс-методу розв'язування задачі лінійного програмування;
 - алгоритми розв'язування цілочисельної задачі лінійного програмування;
 - алгоритм методу потенціалів розв'язування транспортної задачі;
 - алгоритми розв'язування оптимізаційних задач на мережах;
 - метод динамічного програмування;
 - методи розв'язування задач нелінійного програмування;

- методи розв'язування задач стохастичного програмування.

та досягти наступних програмних результатів навчання:

ПР-3: використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.

ПР-5: проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій;

ПР-7: розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

ПР-8: використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	У с ь о г о	Розподіл годин між видами робіт			
		Аудиторна			Самос тійна
		Лек ції	Пра ктич ні	Ла бор ато рні	
Змістовий модуль 1. Задачі лінійного програмування					
Тема 1. Методологічні основи дослідження операцій	4	2			2
Тема 2. Задачі лінійного програмування	24	2	10		12
Модульний контроль 1	2				
Разом за змістовим модулем 1	30	4	10		14
Змістовий модуль 2. Спеціальні задачі лінійного програмування					
Тема 3. Цілочисельне програмування	12	2	4		6
Тема 4. Транспортна задача лінійного програмування	16	2	6		8
Модульний контроль 2	2				
Разом за змістовим модулем 2	30	4	10		14
Змістовий модуль 3 Програмування на мережах. Динамічне програмування					
Тема 5. Оптимізаційні задачі на графах та мережах	16	2	6		8
Тема 6. Динамічне програмування	12	2	4		6
Модульний контроль 3	2				
Разом за змістовим модулем 3	30	4	10		14
Змістовий модуль 4. Задачі нелінійного програмування. Стохастичне програмування					
Тема 7. Задачі нелінійного програмування	20	2	8		10
Тема 8. Задачі стохастичного програмування	8	2	2		4
Модульний контроль 4	2				
Разом за змістовим модулем 4	30	4	10		14
Усього годин	120	16	40		56

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Задачі лінійного програмування

Тема 1. Методологічні основи дослідження операцій

Предмет, метод та задачі методів оптимізації та дослідження операцій. Зміст і порядок проходження дисципліни. Основна і додаткова література. Коротка історична довідка.

Поняття операції та її ефективності. Математичні моделі операцій. Детерміновані аналітичні моделі операцій. Математичні моделі операцій з урахуванням невизначеності. Основні класи задач дослідження операцій. Етапи дослідження операцій.

Тема 2. Задачі лінійного програмування

Поняття про лінійне програмування. Математична модель задачі лінійного програмування (ЗЛП). Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування. Графічний метод розв'язування ЗЛП. Принципи графічного методу розв'язування ЗЛП.

Теоретичні основи симплекс-методу розв'язування задачі лінійного програмування: поняття базису, допустимого базису; взаємозв'язок між базисами та опорними планами; ознаки оптимальності або необмеженості цільової функції на множині допустимих планів; правило покращення неоптимального допустимого базису. Алгоритм симплекс-методу.

Двоїстість в лінійному програмуванні. Основні теореми двоїстості. Двоїстий критерій оптимальності. Двоїстий симплекс-метод.

Змістовий модуль 2. Спеціальні задачі лінійного програмування.

Тема 3. Цілочисельне програмування

Постановка задачі цілочисельного лінійного програмування. Геометричний метод розв'язування задачі цілочисельного програмування. Методи відтинань. Метод Гоморі. Комбінаторні методи. Метод гілок та меж розв'язування задач цілочисельного лінійного програмування.

Тема 4. Транспортна задача лінійного програмування

Постановка транспортної задачі лінійного програмування. Властивості опорних планів транспортних задач. Методи знаходження початкового опорного розв'язку. Метод потенціалів оптимізації опорного розв'язку.

Змістовий модуль 3. Програмування на мережах. Динамічне програмування

Тема 5. Оптимізаційні задачі на мережах

Поняття мережі. Задача про мінімальне кістякове дерево у мережі. Алгоритм Пріма. Задача про мінімальний шлях у мережі. Алгоритм Дейкстри. Потоки на мережах. Задача про максимальний потік на мережі. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Тема 6. Динамічне програмування

Постановка та математична модель задачі динамічного програмування. Методи розв'язування задач динамічного програмування. Принцип оптимальності та рівняння Беллмана. Багатокроковий процес прийняття рішень. Прикладні моделі задач динамічного програмування. Розв'язування задач про інвестиції. Розв'язування задач знаходження найкоротшого шляху в мережі методами динамічного програмування.

Змістовий модуль 4. Задачі нелінійного програмування. Стохастичне програмування

Тема 7. Задачі нелінійного програмування

Постановка задачі нелінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі нелінійного програмування. Графічний метод розв'язування задач нелінійного програмування. Методи розв'язування задач нелінійного програмування без обмежень. Методи розв'язування задач нелінійного програмування при обмеженнях-рівностях: метод виключення; метод множників Лагранжа. Методи розв'язування задач нелінійного програмування при обмеженнях-нерівностях. Теорема Куна-Таккера.

Спеціальні задачі нелінійного програмування. Опукле програмування. Квадратичне

програмування. Дробово-лінійне програмування.

Тема 8. Задачі стохастичного програмування

Проблема вибору рішення в умовах ризику та невизначеності. Постановка та методи розв'язування задачі стохастичного програмування. Задачі стохастичного програмування з випадковими параметрами цільової функції. Задача про проведення профілактичних робіт. Задача про оптимальний рівень створення запасів. Задачі стохастичного програмування з випадковими параметрами у системі обмежень. Перетворення задачі стохастичного програмування на детерміновану. Задача про оптимальний випуск продукції при випадковому попиті. Транспортна задача при випадковому попиті.

6. Контроль навчальних досягнень

Навчальні досягнення студентів з дисципліни оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульних контролів, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок, розширення кількості підсумкових балів з урахуванням балів за екзамен до 100.

Оцінка за кожний змістовий модуль включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, за виконання домашніх завдань, за модульну контрольну роботу. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи:

- *Методи усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда.
- *Методи письмового контролю:* модульне письмове тестування, домашні завдання, екзамен.
- *Методи комп'ютерного контролю:* тестові програми.
- *Методи самоконтролю:* самостійне оцінювання своїх знань з дисципліни, отриманих результатів за домашні завдання, постановка питань.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- систематичність відвідування занять;
- своєчасність виконання навчальних і домашніх завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних і домашніх завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань;
- ініціативність у навчальній діяльності;
- постановка питань;
- виконання тестових завдань.

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти дисципліни (п. 7), де зазначено види контролю і кількість балів за видами. Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення у національну (4-бальну) та європейську (ECTS) шкалу подано нижче у таблицях.

6.1 Система оцінювання навчальних досягнень студентів

Поточний контроль здійснюється під час оцінювання в балах знань та вмінь студента з кожного практичного заняття, опитування теорії, результатів самостійної роботи.

Розрахунок рейтингових балів за видами поточного (модульного) контролю

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	5	5	5	5	5	5	5	5
4	Робота на практичних заняттях	10	5	50	5	50	5	50	5	50
3	Виконання завдань для самостійної роботи	5	2	10	2	10	2	10	2	10
5	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25	1	25
6	Макс. кількість балів за видами поточного контролю (МВ)			92		92		92		92
Максимальна кількість балів: 368										
Розрахунок коефіцієнта: $k=100/368=0,272$										

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	100
25	25	25	25	

Методика розрахунків модульної і семестрової оцінок студента

№ з/п	Оцінка студента	Макс. оцінка	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
1	Максимальна підсумкова семестрова модульна оцінка (МС)	100	-	-	-	-
2	Максимальні підсумкові оцінки за змістовими модулями (ММ)		25	25	25	25
3	Фактична кількість балів, отриманих студентом за видами поточного контролю (приклад) (ФБ)		68	68	70	70
4	Підсумкові фактичні оцінки студента за змістовими модулями $M = (ФБ/МВ) * ММ$ (приклад)		18,5	18,5	19	19
5	Підсумкова семестрова рейтингова оцінка студента $C = M_1 + M_2 + M_3 + M_4$ (приклад)		75 / С			

6.2 Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання

Самостійна робота є видом позааудиторної індивідуальної діяльності студента, результати якої використовуються у процесі вивчення програмового матеріалу навчальної дисципліни та містить результати дослідницького пошуку, відображає певний рівень його навчальної компетентності.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Бали
Змістовий модуль 1. Задачі лінійного програмування		16	10
1	Тема 1. Методологічні основи дослідження операцій	2	5
2	Тема 2. Задачі лінійного програмування	14	5
Змістовий модуль 2. Спеціальні задачі лінійного програмування.		16	10
3	Тема 3. Цілочисельне програмування	4	5
4	Тема 4. Транспортна задача лінійного програмування	12	5
Змістовий модуль 3. Програмування на мережах. Динамічне програмування		8	10
6	Тема 5. Оптимізаційні задачі на графах та мережах	4	5
7	Тема 6. Динамічне програмування	4	5
Змістовий модуль 4. Задачі нелінійного програмування. Стохастичне програмування		16	10
9	Тема 7. Задачі нелінійного програмування	8	5
10	Тема 8. Задачі стохастичного програмування	8	5
Разом		56	40

6.3 Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання

Оцінка за кожний змістовий модуль включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, за виконання домашніх завдань, за виконання завдань самостійної роботи, за модульну контрольну роботу. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу модуля. Форма проведення – виконання тестових завдань в середовищі MOODLE. Модульна контрольна робота оцінюється у 25 балів.

6.4 Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання

Семестровий (підсумковий) контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу дисципліни у формі заліку, умовою допуску до якого є отримання студентом 15 балів (з урахуванням коефіцієнту) за результатами поточного контролю.

Підсумкова семестрова (залікова) рейтингова оцінка студента є сумою підсумкових фактичних оцінок студента за змістовими модулями.

6.6 Шкала відповідності оцінок

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти дисципліни (п. 7), де зазначено види контролю і кількість балів за видами. Систему рейтингових балів подано нижче у таблиці.

Шкала відповідності оцінок

Рейтингова оцінка	Оцінка за стобальною шкалою	Значення оцінки
A	90 – 100 балів	Відмінно – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
B	82-89 балів	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
C	75-81 балів	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
D	69-74 балів	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
E	60-68 балів	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
FX	35-59 балів	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
F	1-34 балів	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

7. Навчально-методична карта дисципліни

Разом: 120 год., із них: лекції – 16 год., практичні заняття – 40 год., модульний контроль – 8 год., самостійна робота – 56 год.

Модулі (назви, бали)	1. Задачі лінійного програмування (92 балів)					2. Спеціальні задачі лінійного програмування (92 балів)					
Теми	1	2				3	4				
Лекції (теми, бали)	1. Методологічні основи дослідження операцій (1 бал)	2. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування (1 бал)				3. Цілочисельне програмування	4. Транспортна ЗЛП (1 бал)				
Практичні заняття (теми, бали)		1. Розв'язування ЗЛП графічним методом (11 балів)	2. Розв'язування ЗЛП симплекс-методом (11 балів)	3. Розв'язування ЗЛП М-методом (11 балів)	4. Розв'язування двоїстої ЗЛП (11 балів)	5. Розв'язування ЗЛП з використанням Microsoft Excel (11 балів)	6. Графічний метод та метод Гоморі розв'язування ЦЗЛП (11 балів)	7. Метод гілок та меж розв'язування ЦЗЛП (10 балів)	8. Методи знаходження початкового опорного розв'язку ТЗЛП (11 балів)	9. Метод потенціалів розв'язування ТЗЛП (11 балів)	10. Розв'язування ЦЗЛП та ТЗЛП з Microsoft Excel (11 балів)
Самостійна робота	Самостійна робота 1 (10 балів)					Самостійна робота 2 (10 балів)					
Поточний контроль (вид, бали)	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)					Модульна контрольна робота 2 (25 балів)					
Підсумковий контроль (вид, бали)	Залік										

Модулі (назви, бали)	3. Програмування на мережах. Динамічне програмування (92 балів)					4. Задачі нелінійного програмування. Стохастичне програмування (92 балів)								
Теми	5		6			7			8					
Лекції (теми, бали)	5. Оптимізаційні задачі на графах та мережах (1 бал)					6. Динамічне програмування (1 бал)					7. Задачі нелінійного програмування (1 бал)		8. Задачі стохастично го програмуван ня (1 бал)	
Практичні заняття (теми, бали)	11. Знахо дженн я мінім ально го кістяк ового дерев а у мереж і (11 балів)	12. Знаходж ення мінімаль ного шляху у мережі (11 балів)	13. Знаходж ення максима льного поток у за алгорит мом Форда- Фалкерс она (11 балів)	14. Розв'язу вання задач динаміч ного програ муван ня (11 балів)	15. Розв'язу вання задачі про мінімаль ний шлях у мережі методом динамічно го програму вання (11 балів)	16. Розв'язу вання задачі нелінійно го програму вання методом множників в Лагранжа (11 балів)	17. Розв'язу вання задач опуклого програму вання методом Куна- Таккера. (11 балів)	18. Розв'яз ування задачі квадра тичног о програ муванн я (11 балів)	19. Розв'язу вання задачі дробово- лінійного програму вання (11 балів)	20. Розв'язу вання задач стохастично го програму вання (11 балів)				
Самостійна робота	Самостійна робота 3 (10 балів)					Самостійна робота 4 (10 балів)								
Поточний контроль (вид, бали)	Модульна контрольна робота 3 (25 балів)					Модульна контрольна робота 4 (25 балів)								
Підсумковий контроль (вид, бали)	Залік													

8. Рекомендована література

Основна

1. Безкровний, О.І. Дослідження операцій і методи прийняття технічних рішень: навчальний посібник / О. І. Безкровний, В. І. Павленко, А. Г. Тимошенко; Відкритий міжнародний університет розвитку людини "Україна". – Київ: Університет "Україна", 2019. – 419 с.
2. Бех, О.В. Збірник задач з математичного програмування [Текст]: навчальний посібник / О. В. Бех, Т. А. Городня, А. Ф. Щербак. – Львів: Магнолія 2006, 2016. – 211 с.
3. Вдовин, М.Л. Математичне програмування: теорія та практикум [Текст]: навчальний посібник / М. Л. Вдовин, Л. Г. Данилюк. – Львів: Новий Світ-2000, 2016. – 159 с.
4. Охріменко, М.Г. Дослідження операцій: підручник / М. Г. Охріменко, В. М. Александрова; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – Київ: Академвидав, 2006. – 182 с.
5. Чемерис, А. Методи оптимізації в економіці: навчальний посібник / А. Чемерис, Р.Юринець, О. Мишишин. – Київ: Центр навчальної літератури, 2006. – 152 с.

Додаткова

1. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексеева, – К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
2. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. – К.: ВІОПЛ, 2000. – 688 с.
3. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Збірник задач. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2007. – 472 с.
4. Математичні методи дослідження операцій: підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
5. Мартинюк, П.М., Мічута, О.Р. Методи оптимізації та дослідження операцій: Навч. Посібник. – Рівне, НУВГП, 2011. – 283 с.

Додаткові ресурси (інформаційні ресурси)

1. Сайт для студентів спеціальності Інформатика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mathros.net.ua/>
2. Навчальні матеріали онлайн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pidruchniki.com/>
3. Попов Ю.Д., Тюптя В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації. Навчальний електронний посібник. – Київ: Електронне видання. Ел. бібліотека факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2003. – 215 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua1lib.org/ireader/3217527>
4. Mathematical Programming Glossary. [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://glossary.computing.society.informs.org/>