

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Кафедра системного аналізу і управління

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Желдак Т.А. 

« 31 » серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Методи дискретної оптимізації»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	124 Системний аналіз
Спеціалізація	Системний аналіз і управління
Освітній рівень.....	магістр
Освітня програма	Освітньо-професійна
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредитів ECTS (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Диф. залік
Термін викладання	3, 4 чверті
Мова викладання	українська

Викладач: Л.С. Коряшкіна

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

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

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи дискретної оптимізації» для магістрів спеціальності 124 «Системний аналіз» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. Системного аналізу і управління. Д. : НТУ «ДП», 2023. 13 с.

Розробники – Коряшкіна Л.С., к.ф.-м.н., доцент каф. системного аналізу і управління

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 124 «Системний аналіз» (протокол № 1 від 31.08.2023).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	7
6.1 Шкали.....	7
6.2 Засоби та процедури	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	12
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 124 «Системний аналіз» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до вибіркової дисципліни «Методи дискретної оптимізації» віднесено такі результати навчання:

CP1	Знати та уміти застосовувати на практиці методи системного аналізу, методи математичного та інформаційного моделювання для побудови та дослідження моделей об'єктів і процесів інформатизації.
CP6	Знати та уміти застосовувати методи еволюційного моделювання та генетичні методи оптимізації, методи індуктивного моделювання та математичний апарат нечіткої логіки, нейронних мереж, теорії ігор та розподіленого штучного інтелекту, тощо

Мета дисципліни – ознайомлення слухачів з типовими класами задач оптимізації, в яких множина допустимих розв'язків має явно виражену комбінаторну природу, а також з ефективними методами їх розв'язання; формування компетентностей щодо обґрунтованого застосування математичних методів та моделей у процесі вирішення професійних проблем.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
CP1	ДРН-1	Аналізувати предметну область і давати формальний опис реальних систем.
	ДРН-2	Розробляти математичні моделі об'єктів і процесів, використовуючи процедури формального уявлення про систему та результати дослідження реальних природничих або соціально-економічних систем.
	ДРН-3	Застосовувати методи дослідження операцій і комбінаторної оптимізації для розв'язання практичних задач
CP6	ДРН-4	На базі методів системного аналізу і дискретної оптимізації вміти глибоко з'ясувати особливості природничих, соціально-економічних та екологічних процесів, що підлягають дослідженню та автоматизації.
	ДРН-5	Аналітично досліджувати математичні моделі об'єктів і процесів на предмет існування та єдиності її розв'язку.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б1 Алгебра та геометрія	Знати і вміти застосовувати на практиці аналітичну

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
	геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, дискретну математику в обсязі необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу
Б2 Математичний аналіз	Вміти розпізнавати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою; застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, булевих функцій тощо.
Ф9 Методи оптимізації та дослідження операцій Ф15 Теорія прийняття рішень Ф14 Системний аналіз в управлінні, Ф10 Основи системного аналізу	Знати основи теорії оптимізації, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	34	26			6	54
практичні	60	17	43			4	56
лабораторні	-	-	-				
семінари	-	-	-				
РАЗОМ	120	51	69			10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	34
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	1 Вступ до Дискретної оптимізації Приклади практичних екстремальних задач, моделями яких є задачі дискретної оптимізації. Перебір. Час роботи алгоритмів перебору.	2
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	2 Класифікація задач даного класу за складністю отримання точного розв'язку Дослідження оцінки складності на прикладі відомих задач дискретної оптимізації. Характеристика класів P, NP-повних задач та та задач дискретної оптимізації, що складно розв'язуються.	2
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	3 Точні методи розв'язання задач Цілочисельного лінійного програмування Перший і другий алгоритми відсікань Гоморі.	2
ДРН-1 ДРН-2	Метод гілок та мереж Метод динамічного програмування	4
ДРН-1 ДРН-4	Лагранжева релаксація	2
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	4 Наближені та ϵ-наближені методи розв'язання задач Наближені та ϵ -наближені методи розв'язання задач.	2

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-4	Алгоритм Кристофідеса. Визначення ε -наближених алгоритмів. Оцінки похибки розв'язку задач. Детермінований локальний пошук	2
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-4	5 Екстремальні задачі на графах. Найкоротші шляхи графа Потік найменшої вартості. Мережевий симплекс-метод (метод потенціалів на мережі).	2
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-4	Потік у часі (Max Flow Over Time)	2
ДРН-2 ДРН-4 ДРН-5	6 Екстремальні задачі на графах. Мінімальні вершинні покриття Мінімальні вершинні покриття. Двоїстість задач пакування та покриття.	2
ДРН-2 ДРН-4 ДРН-5	Максимальні незалежні множини вершин. Максимальні паросполучення. Евристики для розв'язання задачі про мінімальне вершинне покриття	2
ДРН-1 ДРН-5 ДРН-3	7 Максимальні зважені паросполучення. Задача про призначення. Угорський метод	2
ДРН-1 ДРН-5 ДРН-3	8. Задачі про розміщення підприємств. Математичні моделі задач. Прямо-двоїсті алгоритми	2
ДРН-1 ДРН-5 ДРН-4	9 Метаевристичні методи та генетичні алгоритми розв'язання задач комбінаторної оптимізації Стохастичний локальний пошук. Повторюваний локальний пошук. Алгоритм імітаційного відпалу	2
ДРН-3 ДРН-4	10 Генетичні, міметичні, мурашині алгоритми	4
	РАЗОМ	34
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	1. Побудування математичних моделей задач дискретної оптимізації.	2
ДРН-4 ДРН-5	2. Розв'язання задач цілочисельного лінійного програмування методами відсікань Гоморі, гілок та меж	2
ДРН-4 ДРН-5	3. Застосування методу динамічного програмування і наближеного алгоритму для розв'язування задачі про рюкзак	2
ДРН-4 ДРН-5	4. Розв'язання задач пакування та покриття одним з конструктивних алгоритмів	2
ДРН-4 ДРН-5	5. Розв'язання задач комбінаторної оптимізації одним з методів стохастичного пошуку	4
ДРН-2 ДРН-4 ДРН-3	6. Розв'язання задач комбінаторної оптимізації за допомогою генетичного або міметичного алгоритму	3
ДРН-1 ДРН-4 ДРН-5	7. Розв'язання задач комбінаторної оптимізації за допомогою жадібних алгоритмів	2
	РАЗОМ	17

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Конвертаційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час заліку за бажанням студента
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Інтегральна компетентність – здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійної діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності, ◆ критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній діяльності та на межі предметних галузей 	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей 	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння		
<ul style="list-style-type: none"> ● розв'язання складних непередбачуваних задач і проблем у спеціалізованих сферах професійної діяльності та/або навчання, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування 	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
інноваційних підходів	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень та власного досвіду в галузі професійної діяльності ♦ здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію 	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
	Автономність та відповідальність	

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
<ul style="list-style-type: none"> ♦ управління комплексними діями або проектами, відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах ♦ відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб ♦ здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності 	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60	

Здобувач вищої освіти може отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Поточна успішність складається з успішності за два теоретичні модулі (кожен з них оцінюється максимально у 20 балів) та оцінок за виконання індивідуальних робіт (5 робіт сумарною оцінкою 60 балів).

Отримані бали за модульний контроль та індивідуальні завдання додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

Підсумкове оцінювання (якщо здобувач вищої освіти набрав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку)	<p>Диференціальний залік відбувається у письмовій формі, білети складаються з 20 тестових теоретичних запитань та 2 задач.</p> <p>Правильна відповідь на всі запитання тестової частини оцінюється у 60 балів.</p> <p>Правильна відповідь на кожну задачу оцінюється у 20 балів.</p> <p>Максимальна кількість балів: 100</p>
Індивідуальні завдання	<p>Включають побудову математичних моделей та розв'язування комбінаторних задач. Максимально оцінюються у 60 балів при своєчасному складанні, 30 балів при несвоєчасному складанні</p>
Модульний контроль	<p>Охоплює матеріали лекційного курсу. Містить тести та відкриті запитання. Максимально оцінюються у 40 балів (2 модулі×20 балів).</p>

Критерії оцінювання **індивідуального завдання** включають:

- правильність і повнота розв'язання задачі (50%),
- вміння використовувати засоби ЕОМ для розв'язання задач (10 %),
- захист індивідуальної роботи (включає відповідь на контрольні запитання) (40%),

правильне оформлення звіту та своєчасне його подання (зниження оцінки).

7 INSTRUMENTI, OBLADNANNA TA PROGRAMNE ZABEZPECHENNA

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOODLE.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові

1. Гуляницький Л.Ф. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. посіб. / Л.Ф. Гуляницький, О.Ю. Мулеса. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2016. – 142 с.
2. Субботін С.О. Неінтерактивні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: монографія / С.О. Субботін, А.О. Олійник, О.О. Олійник, під заг. Ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009.
3. Жалдак М.І. Основи теорії і методів оптимізації [Текст] / М.І. Жалдак, Ю.В. Триус, – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 608 с.
4. Коряшкіна Л.С. Практикум з курсу Методи оптимізації та дослідження операцій. Частина 1. Дослідження операцій / Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус / М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2019. – 182 с.
5. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І. В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
6. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Частина 1. Лінійні моделі / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 168 с.
7. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Частина 2. Алгоритми оптимізації на графах / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 120 с.
8. Іглін С.П. Теорія графів на базі MATLAB: навч. посіб. для студентів інформаційних спеціальностей усіх форм навчання вищих навчальних закладів / С. П. Іглін, Ю. І. Зайцев, Ю. Б. Решетняк. – Харків: "НТМТ", 2023. – 236 с.
9. Bernhard Korte Jens Vigen. Combinatorial Optimization Theory and Algorithms. – Springer, 2008. – 722р.
10. Згуровський, М.З. Важко вирішувані завдання комбінаторної оптимізації в плануванні та прийнятті рішень [Текст] / М.З. Згуровський, А.А. Павлов. – К., 2016. – 115 с.
11. Донець, Г.П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях [Текст] / Г.П. Донець, Л.М. Колечкіна. – Полтава, 2011. – 328 с.
12. Волошин А. Ф. Послідовний аналіз варіантів у задачах дослідження складних систем: монографія / А. Ф. Волошин, В. І. Кудін. – К.: Вид.-поліграф, центр "Київ, ун-т", 2015
13. Глибовець М. М. Еволюційні алгоритми : підручник / М. М. Глибовець, Н. М. Гуляева. - К. : НаУКМА, 2013.

Додаткові

1. Сергієнко, І.В. Класифікація прикладних методів комбінаторної оптимізації [Текст]/І.В. Сергієнко, Л.Ф. Гуляницький, С.І. Сіренко // Кібернетика та системний аналіз. 2009. – № 5. – С. 71-83.

2. Сергієнко, І.В. Сучасні підходи до вирішення складних задач дискретної оптимізації [Текст] / І.В. Сергієнко, В.П. Шило // Проблеми управління та інформатики. – 2016. – №1 – С. 32–40.
3. Яковлев, С.В. Про комбінаторну структуру задач оптимального розміщення геометричних об'єктів [Текст] / Яковлев С.В. // Доповіді НАН України. – 2017. – № 9. – С. 26-32.
4. Яковлев, С.В. Теорія опуклих продовжень у задачах комбінаторної оптимізації [Текст] / С.В.Яковлев // Доповіді НАН України. – 2017. – №8. – С. 20-32.