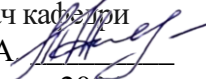


Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра системного аналізу і управління



«ЗАТВЕРДЖЕНО»
завідувач кафедри
Желдак Т.А. 
« 30 » серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Методи дискретної оптимізації»

Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність всі спеціальності галузі
Рівень вищої освіти..... другий (магістерський)
Статус вибіркова
Загальний обсяг 4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю диференційований залік
Термін викладання 2-й семестр (3 та 4 чверті)_
Мова викладання українська

Викладач: доцент кафедри САУ Коряшкіна Лариса Сергіївна

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

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи дискретної оптимізації» для магістрів галузі знань 12 Інформаційні системи та технології / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. системного аналізу та управління. Д. : НТУ «ДП», 2024. 11 с.

Розробник Коряшкіна Лариса Сергіївна – доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри системного аналізу та 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.

ЗМІСТ

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	4
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	6
6.1 Шкали	6
6.2 Засоби та процедури	6
6.3 Критерії	7
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	10
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	10

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – ознайомлення здобувачів вищої освіти 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.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
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
ДРН-4	На базі методів системного аналізу і дискретної оптимізації вміти глибоко з'ясувати особливості природничих, соціально-економічних та виробничих процесів, що підлягають дослідженню та автоматизації.
ДРН-5	Аналітично досліджувати математичні моделі об'єктів і процесів на предмет існування та єдиності її розв'язку.
ДРН-6	Оцінювати складність алгоритмів комбінаторної оптимізації

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Для успішного опанування дисципліни необхідне знання вищої математики в межах підготовки бакалавра спеціальностей галузі знань 12 Інформаційні технології

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	
		аудиторн і заняття	самостійн а робота	аудиторн і заняття	самостійн а робота	аудиторн і заняття	самостійн а 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	60
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.	4

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3 ДРН-6	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.	4
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-6	3 Точні методи розв'язання задач Цілочисельного лінійного програмування Перший і другий алгоритми відсікань Гоморі.	4
ДРН-2 ДРН-6	Метод гілок та мереж Метод динамічного програмування	4
ДРН-3 ДРН-4	Лагранжева релаксація	4
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	4 Наближені та ϵ-наближені методи розв'язання задач Наближені та ϵ -наближені методи розв'язання задач.	4
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-4	Алгоритм Кристофідеса. Визначення ϵ -наближених алгоритмів. Оцінки похибки розв'язку задач. Детермінований локальний пошук	4
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-4	5 Екстремальні задачі на графах. Найкоротші шляхи графа Потік найменшої вартості. Мережевий симплекс-метод (метод потенціалів на мережі).	4
ДРН-1 ДРН-4 ДРН-6	Потік у часі (Max Flow Over Time)	4
ДРН-2 ДРН-4 ДРН-5	6 Екстремальні задачі на графах. Мінімальні вершинні покриття Мінімальні вершинні покриття. Двоїстість задач пакування та покриття.	4
ДРН-2 ДРН-4 ДРН-5	Максимальні незалежні множини вершин. Максимальні паросполучення. Евристики для розв'язання задачі про мінімальне вершинне покриття	4
ДРН-1 ДРН-5 ДРН-3	7 Максимальні зважені паросполучення. Задача про призначення. Угорський метод	4
ДРН-1 ДРН-5 ДРН-3	8. Задачі про розміщення підприємств. Математичні моделі задач. Прямо-двоїсті алгоритми	4
ДРН-1 ДРН-5 ДРН-4 ДРН-6	9 Метаевристичні методи та генетичні алгоритми розв'язання задач комбінаторної оптимізації Стохастичний локальний пошук. Повторюваний локальний пошук. Алгоритм імітаційного відпалу	4
ДРН-3 ДРН-6	10 Генетичні, міметичні, мурашині алгоритми	4
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
ДРН-1 ДРН-2 ДРН-3	1. Побудування математичних моделей задач дискретної оптимізації.	6
ДРН-4 ДРН-5	2. Розв'язання задач цілочисельного лінійного програмування методами відсікань Гоморі, гілок та меж	8

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН-4 ДРН-5 ДРН-6	3. Застосування методу динамічного програмування і наближеного алгоритму для розв'язування задачі про рюкзак	8
ДРН-4 ДРН-5 ДРН-6	4. Розв'язання задач пакування та покриття одним з конструктивних алгоритмів	8
ДРН-4 ДРН-5	5. Розв'язання задач комбінаторної оптимізації одним з методів стохастичного пошуку	8
ДРН-3 ДРН-4 ДРН-6	6. Розв'язання задач комбінаторної оптимізації за допомогою генетичного або міметичного алгоритму	10
ДРН-5 ДРН-6	7. Розв'язання задач комбінаторної оптимізації за допомогою жадібних алгоритмів	8
РАЗОМ		120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів 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 здобувача за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів, які навчалися у інших навчальних закладах.

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 здобувач 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/навичок, комунікації, відповідальності і автономії студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

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

Засоби діагностики, що надаються здобувачам 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 модульного контролю	Підсумкове оцінювання (якщо здобувач вищої освіти набрав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		виконання завдань під час заліку за бажанням здобувача

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуальних завдань.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня НРК, 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 здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач під час диференціального заліку має право виконувати тестове та практичне завдання, яке містить питання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

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

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача 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 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 магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

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

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
<p>♦ спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань</p>	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – 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 не грубі 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
Уміння/навички		
<p>♦ спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; ♦ здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах; ♦ здатність розв'язувати проблеми у нових</p>	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
♦ зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – 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
Відповідальність і автономія		
♦ управління робочими або навчальними	Відмінне володіння компетенціями: – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів; ♦ відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів; ♦ здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії	– 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	
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60	

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лабораторне та мультимедійне обладнання; показові, робочі, контрольні колекції кафедри системного аналізу та управління:

- Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.
- Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.
- Пакети прикладних програм Python (безкоштовні).
- Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс365.

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. 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.
3. 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.

4. Згуровський, М.З. Важко вирішувані завдання комбінаторної оптимізації в плануванні та прийнятті рішень [Текст] / М.З. Згуровський, А.А. Павлов. – К., 2016. – 115 с.
5. 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

Додаткові

1. 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.
2. Яковлев, С.В. Про комбінаторну структуру задач оптимального розміщення геометричних об'єктів [Текст] / Яковлев С.В. // Доповіді НАН України. – 2017. – № 9. – С. 26-32.
3. Яковлев, С.В. Теорія опуклих продовжень у задачах комбінаторної оптимізації [Текст] / С.В.Яковлев // Доповіді НАН України. – 2017. – №8. – С. 20-32.
4. Коряшкіна Л.С. Визначення оптимальної кількості та місць розміщення зарядних станцій для електромобілів на території міста / Л. С. Коряшкіна, О. Р. Беляєв // Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація. – 2019. – № 1. – С. 23–29. DOI: 10.32434/2521-6406-2019-5-1-23-29
5. Avramenko S.E. Guided hybrid genetic algorithm for solving global optimization problems / S.E. Avramenko, T.A. Zheldak, L.S. Koriashkina // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2021. – № 2. – P. 174 – 188. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2021-2-18>
6. Koriashkina L.S. Rational organization of the work of an electric vehicle maintenance station / L.S. Koriashkina, S.I. Cheberiachko, O.V. Deryugin, M.M. Odnovol // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2020. – № 5. – P. 136-142
7. Коряшкіна Л.С. Математичні моделі та методи мультиплексного розбиття і багатократного покриття множин для задач розміщення-розподілу / Л. Коряшкіна, Д. Лубенець // Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. – 2023. – № 4. С. – 12 – 25.
8. Коряшкіна Л.С. Системний аналіз та математичне моделювання частково-двоетапних процесів розподілу матеріальних потоків / Л. Коряшкіна, Д. Лубенець // System technologies, 2024. Vol. 1, No. 150.– P.86 – 99. DOI 10.34185/1562-9945-1-150-2024-08